

ROÇA — SEM — FOGO

**Da tradição das
queimadas à
agricultura
sustentável na
Amazônia**

*Raimundo Nonato Brabo Alves
Moisés de Souza Modesto Júnior*
Editores técnicos



Embrapa

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Amazônia Oriental
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

ROÇA
— SEM —
FOGO



**Da tradição das queimadas à
agricultura sustentável na Amazônia**

*Raimundo Nonato Brabo Alves
Moisés de Souza Modesto Júnior
Editores técnicos*

Embrapa
Brasília, DF
2020

Embrapa Amazônia Oriental

Tv. Dr. Enéas Pinheiro, s/n
CEP 66095-903 Belém, PA
Fone: (91) 3204-1000
www.embrapa.br
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Unidade responsável pelo conteúdo e pela edição

Embrapa Amazônia Oriental

Comitê Local de Publicação

Presidente

Bruno Giovany de Maria

Secretário-executivo

Ana Vânia Carvalho

Membros

Alfredo Kingo Oyama Homma

Alysson Roberto Baizi e Silva

Andréa Liliane Pereira da Silva

Luciana Gatto Brito

Michellyn Pinheiro de Matos Bentes

Narjara de Fátima Galiza da Silva Pastana

Patrícia de Paula Ledoux Ruy de Souza

Supervisão editorial e revisão de texto

Narjara de Fátima Galiza da Silva Pastana

Normalização bibliográfica

Andréa Liliane Pereira da Silva

Projeto gráfico, capa, tratamento de ilustrações e fotografias e editoração eletrônica

Vitor Trindade Lôbo

Foto da capa

Vitor Trindade Lôbo

1ª edição

Publicação digital (2020)

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Amazônia Oriental

Roça sem fogo : Da tradição das queimadas à agricultura sustentável na Amazônia / editores técnicos, Raimundo Nonato Brabo Alves, Moisés de Souza Modesto Junior. – Brasília, DF : Embrapa, 2020.

184 p. ; 15 cm x 21 cm

ISBN 978-85-7035-952-0

1. Fogo. 2. Queimada. 3. Agricultura sustentável. 4. Mandioca. 5. Bacuri. 6. Banana. 7. Agricultura familiar. 8. Agroecologia. I. Alves, Raimundo Nonato Brabo. II. Modesto Junior, Moisés de Souza.

CDD 21. ed. 631.581



Autores

Raimundo Nonato Brabo Alves

Engenheiro-agrônomo, mestre em Agronomia,
pesquisador da Embrapa Amazônia Oriental, Belém, PA

Moisés de Souza Modesto Junior

Engenheiro-agrônomo, especialista em Marketing e
Agronegócio, analista da Embrapa Amazônia Oriental,
Belém, PA

Alfredo Kingo Oyama Homma

Engenheiro-agrônomo, doutor em Economia Rural,
pesquisador da Embrapa Amazônia Oriental, Belém, PA

Otávio Manoel Nunes Lopes

Engenheiro-agrônomo, mestre em Manejo de Solos,
pesquisador da Embrapa Amazônia Oriental, Belém, PA

Antônio José Elias Amorim de Menezes

Engenheiro-agrônomo, doutor em Sistema de
Produção em Agricultura Familiar, analista da Embrapa
Amazônia Oriental, Belém, PA

José Edmar Urano de Carvalho

Engenheiro-agrônomo, mestre em Agronomia,
pesquisador da Embrapa Amazônia Oriental, Belém, PA

Apresentação

A colonização na Amazônia sempre esteve atrelada ao uso do fogo como processo de limpeza de área mais econômico para os agricultores e criadores que aqui se estabelecem. Mais de 76 milhões de hectares já desmatados resultaram dessa prática insustentável e de incontestáveis prejuízos para o meio ambiente, colocando o Brasil no ranking do quarto país de maior emissão de gases do aquecimento global.

Mudar esse método é um desafio para a pesquisa, não só pelos aspectos tecnológicos e econômicos, mas pela tradição milenar do uso dessa tecnologia, pelo fato de estar arraigado na tradição regional desde a existência de uma agricultura pré-colombiana, que, reproduzida sem a escala e os cuidados dos indígenas, se tornou o maior problema ambiental da Amazônia.

Este compêndio faz uma retrospectiva com textos já publicados nas séries Embrapa e em outros meios, além de textos originais que tratam da civilização do fogo na Amazônia, para que se entenda a sua trajetória e se desmistifique os eventuais “vilões” dessa prática, reconhecendo até mesmo que, para o passado, essa era a única alternativa disponível, quando se deu o encontro de colonizados e colonizadores.

A mais recente troca de experiências entre agricultores e pesquisadores resultou em uma coletânea de tecnologias alternativas apresentadas neste compêndio, que, se colocadas em prática pela maioria dos agricultores, certamente determinarão o ponto de inflexão dos problemas ambientais da complexa região amazônica.

É com muita honra que apresento mais de 20 anos de trabalho de pesquisadores da Embrapa Amazônia Oriental, os quais dedicaram suas vidas a interpretar e sistematizar os processos de interação do homem com a natureza, e resultaram nesta síntese de tecnologias que podem substituir o uso do fogo na agricultura da Amazônia.

Desejo a todos uma proveitosa leitura.

Adriano Venturieri

Chefe-Geral da Embrapa Amazônia Oriental

Prefácio

Havia um vácuo tecnológico entre a agricultura moderna e a agricultura de derruba e queima na Amazônia. O grande desafio era como substituir as queimadas na agricultura de derruba e queima, praticada pela imensa maioria dos pecuaristas, madeireiros e agricultores familiares na Amazônia. Não que eles fossem os vilões dos problemas ambientais na região, pois tínhamos que admitir que o sistema por eles utilizado se constituía na única alternativa de sobrevivência, perante as condições de recursos que lhes eram disponíveis.

Em face das pressões ambientais na Amazônia, principalmente pela necessidade de mitigar os indicadores anuais de desmatamento, os desafios na busca de novas alternativas tecnológicas provocaram não só técnicos e pesquisadores, como também os próprios agricultores, que tiveram a iniciativa de produzir sem queimar. Um grupo de 150 agricultores na Transamazônica foi o pioneiro na aplicação da Roça sem Fogo.

Os pesquisadores da Embrapa Amazônia Oriental conduziram ao longo de mais de 10 anos diversos ensaios de pesquisa, de observação e de validação tecnológica que resultaram na sistematização do processo de preparo de área denominado de Roça Sem Fogo, utilizando ferramentas manuais, como: foices, facões, machado e motosserra. Como produto final, foi estabelecida a lógica das operações, considerando as diferentes fases do sistema de preparo da Roça sem Fogo, como: demarcação da área, broca dos espécimes herbáceos rente ao solo, inventário das espécies de interesse econômico para permanecerem na área, corte da vegetação lenhosa com aproveitamento de produtos madeireiros e não madeireiros, picotamento da galhada para proteger o solo, aceiro para prevenção de queimadas descontroladas, abertura de covas, plantio da mandioca, tratos culturais e colheita. Todas essas práticas agrícolas foram quantificadas com seus indicadores econômicos e biológicos e comparadas com os indicadores do sistema convencional de derruba e queima, demonstrando diversos ganhos nas esferas sociais, econômicas e ambientais.

A primeira Roça sem Fogo em fase experimental foi conduzida no município de Moju, no ano de 2006, com apoio da Secretaria Municipal de Agricultura de Moju. Posteriormente, inúmeras repetições foram realizadas nos municípios de Cametá, Abaetetuba, Baião e Acará, na região do Baixo Tocantins, com apoio do Sebrae-Pará. Nessas repetições, foram feitos os aperfeiçoamentos das práticas, no processo de tentativas e erros, considerando a evolução do aprendizado, perante as diferentes situações de idades das capoeiras manejadas.

Posteriormente, a prática da Roça sem Fogo foi reproduzida e validada na mesorregião Nordeste Paraense, nos municípios de Vigia de Nazaré, Ourém, São Caetano de Odivelas, Irituia, Mãe do Rio, Tomé-Açu, Nova Esperança do Piriá, Bujaru, Santarém Novo e Capitão Poço. Com a intensão de legitimar essa tecnologia, todas as repetições foram executadas pelos agricultores familiares, na concepção do “aprender a fazer, fazendo”.

Além da condução das Roças sem Fogo junto com os agricultores, também foram realizados diversos eventos de difusão de tecnologias, como: 70 cursos, 44 palestras, 22 dias de campo, 7 reuniões técnicas, 5 workshops e 3 seminários, com a participação direta de 5.005 pessoas, entre técnicos, estudantes, agricultores, profissionais liberais, e outros.

Já é possível encontrar na internet relatos de repetição de Roças sem Fogo em diferentes estados da federação, ainda que em experiências pontuais, inclusive na região Nordeste do País e com a denominação de “roça orgânica”, testemunhando todas as vantagens do manejo da matéria orgânica nos solos tropicais.

Os relatos de estudos de caso constantes de vários capítulos deste livro devem servir de estímulo à orientação de técnicos e agricultores para a quebra de paradigma na agricultura da Amazônia e até mesmo de outras regiões, para a execução de uma nova forma de se relacionar com o meio ambiente, possibilitando a obtenção de retornos econômicos de maneira sustentável. Pode-se afirmar que o uso do fogo é dispensável na agricultura familiar, necessitando que a Roça sem Fogo seja adotada como política pública na Amazônia.

Os Editores Técnicos

Sumário

AMAZÔNIA: a civilização do fogo, **11**

Alfredo Kingo Oyama Homma

O FOGO NA AGRICULTURA DA AMAZÔNIA, **35**

Raimundo Nonato Brabo Alves

Alfredo Kingo Oyama Homma

ROÇA SEM FOGO E TRIO DA PRODUTIVIDADE DA MANDIOCA, **41**

Raimundo Nonato Brabo Alves

Moisés de Souza Modesto Júnior

ROÇA SEM FOGO PARA O CULTIVO DA MANDIOCA NA AMAZÔNIA, **53**

Raimundo Nonato Brabo Alves

Moisés de Souza Modesto Júnior

ROÇA SEM FOGO: alternativa agroecológica para o cultivo de mandioca no município de Moju, Pará, **63**

Raimundo Nonato Brabo Alves

Moisés de Souza Modesto Júnior

ROÇA SEM FOGO EM VEGETAÇÃO DE CAPOEIRA PARA PRODUÇÃO DE MANDIOCA EM CAMETÁ, PARÁ, **69**

Raimundo Nonato Brabo Alves

Moisés de Souza Modesto Júnior

SISTEMA AGROECOLÓGICO DE ROÇA SEM FOGO PARA PRODUÇÃO DE MANDIOCA EM MOJU, PARÁ, **79**

Moisés de Souza Modesto Júnior

Raimundo Nonato Brabo Alves

PRODUÇÃO DE MANDIOCA EM ROÇA SEM FOGO NO TRIO DA PRODUTIVIDADE COM APLICAÇÃO DE FERTILIZANTES E MANIPUEIRA NO MUNICÍPIO DE BAIÃO, PARÁ, **89**

Moisés de Souza Modesto Júnior

Raimundo Nonato Brabo Alves

RELAÇÃO BENEFÍCIO/CUSTO ENTRE DOIS MÉTODOS DE PREPARO DE ÁREA, PARA A DIFUSÃO DO TRIO DA PRODUTIVIDADE DA MANDIOCA, NA VILA ADONIAS, OURÉM, PARÁ, **115**

Moisés de Souza Modesto Júnior

Raimundo Nonato Brabo Alves

JARDIM DE RECICLAGEM: manejo de biomassa de ingazeiro (*Inga edulis* Mart.)
como adubo verde para produção de mandioca, **125**

Moisés de Souza Modesto Júnior

Raimundo Nonato Brabo Alves

ADUBAÇÃO VERDE E PLANTIO DIRETO: alternativas de manejo agroecológico para
a produção agrícola familiar sustentável, **137**

Otávio Manoel Nunes Lopes

Raimundo Nonato Brabo Alves

MANEJANDO A PLANTA E O HOMEM: o caso dos bacurizeiros nativos no Nordeste
Paraense e no Marajó, **157**

Alfredo Kingo Oyama Homma

Antônio José Elias Amorim de Menezes

José Edmar Urano de Carvalho

BINGO BANANA: uma estratégia de transferência de tecnologia, **169**

Moisés de Souza Modesto Júnior

Raimundo Nonato Brabo Alves

Antônio José Elias Amorim de Menezes



AMAZÔNIA: a civilização do fogo

Alfredo Kingo Oyama Homma

Introdução

Em 1976, o satélite americano Skylab (1973–1979), que orbitava a 435 km da Terra, fotografou o maior incêndio já registrado pelo homem no sul do Pará. A área incendiada pertencia à Volkswagen do Brasil S.A., subsidiária alemã, instalada no Brasil em 23 de março de 1953, proprietária da Fazenda Rio Cristalino, com 139 mil hectares no município de Santana do Araguaia. A empresa aproveitava os benefícios dos incentivos fiscais da Superintendência de Desenvolvimento da Amazônia (Sudam) para implantação de uma grande criação bovina. O incêndio, na verdade, atingira “apenas” 1% da área anunciada, o equivalente a 10 mil hectares ou 100 lotes de 100 ha dos colonos da Transamazônica. Entretanto, a enorme diferença de valores amorteceu o impacto da revelação (Pinto, 2016).

Até a implantação do antigo Código Florestal (Brasil, 1965), os desmatamentos na região amazônica se restringiam às margens dos cursos de rios, ao início da ocupação da Rodovia Belém-Brasília, inaugurada em 1960, e de rodovias estaduais e municipais. Quando o Novo Código Florestal (Brasil, 2012) substituiu o antigo Código Florestal depois de 47 anos, a área desmatada na Amazônia Legal atingia a cifra de quase 75 milhões hectares. Em 1975, quando foram divulgadas as avaliações preliminares do desmatamento da Amazônia com base no satélite Landsat, lançado em 23 de julho de 1972, a área desmatada da Amazônia era de 15 milhões de hectares. Posteriormente, passou para mais de 76 milhões de hectares (2016) ou 18% da Amazônia Legal, ou três estados de São Paulo ou quase a metade do estado do Amazonas (Figura 1, Tabela 1).



Figura 1. Área desmatada na Amazônia Legal no período de 1988 a 2018.

Fonte: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (2019).

* As taxas de 2018 ainda são estimativas.

O clássico livro de Warren Dean (1932–1994) *A ferro e fogo*, lançado em 1996, após a sua trágica morte no Chile, constituiu-se em um aviso de que a Floresta Amazônica poderia ter o mesmo destino da Mata Atlântica, reduzida a menos de 10% da sua cobertura original (Dean, 1996). Muitos artigos em prestigiadas revistas internacionais nas décadas de 1980 a 2000 colocavam cenários de desmatamentos para 2020, com destruição quase total da parte oriental, sul e central da Amazônia, os quais, felizmente, não se concretizaram (Laurance et al., 2001).

Esta área desmatada constitui a Segunda Natureza e a floresta primária, a Primeira Natureza. O desafio seria como transformar uma parte da Segunda Natureza alterada em uma Terceira Natureza, com atividades produtivas mais adequadas. A Terceira Natureza seria uma resposta à Curva de Kuznets Ambiental, em que algumas medidas de degradação ambiental aumentariam nos momentos iniciais do crescimento econômico, porém, eventualmente, diminuiriam quando certo nível de renda fosse alcançado (Cohn et al., 2016; Tritsch; Arvor, 2016).

Para isso, é primordial a criação de uma nova agricultura voltada para a utilização da fronteira interna já conquistada, recuperando áreas que não deveriam ter sido desmatadas por infringir preceitos legais e de conservação e preservação. O problema, portanto, não decorre da crítica com relação às culturas e criações, como pecuária, soja, eucalipto ou dendezeiro, mas do seu nível tecnológico e do aproveitamento das áreas já desmatadas. Pode-se afirmar que existe uma xenofobia botânica e animal, para determinadas plantas ou animais na região (Jesus, 2012).

Tabela 1. Taxa de desmatamento anual (km²/ano) de 1988 a 2018.

Ano	Acre	Amazonas	Amapá	Maranhão	Mato Grosso	Pará	Rondônia	Roraima	Tocantins	Amazônia Legal
1988 (a)	620	1.510	60	2.450	5.140	6.990	2.340	290	1.650	21.050
1989	540	1.180	130	1.420	5.960	5.750	1.430	630	730	17.770
1990	550	520	250	1.100	4.020	4.890	1.670	150	580	13.730
1991	380	980	410	670	2.840	3.780	1.110	420	440	11.030
1992	400	799	36	1.135	4.674	3.787	2.265	281	409	13.786
1993 (b)	482	370		372	6.220	4.284	2.595	240	333	14.896
1994 (b)	482	370		372	6.220	4.284	2.595	240	333	14.896
1995	1.208	2.114	9	1.745	10.391	7.845	4.730	220	797	29.059
1996	433	1.023		1.061	6.543	6.135	2.432	214	320	18.161
1997	358	589	18	409	5.271	4.139	1.986	184	273	13.227
1998	536	670	30	1.012	6.466	5.829	2.041	223	576	17.383
1999	441	720		1.230	6.963	5.111	2.358	220	216	17.259
2000	547	612		1.065	6.369	6.671	2.465	253	244	18.226
2001	419	634	7	958	7.703	5.237	2.673	345	189	18.165
2002	883	885	0	1.085	7.892	7.510	3.099	84	212	21.651
2003	1.078	1.558	25	993	10.405	7.145	3.597	439	156	25.396
2004	728	1232	46	755	11.814	8.870	3.858	311	158	27.772
2005	592	775	33	922	7.145	5.899	3.244	133	271	19.014
2006	398	788	30	674	4.333	5.659	2.049	231	124	14.286
2007	184	610	39	631	2.678	5.526	1.611	309	63	11.651
2008	254	604	100	1.271	3.258	5.607	1.136	574	107	12.911

Continua...

Tabela 1. Continuação.

Ano	Acre	Amazonas	Amapá	Maranhão	Mato Grosso	Pará	Rondônia	Roraima	Tocantins	Amazônia Legal
2009	167	405	70	828	1.049	4.281	482	121	61	7.464
2010	259	595	53	712	871	3.770	435	256	49	7.000
2011	280	502	66	396	1.120	3.008	865	141	40	6.418
2012	305	523	27	269	757	1.741	773	124	52	4.571
2013	221	583	23	403	1.139	2.346	932	170	74	5.891
2014	309	500	31	257	1.075	1.887	684	219	50	5.012
2015	264	712	25	209	1.601	2.153	1.030	156	57	6.207
2016	372	1.129	17	258	1.489	2.992	1.376	202	58	7.893
2017	257	1.001	24	265	1.561	2.433	1.243	132	31	6.947

a) Média entre 1977 e 1988.

b) Média entre 1993 e 1994.

Essa vocação para o uso do fogo na Amazônia remonta há séculos desde os primeiros paleoíndios que dominaram o seu uso. Com a entrada dos europeus, o uso do fogo decorreu da necessidade de limpar a área de forma mais barata, rápida e prática, além de proporcionar nutrientes, permitindo o seu cultivo. É mais barato utilizar o fogo para o preparo de áreas, retirar o entulho, limpar pastos, evitar animais peçonhentos, etc. Mesmo produtores que não tinham o costume de tocar fogo, como os imigrantes japoneses, passaram a adotar as mesmas técnicas utilizadas pelos caboclos ao se instalarem na Amazônia.

José Bonifácio de Andrada e Silva (1763–1823), conhecido como o Patriarca da Independência do Brasil, assim se manifestou na Representação à Assembleia Geral Constituinte do Império do Brasil sobre a Escravatura, em 1823 (Padua, 2000, p. 119):

Nossas terras estão ermas, e as poucas que temos roteado são mal cultivadas, porque o são por braços indolentes e forçados; nossas numerosas minas, por falta de trabalhadores ativos e instruídos, estão desconhecidas ou mal aproveitadas; nossas preciosas matas vão desaparecendo, vítimas do fogo e do machado da ignorância e do egoísmo; nossos montes e encostas vão-se escalvando diariamente, e com o andar do tempo faltarão as chuvas fecundantes, que favorecem a vegetação e alimentam nossas fontes e rios, sem o que o nosso belo Brasil, em menos de dois séculos, ficará reduzido aos páramos e desertos da Líbia. Virá então esse dia, terrível e fatal, em que a ultrajada natureza se ache vingada de tantos erros e crimes cometidos.

O famoso escritor José Bento Renato Monteiro Lobato (1882–1948), em um artigo publicado no jornal *O Estado de São Paulo*, em 1914, intitulado *A Velha Praga*, no qual inaugura a figura do anti-herói Jeca Tatu, descarrega toda a sua indignação com as práticas incendiárias e ociosas do caipira (Lobato, 2007, p. 158):

Este funesto parasita da terra é o caboclo, espécie de homem baldio, semi-nômade, inadaptável à civilização, mas que vive à beira dela na penumbra das zonas fronteiriças. À medida que o progresso vem chegando com a via férrea, o italiano, o arado, a valorização da propriedade, vai ele refugindo em silêncio, com o seu cachorro, o seu pilão, a picapau¹ e o isqueiro, de modo a sempre conservar-se fronteiriço, mudo e sorna. Encoscorado numa rotina de pedra, recua para não adaptar-se. Depois ataca a floresta. Roça e derruba, não perdoando ao mais belo pau. Árvores diante de cuja majestosa beleza Ruskin choraria de comoção, ele as derruba, impassível, para extrair um mel-de-pau escondido num ôco.

¹Espingarda de carregar pela boca.

Pronto o roçado, e chegado o tempo da queima, entra em funções o isqueiro. Mas aqui o “sarcopte” se faz raposa. Como não ignora que a lei impõe aos roçados um aceiro de dimensões suficientes à circunscrição do fogo, urde traças para iludir a lei, cocando dest’arte a insigne preguiça e a velha malignidade.

Leonel (2000), em uma extensa revisão de literatura sobre o uso do fogo pelos indígenas, refuta a ideia do uso indiscriminado da queimada como técnica de preparo dos terrenos para a agricultura atribuída equivocadamente aos povos tribais de floresta. Rechaça o pensamento de Monteiro Lobato, atribuindo a destruição de recursos naturais pelo fogo ao desprezado caipira, que teria recebido tal legado do seu ancestral índio. Leonel (2000) argumenta que o uso descontrolado do fogo por todos os neobrasílicos, inclusive europeus, mestiços, caboclos, brancos e africanos, resultou nas plantations, que passaram a dominar a agricultura brasileira a partir da colonização, entre elas o algodão, a cana-de-açúcar, o café e, mais recentemente, a soja. As queimadas praticadas pelos indígenas são sustentáveis, integradas com práticas de manejo e visando à sua sobrevivência.

A invenção do fósforo: o fogo na caixinha

O filme *A Guerra do Fogo*, produzido em 1981, pelo diretor Jean-Jacques Annaud (1943), tem como enredo a descoberta do fogo. Ali se evidencia a batalha para conseguir de forma agressiva esse precioso elemento, lutando para levar esse presente dos deuses às cavernas frias e escuras em que viviam, sem saber que posteriormente descobririam como produzi-lo. Na pré-história, a tribo Ulam vive em torno de uma fonte natural de fogo, mas, quando esse fogo se extingue, três membros saem em busca de uma nova chama. Depois de vários dias andando e enfrentando animais pré-históricos, eles encontram a tribo Ivakas, que descobriu como fazer fogo. Para que o segredo seja revelado, eles sequestram uma mulher Ivaka. A crueldade e o rude conhecimento de ambas as tribos vão sendo revelados ao longo do filme (*A guerra...*, 2016).

Em *Largados e Pelados*, programa da Discovery Channel que teve estreia em 23 de junho de 2013, um homem e uma mulher que não se conhecem são deixados completamente nus em meio à natureza. Sem água, comida, nem roupas, cada casal precisa explorar rapidamente os arredores e sobreviver durante 21 dias, levando apenas um objeto de uso pessoal. Esse programa constitui uma lição didática da dificuldade de conseguir fogo utilizando processos primitivos de fricção com dois gravetos.

Foi um alquimista de Hamburgo, Alemanha, chamado Henning Brandt (1630–1710) quem descobriu acidentalmente, em 1669, o elemento químico batizado de fósforo (do grego *phos*, luz, mais *phoros*, transportador), ao tentar obter ouro a partir de urina. A descoberta chegou ao conhecimento do físico inglês Robert Boyle (1627–1691), que criou, em 1680, uma folha de papel áspero com a presença de fósforo, acompanhada de uma varinha com enxofre (elemento que se incendeia com facilidade) em uma das pontas. O calor causado pela fricção do palito com a superfície áspera fazia o fósforo liberar faíscas, incendiando o enxofre. O invento, no entanto, ainda era uma curiosidade muito cara.

Foi apenas um século depois, em 1826, que os palitos de fósforo, então com 8 cm de comprimento, começaram a se popularizar. O inconveniente era que eles costumavam se incendiar sozinhos dentro da embalagem. Esse problema seria resolvido somente em 1855, com o surgimento do “fósforo de segurança”, recoberto com um agente isolante para não pegar fogo à toa. No Brasil, o fósforo só passou a ser fabricado no início do século 20 pela Fiat Lux (História..., 2016). Hoje esse produto é encontrado com extrema facilidade em qualquer minimercado (mercadinho), da zona urbana ou rural, ao preço aproximado de R\$ 0,50 a caixa (com 40 unidades de palitos de fósforo), sendo um item básico do consumo das famílias. Nos supermercados, o produto é tradicionalmente comercializado em embalagens com 10 unidades de caixas de fósforo.

Até 1805, sílex e aço eram de uso universal e, então, o meio mais fácil de fazer fogo. Completavam o processo uma caixa de pavios e uma de palitos sulfurados. As faíscas apareciam pelo contato do aço com o sílex.

Em 1827, o químico inglês John Walker (1781–1859), em Stocktonon-Tess, nordeste da Inglaterra, inventou o primeiro fósforo de fricção. Usou como cobertura do palito uma mistura com duas partes de sulfito de antimônio e uma parte de clorato de potássio. A mistura era transformada numa pasta com goma-arábica. Os palitos, após embebidos no enxofre derretido, eram mergulhados de novo nessa mistura. O fósforo rapidamente se inflamava quando puxado entre duas folhas de lixa.

Após o descobrimento dos fósforos de segurança, fase em que se assinala a 30 de outubro de 1844 o registro de uma patente na Suécia, com base na invenção do sueco Gustav Erik Pasch (1788–1862), a industrialização do fósforo rapidamente se espalhou pela Europa.

No Brasil, a Swedish Match é líder do mercado de fósforos com a marca Fiat Lux e mantém uma posição de destaque no mercado de isqueiros descartáveis com a marca Cricket. A empresa possui três fábricas no Brasil – em Curitiba, onde são produzidos os fósforos Fiat Lux Casa, Cozinha Fortes, Extra-Longos, Pinheiro, Olho, Moça e Beija-Flor para abastecer o mercado nacional; em Manaus, para a produção dos isqueiros descartáveis Cricket distribuídos no Brasil e na América Latina; e em Pirai do Sul, para a produção de palitos. A Fosnor, subsidiária da Fiat Lux, chegou a implantar uma fábrica na estrada de Belém a Icoaraci, cuja primeira produção obtida em 8 de outubro de 1967 foi doada às obras sociais da Paróquia de Nazaré (Pinto, 2018).

A invenção da motosserra: a mecanização nas derrubadas

A motosserra como inovação tecnológica começou a ser difundida no início da década de 1970 na Amazônia, com a ministração de cursos sobre o manejo do equipamento pelas empresas revendedoras. O uso da motosserra aumentou a produtividade da mão de obra na derrubada de floresta densa em comparação com o uso do machado, da foíce e do terçado em 700% e a produtividade da extração madeireira em 34 vezes, além da comodidade. Tornou-se um equipamento singular das propriedades agrícolas, nascendo a especialidade de “motosserristas”, que fazem desmatamentos com motosserra própria ou do proprietário, com ou sem fornecimento de combustível, para fazer tábuas, pranchões, currais, casas, pontes, etc. Quanto à facilidade de manutenção e reposição de peças, é um equipamento similar a uma motocicleta, comumente encontrada até em comunidades rurais da região amazônica.

A civilização do fogo teve na motosserra a inovação tecnológica que facilitou os grandes desmatamentos que passaram a dominar a Amazônia a partir do início da década de 1970. A capa da revista *Veja*, edição de 7 de abril de 1999, destaca a motosserra como símbolo do desmatamento na Amazônia. A motosserra é também utilizada em filmes de terror. Além disso, ficou muito conhecido o crime do ex-coronel da Polícia Militar do Acre e ex-deputado federal cassado Hildebrando Pascoal Nogueira Neto (1952), que ficou conhecido como deputado da motosserra.

Sem condições de conter o desmatamento, o governo assinou a Lei 7.803, de 15 de julho de 1989, que obrigou o registro no Ibama dos estabelecimentos comerciais responsáveis pela comercialização de motosserras e estabeleceu licença de porte, renovável a cada 2 anos (Brasil, 1989). A Portaria 149-P, do

Ibama, publicada no Diário Oficial da União, no dia 15 de janeiro de 1993, obrigou o registro e o licenciamento para comercialização de motosserra, bem como àqueles que, sob qualquer forma, adquirirem este equipamento. Todas essas medidas se revelaram inócuas, uma vez que o desmatamento prosseguiu de forma contínua até 2004, quando começou a reduzir pelo efeito da governança. No Novo Código Florestal (Brasil, 2012), a comercialização e o uso da motosserra está regido pelas seguintes normas:

Art. 69. São obrigados a registro no órgão federal competente do Sisnama os estabelecimentos comerciais responsáveis pela comercialização de motosserras, bem como aqueles que as adquirirem.

§ 1º A licença para o porte e uso de motosserras será renovada a cada 2 (dois) anos.

§ 2º Os fabricantes de motosserras são obrigados a imprimir, em local visível do equipamento, numeração cuja sequência será encaminhada ao órgão federal competente do Sisnama e constará nas correspondentes notas fiscais.

A invenção da motosserra é creditada a Andreas Stihl (1896–1973), que, em 1927, patenteou, na Alemanha, um equipamento composto de uma correia como elemento de corte e um motor de gasolina, que pesava 58 kg. Em 1931, próximo a Stuttgart, começam a ser fabricadas as primeiras motosserras, que foram exportadas para a Rússia e os Estados Unidos. Em 1937, aperfeiçoou seu invento produzindo uma motosserra que pesava 21 kg.

Em 1947, Joseph Buford Cox (1905–2002), de Oregon, Estados Unidos, inventou a correia de corte atualmente utilizada em todas as motosserras, inspirada na larva do besouro da madeira, com dois cortadores: enquanto um está cortando, o outro está calibrando a profundidade. Em 1948, Robert Paxton McCulloch (1911–1977) aperfeiçoou a motosserra inventada por Andreas Stihl em 1927 e por Joseph Cox em 1947, produzindo uma que pesava apenas 11 kg.

O aperfeiçoamento da motosserra continuou nas décadas de 1950 a 1960, sendo o último modelo bem mais leve do que os anteriores e com maior segurança. No final da década de 1960, foi fabricada a primeira motosserra com dispositivo que isolava as intensas vibrações do seu motor, permitindo a sua utilização durante um tempo maior e, na década de 1970, as serras passaram a ter correias mais aperfeiçoadas, dispositivos de segurança e redução de peso.

O grande mercado para as derrubadas de matas para agricultura e indústria madeireira fez com que, em 1973, a multinacional Stihl, tradicional fábrica produtora de motosserra, instalasse uma unidade no município de São Leopoldo, Rio Grande do Sul. As primeiras motosserras fabricadas começaram a ser vendidas em 1975, substituindo as importadas desde a década de 1950. Ressalta-se que hoje existem no País diversos modelos de motosserras com serviço de revenda e assistência técnica em todo o Brasil. Com o advento da motosserra, somado às técnicas de derrubadas com tratores de esteiras ou com correntões e mais as queimadas, estavam completos os fatores que acentuaram o desmatamento da Amazônia.

Curupira ou Smokey Bear?

Em 1560, o Padre José de Anchieta (1534–1597) mencionava a existência do Curupira, um ente mitológico indígena com corpo de anão, cabeleira vermelha, pés ao contrário, com os calcanhares para diante, que era considerado o senhor dos animais, protetor das árvores e gostava de enganar os caçadores para salvar a caça. Entre os gregos da antiguidade, a deusa Diana era considerada a deusa da floresta e da caça. Isso acontece frequentemente nas lendas de todos os povos, quando as mesmas coisas são simbolizadas por deuses equivalentes. O que muda é só o aspecto do ser mitológico, de acordo com a cultura e os costumes de cada povo. Parece que esses entes mitológicos pouco contribuíram para proteger os recursos naturais da região (Homma, 2000).

Em outro extremo, nos Estados Unidos, um mascote artificial foi criado em 1944 com a denominação de Smokey Bear, cuja tradução poderia ser Urso Fumaça. Essa história verídica aconteceu nesse país quando os guardas florestais do Forest Service (Serviço Florestal), na vila de Capitan, Novo México, salvaram um pequeno urso que, para escapar do fogo, tinha subido em uma árvore e foi batizado de Smokey Bear. O urso foi encaminhado de avião para o National Zoo, em Nova Iorque. No local onde o bravo urso foi salvo, foi erguido um museu que ainda existe. A simpática figura estilizada de Smokey Bear com uniforme de guarda florestal fez um enorme sucesso, cativando mentes e corações dos americanos, que comemoraram 70 anos de sua criação em 2014. A frase atribuída ao Smokey Bear, "Only you can prevent forest fires!" (Somente você pode prevenir incêndios florestais!), ganhou respeito e admiração das crianças e adultos, e esse sucesso deve ser analisado para o caso brasileiro.

Por detrás de tudo isso, há uma figura importante do ambientalismo americano chamado Gifford Pinchot (1865–1946), que criou o Forest Service, equivalente

ao Ibama brasileiro, em 1905. Pinchot pode ser considerado o precursor do desenvolvimento sustentado, tendo enfrentado uma tenaz luta para preservar áreas de floresta naquele país, que sofria uma fúria desenvolvimentista sem precedentes, em 1890, quando retornou do curso de Engenharia Florestal na França. É importante frisar que, naquela época, os Estados Unidos não tinham curso de Engenharia Florestal.

Pinchot tornou-se assessor do presidente Theodore Roosevelt (1858–1919), que recebeu o Prêmio Nobel da Paz em 1906, por sua intermediação na guerra russo-japonesa e, em 1913–1914, participou com Cândido Mariano da Silva Rondon (1865–1958) da exploração das cabeceiras do Rio Madeira, que teve um de seus afluentes nomeado de Rio Roosevelt. É bem provável que esse gosto pela Natureza do presidente Roosevelt tenha sido influenciado por Pinchot, que conseguiu expandir de 32 florestas nacionais em 1898, para 149 em 1910, abrangendo mais de 78 milhões de hectares.

Atualmente, nos Estados Unidos, as áreas protegidas cobrem mais de 283 milhões de hectares, isto é, 30% do território americano, apesar de as florestas originais daquele país representarem apenas 5%. Isto não significa que se pode justificar o desmatamento da Amazônia porque os americanos assim o fizeram. Em 2017, o sistema de parques nacionais americanos recebeu 331 milhões de visitantes, os quais pagaram de entrada 17 bilhões de dólares. Geraram 306 mil empregos diretos e indiretos e adicionaram na economia, entre salários, hotéis, restaurantes, transportes, mantimentos, etc., 67,958 bilhões de dólares, representando 1,23% do PIB americano (Thomas et al., 2018). A existência de uma pujante classe média americana traz a demanda de bens e serviços associados com o fluxo de turistas para os parques nacionais, ajudando-os na sua manutenção.

A experiência americana é importante para o caso brasileiro, especialmente na Amazônia, quando se verifica que as inúmeras tentativas visando reduzir desmatamento e queimadas apresenta sucesso relativo decorrente muito mais do efeito governança que do padrão moral e ético. Pode-se mencionar, como exemplo, o Decreto 97.635, de 10 de abril de 1989, que instituiu o Sistema Nacional de Prevenção e Combate aos Incêndios Florestais (Prevfogo), encarregado de promover, por intermédio do Ibama, a prevenção de incêndios florestais e queimadas na Amazônia, perante as repercussões negativas que o País apresentava naquela época.

As pressões internacionais com o aumento do desmatamento e das queimadas levaram o governo Fernando Henrique Cardoso a lançar a Medida

Provisória 1.511, de 25 de julho de 1996, que fez parte do conjunto de medidas conhecido como “pacote ecológico”, estabelecendo o aumento de 50% para 80% das áreas passíveis de preservação e dando nova redação ao Código Florestal. O incidente do grande incêndio em Roraima, em fevereiro de 1998, levou o governo a lançar, no dia 8 de julho de 1998, o Programa de Prevenção e Controle de Queimadas e Incêndios Florestais na Amazônia Legal (Proarco).

O Programa Áreas Protegidas da Amazônia (Arpa), lançado em 2002 para ser executado em três fases independentes e contínuas, é considerado o maior programa de conservação de florestas tropicais no mundo. Trata-se de uma ação do governo federal, coordenada pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA) e gerenciado financeiramente pelo Fundo Brasileiro para a Biodiversidade (Funbio). O programa atingiu, até 2016, 59,2 milhões de hectares em 114 Unidades de Conservação (UC), estando ainda 18 UC em tramitação, com possibilidade de incorporar mais 5,4 milhões de hectares. O Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal (PPCDAm), criado em 2004, cumpriu com êxito suas três fases (2004–2008, 2009–2011 e 2012–2015), conseguiu reduzir o desmatamento com maior uso das áreas já desmatadas.

Verifica-se que, em todas essas medidas, o componente humano, que atua positiva ou negativamente e é o mais importante, não é levado em conta. É interessante observar que os caboclos da Amazônia apresentam um grande espírito cooperativo, manifestado por meio do *ajuri* ou mutirão, em trocas de dias de serviços entre vizinhos, ajuda comunitária, entre outros. Esse mesmo espírito tende a desaparecer quando transformado em atos formais, por exemplo, na criação de cooperativas impostas, que, por desconhecerem as bases humanas, tendem a fracassar em curto espaço de tempo.

No século 20 de grandes contrastes, tivemos o domínio da Física, que culminou no uso da energia nuclear, das viagens espaciais e paradoxalmente da tragédia e esperança na movimentação de grandes massas de migrantes no País, especialmente na Amazônia, e no mundo. O século 21 terá o domínio da Biologia, proporcionado pela descoberta da estrutura em dupla hélice do DNA, em 1953, por Francis Harry Compton Crick (1916–2004) e James Dewey Watson (1928), permitindo a Engenharia Genética, não apenas em plantas e animais, mas também em seres humanos. Por essa razão, preservar a Floresta Amazônica, utilizando a fronteira interna já conquistada, deve ser o caminho a ser seguido, pela importância que a biodiversidade pode representar no futuro.

Construindo a Terceira Natureza aproveitando os benefícios da destruição

É possível desenvolver uma agricultura na Amazônia que prescindia do desmatamento e das queimadas, contribuindo para atingir o desmatamento zero almejado pela sociedade brasileira e mundial. Como na Amazônia já foram desmatados mais de 76 milhões de hectares, fica evidente que a agricultura não pode ser desprezada no contexto de desenvolvimento regional. Para isso, é primordial a criação de uma nova agricultura voltada para a utilização da fronteira interna já conquistada, recuperando áreas que não deveriam ter sido desmatadas, tais como: margens de igarapés, rios, áreas declivosas, pedregosas e nascentes, bem como aquelas de interesse da biodiversidade.

A agricultura regional convive com a dualidade de uma agricultura avançada em um extremo, que utiliza plantadeiras e colheitadeiras, transplante de embriões e outros insumos agrícolas e, no outro extremo, a agricultura itinerante, baseada na derruba e queima e na utilização de ferramentas rudimentares. A agenda de pesquisa para reduzir a pressão sobre os recursos naturais deve procurar a fixação da agricultura na mesma área espacial e evitar a contínua incorporação de novas áreas.

Considerando um pequeno produtor típico da Amazônia que derruba 2 ha de floresta densa e cultiva por 2 anos, deixando 10 anos em pousio para derrubar novamente, seriam necessários 12 ha e 12 anos para voltar ao local original para iniciar nova derrubada. Se procedimentos tecnológicos permitissem o cultivo por 3 anos, aumentando apenas em 1 ano a permanência na área derrubada, seriam necessários 10 ha e 15 anos para voltar ao local original, reduzindo o desmatamento em 17%.

Técnicas singulares para evitar desmatamentos e queimadas com a utilização contínua da mesma área mediante destoca, aração e gradagem, além de cuidados com a conservação de solos, efetuando rotação de cultivos com leguminosas, plantio direto e variedades mais produtivas, precisam estar disponíveis e viáveis economicamente. Para isso, é necessário que políticas públicas sejam implementadas na Amazônia, visando reduzir o custo de recuperação, que no momento é bastante elevado e induz a utilização de práticas não sustentáveis mais baratas. É necessário que sejam ampliados os insumos modernos, como calcário, que chega a R\$ 250,00/t, e a venda de fertilizantes e de tratores em toda a região Norte (Tabela 2).

Tabela 2. Venda de fertilizantes químicos e de tratores de rodas para estados da Amazônia Legal e estados selecionados.

Local	Fertilizantes (t)		Tratores	
	2014	2015	2014	2015
Região Norte	1.172.954	1.169.557	2.851	2.589
Amazonas	9.646	7.662	105	25
Pará	422.162	391.193	1.283	1.189
Rondônia	141.749	146.568 ↑	555	511
Acre	2.134	2.983 ↑	68	111
Amapá	14.257	8.819	8	18
Roraima	24.446	9.808	112	108
Tocantins	558.560	602.524 ↑	720	627
Região Centro-Oeste	10.535.089	10.251.874	7.463	5.676
Mato Grosso	5.844.079	5.629.235	3.208	2.668
Nordeste	3.678.563	3.145.657	4.784	3.331
Maranhão	600.225	560.993	1.012	605
Região Sudeste	8.044.493	7.399.015	17.062	11.891
Espírito Santo	443.862	375.215	1.395	1.016
Região Sul	8.777.972	8.235.895	23.452	13.894
Santa Catarina	751.626	665.102	4.625	2.562
Brasil	32.209.071	30.201.998	55.612	37.381

Fonte: Associação... (2016); Vegro (2016).

Aumentando a produtividade da terra e da mão de obra

É bastante baixa a produtividade da pequena produção na Amazônia, tanto de culturas anuais quanto de culturas permanentes, e da pecuária. Não se justifica a derrubada de 1 ha de floresta densa para produzir 1,5 t de arroz com casca, 2 t de milho e 14 t de raiz de mandioca, seguido de pastagem por 10 ou 12 anos e depois a transformação em juquira².

A maior crítica a essa prática, que envolve derruba e queima, deve-se ao fato de que parcelas de floresta densa estão sendo derrubadas para o cultivo por 2 ou 3 anos, visando à subsistência do agricultor. Como resultado dessa atividade, há o surgimento de capoeiras (vegetação secundária) substituindo áreas de floresta densa.

Fatores como o crescimento populacional e a falta de opções tecnológicas têm contribuído para o encurtamento do tempo de posio. Como

²Vegetação formada de ervas daninhas características de terras em avançado estágio de degradação. Essa vegetação secundária apresenta diversas gradações (juquira, capoeirinha, capoeira e capoeirão) que, até sua transformação em floresta densa, pode levar de 50 a 100 anos (Goodland; Irwin, 1975).

consequência, observa-se o declínio da produtividade agrícola causado pelo tempo insuficiente para que a capoeira acumule biomassa e nutrientes e melhore a fertilidade do solo. Esse quadro tem provocado instabilidade no uso da terra, resultando no crescimento de áreas abandonadas e pode levar a pequena produção ao colapso (Vieira et al., 2006).

Com as técnicas de recuperação de áreas degradadas, é possível que a pequena produção aumente o tempo de permanência no lote e a produtividade das culturas e criações. A teoria da perda de capacidade da regeneração da vegetação secundária com períodos de pousio mais curtos com o crescimento demográfico foi muito bem contextualizada por Ester Boserup (1910–1999), tendo sido aplicada na região amazônica e conduzindo a maiores desmatamentos e queimadas (Boserup, 1987).

Com a redução absoluta e relativa da população rural, a agricultura regional terá que intensificar a sua produção. A atual população urbana/rural na Amazônia indica que cada trabalhador rural precisa produzir alimento para si e para mais três pessoas que moram nos centros urbanos, sem contar com as exportações. Esta é uma indicação de que é preciso aumentar a produtividade da terra e da mão de obra e sair da agricultura de derruba e queima.

Dessa forma, sistemas extrativos que impliquem na coleta de produtos dispersos na floresta conduzem à perda de competitividade em médio e longo prazo, dado o custo de oportunidade de mão de obra. Daí a importância de utilizar plantas da biodiversidade amazônica que apresentem potenciais de mercado e com estoques reduzidos. Como até o momento não foi possível inventar uma máquina que vá sangrar a seringueira, que faça a colheita do cacau, cupuaçu, pupunha, açaí, pimenta-do-reino, entre outros, estas atividades podem ser mercado cativo da pequena produção.

Algumas atividades, como a coleta de acerola, que exige o contínuo repasse, e a coleta de frutos de taperebá e de muruci, que precisam ser apanhados no chão, exigem a flexibilidade da coluna vertebral ou a agilidade para subir nos pés de açaizeiros. Com a aprovação da Emenda Constitucional 20, a partir de dezembro de 1998, que estabelece a idade mínima de 16 anos para ingresso no mercado de trabalho, as restrições quanto ao uso da mão de obra infantil a tornaram privativa da pequena produção (Ferro; Kassouf, 2005).

Investimentos nos recursos humanos

Os cientistas brasileiros já deram provas da sua capacidade e engenhosidade. Isso pode ser comprovado pela extração de petróleo de lâminas de água profundas, construção de aviões regionais, desenvolvimento do Proálcool e conquista dos cerrados. Há necessidade de ampliar os investimentos em ciência e tecnologia (C&T) na Amazônia para promover a quinta revolução tecnológica brasileira desta feita sobre a região.

Para uma região que concentra 13,4% da população brasileira, o percentual de pesquisadores com nível de doutorado trabalhando em todas as áreas do conhecimento (7,03%) coincide também com o percentual dos investimentos em C&T. Há necessidade de duplicar nos próximos anos os recursos humanos e financeiros em C&T para equilibrar com o percentual da população regional. Em 30 de novembro de 2016 havia no país 132.631 cientistas com nível de doutorado, dos quais apenas 9.320 na Amazônia Legal (7,03%). A título de comparação, somente a USP tem em seus quadros 7.733 doutores e o Brasil graduou, em 2016, 15.525 doutores e 32.700 mestres, com diversos padrões de qualidade (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, 2018). Em termos agregados, há uma equipe desbalanceada de pesquisadores na Amazônia. Predomina a formação humanística em detrimento da área técnica e com forte domínio da área de Ciências Biológicas (Tabela 3). As entidades de financiamento de pesquisa deveriam concentrar os tópicos de pesquisa, amplamente pulverizados, com foco definido para resultados de interesse da sociedade. O grande contingente de biólogos deveria envidar esforços visando ao avanço da piscicultura.

Tabela 3. Contingente de pesquisadores com nível de doutorado cadastrados na Plataforma Lattes, em 31 de maio de 2016.

Estado	Ciências Agrárias	Ciências Biológicas	Ciências Humanas	Ciências Sociais Aplicadas
Acre	64	33	83	18
Amapá	16	37	62	16
Amazonas	155	290	178	84
Pará	299	451	458	193
Rondônia	50	39	111	41
Roraima	53	30	61	24
Tocantins	147	74	147	51
Maranhão	165	130	266	119
Mato Grosso	347	217	310	119

Continua...

Tabela 3. Continuação.

Estado	Ciências Agrárias	Ciências Biológicas	Ciências Humanas	Ciências Sociais Aplicadas
Amazônia Legal	1.296	1.301	1.676	665
Brasil	12.746	16.052	21.315	13.303

Fonte: Adaptado de Conselho... (2018).

Dentro desse contexto, torna-se extremamente necessária a criação de novas unidades de pesquisa agrícola nos estados da Amazônia Legal. Aliás, o conceito de Amazônia Legal criado pela Lei 1.806, de 6 de janeiro de 1953 (Brasil, 1953), por Getúlio Vargas (1882–1954), simultaneamente com a Superintendência do Plano de Valorização Econômica da Amazônia (SPVEA), precisaria ser extinto, necessitando planos estaduais para todos os estados componentes. Ressalta-se o prejuízo que vem sofrendo o estado do Maranhão, sendo cortado ao meio pelo conceito da Amazônia Legal, para fins de planejamento.

É interessante frisar que o discurso sobre a Amazônia não tem correspondido, na prática, a reduções nas desigualdades regionais. O apelo do nome Amazônia tem sido bastante utilizado pelas grandes empresas, organizações não governamentais e governos, mas não está correlacionado com os investimentos aplicados. Há que se ter o devido cuidado com o fenômeno da criação de memes³, que assumem caráter positivo ou negativo. Comenta-se muito sobre o aproveitamento da sua biodiversidade e se esquece da formação dos seus recursos humanos, sem os quais não seria possível essa revolução e, conseqüentemente, uma agricultura tropical que prescindia do uso do fogo para o preparo da área.

A conexão urbana e o condomínio dos países da Bacia Amazônica

Uma das causas dos desmatamentos e queimadas está associada à baixa fertilidade dos solos de terra firme. Se for possível aproveitar a parte orgânica do lixo urbano e transferir para as áreas agrícolas, ajudaria a resolver um grande problema ambiental urbano, além de manter a fertilidade do solo. A Bacia Amazônica está se transformando num grande esgoto das cidades ao longo da sua calha (Iquitos, Manaus, Belém, Barcarena, Porto Velho, Ji-Paraná,

³Termo criado em 1976 por Clinton Richard Dawkins (1941) no seu bestseller *O Gene Egoísta*, considerado uma unidade de evolução cultural que pode de alguma forma autopropagar-se.

Rio Branco, Parintins, Santarém, Macapá, etc.). Como o leito dos rios constitui a parte mais baixa, todos os dejetos terminam contaminando os corpos d'água, e a gravidade dessa situação tende a aumentar com o crescimento populacional.

Os resíduos gerados pelas populações urbanas constituem uma grande preocupação planetária, o que não é diferente para a Amazônia. Os resíduos gerados pela Natureza são facilmente metabolizados, o que não ocorre com os resíduos agroindustriais. A gravidade dos dejetos animais assume proporções bastante graves em países europeus, tanto que o embaixador holandês Andre C. Brouwer, em entrevista ao jornal *O Liberal* de 24 de fevereiro de 1995, declarou que seu país estaria interessado em exportar anualmente 500 mil toneladas de dejetos de suínos e aves para recuperar áreas degradadas da Amazônia (Marajó, 1995). A contraposta interessante seria a Amazônia exportar suínos e aves em vez de soja e milho, promovendo a verticalização da produção, reduzindo a poluição ambiental na Holanda e promovendo a recuperação de áreas degradadas na região.

Há necessidade de estabelecer propostas singulares visando ao aproveitamento tanto do componente orgânico do lixo urbano, quanto de plásticos, papel, vidros, metais, entre outros. Para muitos desses produtos a decomposição pode levar séculos. As nascentes do Rio Amazonas e de muitos de seus afluentes têm suas origens nos países vizinhos, onde também ocorrem desmatamentos e queimadas sobre os quais não existem dados estatísticos. Há necessidade de estabelecer um condomínio dos países da Bacia Amazônica para reduzir os desmatamentos e queimadas, que não são exclusivos da Amazônia brasileira (Kinoshita, 2014).

Muitos afluentes da margem direita do Rio Amazonas e do Rio Tocantins têm suas nascentes nos cerrados e têm sofrido forte desmatamento nas suas cabeceiras. A Lei nº 12.305/2010 (Brasil, 2010), que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), cuja vigência seria até agosto de 2014, para desativação dos lixões, foi prorrogada por mais 4 anos.

Aposta no estado ambiental

As pressões internacionais sobre a Amazônia, que foram ampliadas com o assassinato do líder sindical Chico Mendes (1944–1988), encurralaram o Governo Sarney, segundo Costa (1985–1990), levando-o a adotar diversas medidas para conter os desmatamentos e queimadas que continuaram nos governos seguintes.

De início, estes decretos, leis, medidas provisórias, criação/fechamento de instituições e planos tinham caráter cosmético, sem muita preocupação com a sua exequibilidade, e passaram com a assunção de cargos federais e estaduais por integrantes de organizações não governamentais (ONGs) e ambientalistas, a partir do governo Collor (1990–1992). A realização da Rio 92 foi bastante emblemática quanto à nova postura que a sociedade brasileira passou a seguir, cujos resultados começam a se evidenciar a partir de 2004, durante gestão do governo Lula (2003–2011), com a redução dos desmatamentos e queimadas na Amazônia. Essa redução mostra o acerto das políticas ambientais, com sinais de desobediência nos últimos anos. Sobretudo para os estados de Mato Grosso, Rondônia e Pará, precisaria estar acompanhado de um programa de utilização de áreas já desmatadas, sob o risco de prejudicar a segurança alimentar e a geração de renda e emprego.

No estado do Amazonas, a implantação da Zona Franca de Manaus, em 1967, e a sua extensão até 2073⁴, baseando-se apenas na perenização dos incentivos fiscais, constitui uma incógnita no longo prazo. Como consequência da geração de emprego promovida pelo Polo Industrial de Manaus (PIM) e do crescimento do setor de serviços, ocorreu drenagem da mão de obra rural, promovendo a redução da produção de alimentos e o abandono da produção de juta e malva.

O estado do Amazonas apresenta uma forte dependência de importação de alimentos (arroz, frango, leite, farinha, carne, peixe, frutas, hortaliças, etc.), oriundos de estados vizinhos, de outras regiões do País ou do exterior. A desaculturação alimentar, com o consumo de refrigerantes, maçãs mais acessíveis do que as frutas regionais, iogurtes, enlatados, é percebida não somente nas capitais da região Norte, mas nas comunidades interioranas e até nas populações indígenas (Homma, 2003; Alves; Homma, 2008).

O PIM conseguiu sobreviver à crise econômica internacional que se iniciou em 15 de setembro de 2008, com a concordata do Banco Lehman Brothers, quarto maior banco de investimentos dos Estados Unidos. A fragilidade desse modelo evidenciou-se com a crise econômica, fortemente dependente do mercado nacional, que deixou de adquirir os bens produzidos no PIM que podem ser postergados. Isto levou à estagnação, que ampliou durante o governo Dilma Rousseff (2011–2016).

Antes da crise, o município de Manaus possuía o sexto PIB entre os cem maiores municípios brasileiros e primeiro da região Norte (2013), como

⁴Em 5 de agosto de 2014, foi aprovada a Emenda Constitucional 83, que prorrogou os benefícios tributários da Zona Franca de Manaus por 50 anos, até 2073.

modelo de desenvolvimento e de preservação da Floresta Amazônica. A defesa eloquente do PIM, pelo fato de o município de Manaus representar apenas 0,73% da área do estado do Amazonas, tinha um efeito tamponante quanto às derrubadas e queimadas e gerador de emprego e renda. O município de Manaus concentra 76,87% do PIB estadual (2013) e 52,15% da população estadual (2014), revelando um sistema concentrador de renda e fortemente dependente de emprego gerado pelo PIM.

O estado ambiental tem na venda dos serviços ambientais e de créditos de carbono a espinha dorsal de muitas propostas para a Amazônia. A tendência do crescimento das atividades mais amigáveis com relação ao meio ambiente no País e no exterior, aumentando a oferta de serviços ambientais, irá reduzir os preços do mercado de carbono no futuro. Com certeza, em médio e longo prazo, o mercado de carbono vai ser vítima do seu próprio sucesso. O mercado de carbono obedece as mesmas regras da oferta e demanda de um bem ou serviço econômico (Wunder et al., 2008).

Conclusões

Até a Revolução Industrial, havia um equilíbrio entre a emissão de CO₂ (queimadas e respiração) e o seu consumo (pela fotossíntese), mantendo dessa forma sua concentração estável na atmosfera. A extinção da civilização do fogo na Amazônia vai depender da melhoria dos seus recursos humanos e do contínuo avanço científico. Cabe à atual geração e às futuras corrigir os estragos provocados pela civilização do fogo e reduzir os impactos posteriores. Felizmente, os cenários pessimistas da civilização do fogo não se concretizaram até a presente década, podendo até comprovar a validade da Curva de Kuznets Ambiental, nas áreas desmatadas no passado.

A redução dos desmatamentos e queimadas que passou a evidenciar a partir de 2004 vai depender da busca de novas alternativas tecnológicas e econômicas que enfatize a utilização parcial das áreas desmatadas e recuperação de áreas que não deveriam ter sido desmatadas. No longo prazo, entende-se que a curva de cobertura florestal dos estados da Amazônia Legal precisa reverter para a forma de “U”, que já está ocorrendo em diversos países europeus e nos Estados Unidos.

Há muitas tecnologias que já foram desenvolvidas pelos pesquisadores e produtores, outras constituem ideias utópicas, visando evitar o uso do fogo no preparo da área para o cultivo, e não foram comentadas neste capítulo por razões de espaço. A grande questão refere-se à sua viabilidade econômica e à sua possibilidade de uso, uma vez que as técnicas menos sustentáveis são mais baratas. Conclui-se que exige um grande esforço de experimentação

nesta área. O aumento da produtividade da terra e da mão de obra, técnicas de conservação do solo, controle de ervas daninhas, plantio direto, cobertura morta, entre outras, são imprescindíveis para uso pelos produtores da região.

Um eficiente sistema de governança, que permita o monitoramento e a fiscalização para impedir o desmatamento e as queimadas, bem como um sistema de sanções é importante para garantir a integridade da região. Por sua vez, um comportamento durkheiminiano⁵ versus weberiano⁶ revela-se mais salutar no contexto de médio e longo prazo. Desaconselhar a prática de derrubada e queimada como algo inerente ao comportamento cultural seria mais apropriado do que sanções e penalidades impostas por normas legais. Para isso, os investimentos nos recursos humanos constituem o caminho mais seguro para a consolidação de uma nova civilização para a Amazônia.

As propostas do estado ambiental fortemente defendida pelos movimentos ambientais para reduzir os desmatamentos e queimadas na Amazônia estão conduzindo à paralisa das atividades econômicas. Seria possível a população regional obter renda e emprego com a utilização de 82% da “floresta em pé” ou em 18% que já foram desmatados? O desenvolvimento rural na Amazônia, a redução dos impactos ambientais e o cumprimento dos preceitos legais vão depender da criação de alternativas tecnológicas, econômicas e ambientais que gerem renda e emprego.

Referências

A GUERRA DO FOGO. Direção: Jean-Jacques Annaud. Produção: Denis Héroux, Jacques Dorfmann, John Kemeny, Véra Belmont, Michael Gruskoff. Elenco: Everett McGill, Ron Perlman, Nicholas Kadi. [S.l.: s.n.], 1981. Disponível em: <<https://vimeo.com/256332779>>. Acesso em: 19 set. 2016.

ALVES, R. N. B.; HOMMA, A. K. O. **Amazônia**: do verde ao cinza. 2. ed. rev. e atual. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2008. 243 p.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE VEÍCULOS AUTOMOTORES. **Anuário da Indústria Automobilística Brasileira 2016**. São Paulo, 2016. 150 p. Disponível em: <<http://www.virapagina.com.br/anfavea2016/#130>>. Acesso em: 20 set. 2016.

BOSERUP, E. **Evolução agrária e pressão demográfica**. São Paulo: Hucitec: Polis, 1987. 141 p.

⁵David Émile Durkheim (1858–1917) defendia os valores culturais como importantes para definir regras e comportamentos dos cidadãos.

⁶Karl Emil Maximilian Weber (1864–1920) acreditava que uma sociedade deveria ser regida com normas estabelecidas pelo Estado por meio dos seus cidadãos, como forma de fazer cumprir os requisitos dessa governança.

BRASIL. Lei 1.806, de 6 de janeiro de 1953. Dispõe sobre o Plano de Valorização Econômica da Amazônia, cria a Superintendência da sua execução e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, 7 jan. 1953. p. 1. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/1950-1969/L1806.htm>. Acesso em: 9 fev. 2019.

BRASIL. Lei 4.771, de 15 de setembro de 1965. Institui o novo Código Florestal. **Diário Oficial da União**, 16 set. 1965. p. 9529. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L4771.htm>. Acesso em: 9 fev. 2019.

BRASIL. Lei 7.803, de 15 de julho de 1989. **Diário Oficial da União**, 20 jul. 1989. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L7803.htm>. Acesso em: 9 fev. 2019.

BRASIL. Lei 12.305, de 2 agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, 3 ago. 2010. p. 2. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>. Acesso em: 9 fev. 2019.

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, 28 maio 2012. p. 1. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm>. Acesso em: 9 fev. 2019.

COHN, A. S.; GIL, J.; TOLEDO, C.; BERGER, T. Patterns and processes of pasture to crop conversion in Brazil: Evidence from Mato Grosso State. **Land Use Policy**, v. 55, p. 108-120, 2016.

CONSELHO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO. **Painel Lattes**. Disponível em: <<http://estatico.cnpq.br/painelLattes/mapa/>>. Acesso em: 23 out. 2018.

DEAN, W. **A ferro e fogo: a história e a devastação da Mata Atlântica Brasileira**. São Paulo: Companhia das Letras, 1996. 484 p.

FERRO, A. R.; KASSOUF, A. L. Avaliação do impacto dos programas Bolsa Escola sobre o trabalho infantil no Brasil. **Pesquisa e Planejamento Econômico**, v. 35, n. 3, p. 417-444, 2005. Disponível em: <<http://ppe.ipea.gov.br/index.php/ppe/article/view/51/29>>. Acesso em: 18 fev. 2019.

GOODLAND, R.; IRWIN, H. **A selva amazônica: do inferno verde ao deserto vermelho?** São Paulo: Itatiaia: Universidade de São Paulo, 1975. 156 p. (Reconquista do Brasil, 30).

HOMMA, A. Curupira ou Smokey Bear? **Gazeta Mercantil**, p. 2, 20 mar. 2000.

HOMMA, A. K. O. **História da agricultura na Amazônia: da era pré-colombiana ao terceiro milênio**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2003. 274 p.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (Brasil). **Prodes**. [São José dos Campos, 2019?]. Disponível em: <<http://www.obt.inpe.br/prodes/dashboard/prodes-rates.html>>. Acesso em: 9 fev. 2019.

JESUS, R. M. Nossos avanços. **Opiniões**, p. 12, jun./ago. 2012.

KINOSHITA, D. L. **Uma estratégia para inserção soberana da América Latina na economia globalizada: a questão amazônica**. São Paulo: Ifusp, 1999. 4 p. Disponível em: <<https://core.ac.uk/download/pdf/37516731.pdf>>. Acesso em: 29 dez. 2014.

LAURANCE, W. F.; COCHRANE, M. A.; BERGEN, S.; FEARNSIDE, P. M.; DELAMÔNICA, P.; BARBER, C.; D'ANGELO, S.; FERNANDES, T. The Future of the Brazilian Amazon. **Science**, v. 291, n. 5503, p. 438-439, 2001.

LEONEL, M. O uso do fogo: o manejo indígena e a piromania da monocultura. **Estudos Avançados**, v. 14, n. 40, p. 231-250, 2000.

LOBATO, M. **Urupes**. 1. ed., 6. impr. São Paulo: Globo, 2007. 177 p.

MARAJÓ pode ficar livre de enchentes. **O Liberal**, p. 2, 24 fev. 1995.

PADUA, J. A. A profecia dos desertos da Líbia: conservação da natureza e construção nacional no pensamento de José Bonifácio. **Revista Brasileira de Ciências Sociais**, v. 15, n. 44, p. 119-142, out. 2000.

PINTO, L. F. O fogo visto do céu: advertência esquecida. **Gramsci e o Brasil**, jul. 2011. Disponível em: <<http://www.acesa.com/gramsci/?page=visualizar&id=1386>>. Acesso em: 04 set. 2016.

PINTO, L. F. Fósforos. **Jornal Pessoal**, ano 32, n. 663, p. 9, out. 2018.

THOMAS, C. C.; KOONTZ, L.; CORNACHIONE, E. **2017 national park visitor spending effects: Economic contributions to local communities, states, and the nation**. Natural Fort Collins, Colorado: National Park Service, 2018. 46 p. Resource Report NPS/NRSS/EQD/NRR—2018/1616.

TRITSCH, I.; ARVOR, D. Transition in environmental governance in the Brazilian Amazon: emergence of a new pattern of socio-economic development and deforestation. **Land Use Policy**, v. 59, p. 446-455, 2016.

VEGRO, C. L. R. **Safra 2016/17 revigora as vendas do segmento de fertilizantes**. 2016. Disponível em: <<http://www.iaea.sp.gov.br/out/LerTexto.php?codTexto=14164>>. Acesso em: 20 set. 2016.

VIEIRA, I. C. G.; FERREIRA, L. V.; HOMMA, A. K. O. **Programa de C&T para Recuperação de Áreas Alteradas no Arco do Desmatamento da Amazônia**. Belém, PA: Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência: Museu Paraense Emílio Goeldi, 2006. 105 p.

WUNDER, S.; BORNER, J.; RUGNIZ, M.; PEREIRA, L. **Pagamentos por serviços ambientais: perspectivas para a Amazônia Legal**. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2008. 136 p. (Série Estudos, 10).



O FOGO NA AGRICULTURA DA AMAZÔNIA

Raimundo Nonato Brabo Alves

Alfredo Kingo Oyama Homma

A princípio pode parecer que o uso do fogo é uma iniciativa dos agricultores da Amazônia, considerando hoje que o grande avanço do agronegócio nos deixa a impressão que ele nunca foi uma prática de agricultura no Sul e Sudeste brasileiro.

É do conhecimento de poucos, mas foi uma denúncia de desmatamento e queimadas realizados por pequenos agricultores no município de Taubaté, em São Paulo, publicada no jornal *O Estado de São Paulo*, em 1911, que levou o então fazendeiro José Bento Monteiro Lobato (1882–1948) do anonimato à vida de escritor consagrado. O escritor, inconformado com o hábito dos caboclos de queimar a mata para fazer suas roças, tentou denunciá-los à polícia. Foi convencido por um de seus capatazes de que não valia a pena. Segundo este, os caboclos eram eleitores do governo e estavam firmes com a “situação” nas eleições, por amor ao fogo.

Sem ter o que fazer, enviou uma carta para a seção de queixas e reclamações de *O Estado de São Paulo*. O jornal gostou tanto do artigo que resolveu publicá-lo fora da seção. Nascia o artigo *Velha Praga*, que mostrava um caipira denominado Jeca, de pé no chão, incapaz de fazer qualquer coisa para melhorar sua situação, entretendo-se em queimar as florestas. Monteiro Lobato, mais tarde, se arrependeria desse tratamento dado ao caipira. Mas, na época, o artigo explodiu como uma bomba na imprensa nacional. Foi reproduzido em quase uma centena de jornais. Monteiro Lobato, até então um desconhecido, virou celebridade nacional (Danton, 2000).

Se, naquela época, Monteiro Lobato indignado denominou essa atitude abominável de *velha praga*, como se pode compreender e admitir que, em pleno século 21, o fogo continua como a prática mais comum dos produtores rurais na Amazônia? Como aceitar que o poder público, com suas políticas equivocadas de “desenvolvimento” para a região, continue a ser o principal

agente da multiplicação de milhares de “Jecas”? Essas políticas incoerentes existem não somente no meio rural, mas em número expressivo nas regiões periurbanas da Amazônia.

Porém, não havendo conhecimento de como manejar os insumos agropecuários e nem disponibilidade dos mesmos, na maioria das regiões agrícolas, resta como único insumo, tanto para pequenos agricultores como para pecuaristas, as cinzas da floresta, provenientes das queimadas. As inovações tecnológicas difundidas são, sobretudo, de ordem mecânica, como ocorreu com a motosserra e a mecanização agrícola.

As próprias políticas públicas para a Amazônia sempre se têm traduzido na subtração dos recursos florestais. Há bem pouco tempo, desmatamento era considerado investimento na Amazônia. Reverter esse quadro exige maiores investimentos em educação, incremento no civismo institucional e nos valores éticos e não simplesmente em sanções legais.

Ademais, vale chamar atenção para os fatores substantivos relacionados à busca de maior eficiência produtiva e competitiva dos empreendimentos regionais como forma de contribuir para a redução dos desmatamentos e queimadas na Amazônia, como apontado por Rebello e Homma (2009), a exemplo do fortalecimento da pesquisa agrícola e extensão rural, melhoria na infraestrutura de logística, aprimoramento no planejamento agrícola em âmbito municipal, integração de atividades dos órgãos do setor público agrícola e elevação do capital social.

Desmatamento e queimadas não são de ocorrência recente na Amazônia Brasileira. Desde a Pré-História, nossos ancestrais ameríndios já os utilizavam como sistema de manejo para a renovação de pastos nativos e no preparo de pequenas roças para produção de alimentos. Os indígenas realizavam as queimadas do cerrado, geralmente durante a estiagem, com o propósito de espantar a caça de seus esconderijos e também atrair os veados, que vinham lamber as cinzas e comer os brotos novos de grama (Eiten, 1972).

Essa prática é ainda realizada pelos criadores de gado para queimar a forragem, tanto nativa como cultivada, de forma periódica, quando ficam fibrosas e lignificadas, contando com as novas brotações da pastagem para a alimentação do rebanho. O agravante é que o fogo pode escapar do controle (acidental ou induzido), queimando a vegetação circundante, e sua intensidade aumenta quando existem restos da extração madeireira.

Antes de pôr fogo no cerrado, os kayapós faziam barreiras ao redor, hoje denominadas de aceiros (faixas ao redor da área a ser queimada para cultivo,

desprovida de vegetação na superfície do solo, com finalidade de prevenir a passagem do fogo para a área de mata ou capoeira, evitando-se assim o avanço da queimada ou incêndio).

Após botar fogo, eles usavam galhos de árvore para impedir a entrada de fogo no *apêtê* (rebolada de mata). Em alguns *apêtês*, havia a penetração de um fogo controlado, que, segundo os indígenas, estimulava o crescimento e a produção de frutas como goiaba-preta (*Alibertia edulis* e *A. myrciifolia*), tucumã (*Astrocaryum vulgare*) e murici (*Byrsonima crassifolia*) (Anderson; Posey, 1985). Esse conhecimento empírico hoje é explicado pelos estudos de fisiologia de plantas. O acetileno contido na fumaça é um fito-hormônio que estimula a floração das fruteiras.

A atividade agrícola dos índios mundurucus caracterizava-se pela seguinte lógica: escolha do terreno e qualidade da terra; determinação do tamanho e forma do roçado; broca; derruba da mata; queima; coivara e queima da coivara; cavar e plantar; primeira e segunda limpeza do roçado; desmanchar o roçado (arrancar a mandioca, colher a safra); replantar a roça (Frikel, 1959). Essa sequência vem sendo imitada há anos e ainda hoje é praticada pelos grandes fazendeiros na expansão da pecuária, pelos pequenos criadores e agricultores familiares, bem como pelos novos posseiros ou assentados que vêm se estabelecer na Amazônia, processo esse denominado de agricultura de derruba e queima. Porém, ela vem sendo praticada sem os cuidados que os indígenas tomavam no manejo do fogo, com uma maior dimensão do desmatamento e sem respeito ao período de pousio da capoeira, o que ocasiona redução da produtividade pela progressiva degradação das características físicas, químicas e microbiológicas do solo. Não é raro que os índices de produtividade, em muitos locais, sejam bastante inferiores em relação à média nacional e aos estados mais desenvolvidos, como no caso da cultura da mandioca.

Somente nos últimos 30 anos, o assunto ficou preocupante em face do desmatamento desenfreado, aumento das áreas de queimadas, detecção da elevação dos níveis de concentração de carbono na atmosfera (Gases de Efeito Estufa – GEE), aquecimento global, alterações climáticas e erosão da biodiversidade, mortalidade de animais e plantas ou retirada de seus habitats naturais pelo tráfico internacional de animais silvestres e plantas. A região também atravessa, a cada ano, períodos de seca mais prolongados, que têm contribuído para a exposição de áreas cada vez mais extensas de florestas suscetíveis às queimadas.

O monitoramento da ocorrência de fogo na Amazônia, utilizando imagens de satélite, tem contribuído para o processamento de estatísticas que auxiliam

nas eventuais ações punitivas e nas raras oportunidades de aplicação da lei ambiental. Tais estatísticas, no entanto, não têm servido de indicadores norteadores para a execução de políticas públicas das instituições federais, nem para o empreendimento de programas de desenvolvimento que contemplem mudanças estruturais nas cadeias produtivas da região, de modo que minimizem as queimadas e o desmatamento.

Essas avaliações também não distinguem as áreas de savanas naturais, como os cerrados, que anualmente são submetidas por natureza ao fogo acidental ou intencional, das áreas que hoje são savanas, mas que anteriormente eram florestas naturais. Além disso, o mais grave é que esse processo de avaliações não monitora as áreas de floresta submetidas à exploração madeireira seletiva, ação que transforma, a cada ano, milhares de hectares de florestas virgens em florestas suscetíveis ao fogo. Esta tem sido a prática de exploração madeireira mais comum nas regiões remotas da Amazônia para burlar a fiscalização.

A região que foi denominada de “arco do fogo”, que inclui em seu epicentro, no Pará, os municípios de Marabá, Conceição do Araguaia, Redenção e São Félix do Xingu, é constituída tanto por áreas que foram florestas no passado, a exemplo do município de Marabá, como por áreas com ocorrência de vegetação de cerrado, como o município de Redenção.

A incidência anual de fogo em áreas de cerrado é decorrente da combinação de uma série de fatores favoráveis: ocorrência de clima do tipo Aw, que apresenta uma estiagem de 3 a 4 meses; baixa umidade relativa do ar no período; ocorrência de vegetação campestre com predominância de savanas, que resultam em acúmulo de matéria seca na estiagem; e sistema de manejo utilizado pelos produtores que adotam o uso do fogo no preparo de áreas.

O cerrado é tradicionalmente usado pela pecuária extensiva em interação com outro diferente ecossistema, pela disponibilidade de forragem nativa, mesmo que de baixo valor nutricional. Nas regiões em que o cerrado é confinante com regiões de savanas inundadas, como no Amapá, os criadores engordam o rebanho durante a estiagem, nas ricas forragens de canarana predominante das baixadas, denominadas de região dos lagos.

Com a chegada das cheias, o gado é remanejado para as pastagens nativas de terra firme do cerrado. O rebanho, ao chegar, encontra a pastagem renovada pelo manejo do fogo que os criadores utilizam no final do período seco. Na pastagem de cerrado, os animais não ganham peso, mas também não perdem. Com a chegada da estiagem, o rebanho volta para as baixadas quando o ciclo se completa. Sabe-se que esse sistema de manejo também é utilizado pelos

criadores de búfalos da Ilha de Marajó, alternando o uso de pastagem de savanas de regiões firmes (tesos) nas cheias e de solos inundados na estiagem.

Na vegetação de cerrado, é temeroso impedir a entrada do fogo por anos consecutivos. Em um campo experimental de área igual a 900 ha, em que se desenvolviam pesquisas na década de 1980 nos cerrados do Amapá, impediram-se, por 3 anos consecutivos, as queimadas com a manutenção de aceiros e contrafogos. No quarto ano, quando um fogo acidental entrou na área, seus efeitos foram muito mais acentuados e devastadores que nos anos anteriores, em virtude da massa verde acumulada no período de preservação, que, na estiagem, se transformou em excelente material de combustão.

Nessa ocasião, o fogo foi de tal intensidade que atingiu até as folhas dos buritizeiros mais altos, já nas baixadas. Observou-se também que, após esse evento, a regeneração da vegetação do cerrado foi mais lenta, com a vegetação arbustiva apresentando-se mais dispersa. Essa é a razão pela qual, nos Estados Unidos, em determinados Parques Nacionais, efetua-se a queimada controlada, para evitar incêndios e pela própria necessidade de determinadas plantas germinarem.

Os cerrados constituem-se em ecossistema tão habituado à ocorrência de queimadas que sua vegetação é adaptada a tais condições, com a maioria dos arbustos apresentando troncos com casca grossa e revestimento de cortiça. A vegetação campestre constitui-se de gramíneas agressivas e com sistema radicular adaptado à frequência de fogo. Durante a ocorrência do fogo anual, com distribuição descontínua, a fauna que habita esse tipo de ecossistema protege-se, deslocando-se por entre as matas de galeria, que têm sua presença nos divisores de água nas cotas mais baixas. Tão logo as chuvas retornam, as savanas e a vegetação arbustiva regeneram-se e a vida volta ao seu curso normal.

Esse ciclo de ocorrência de fogo e regeneração da vegetação ocorre há milhares de anos e é resultante da combinação de três fatores determinantes: a) clima com ocorrência de chuvas pesadas na época chuvosa, seguida de estação seca prolongada; b) conseqüentemente, solo de baixíssima fertilidade, permitindo apenas a formação de vegetação arbustiva e de gramíneas formadoras de volumosa massa comburente na estiagem; c) uso do fogo como instrumento de manejo pelos habitantes do cerrado.

Portanto, as instituições que monitoram as queimadas na Amazônia devem informar com clareza que tipo de vegetação está sendo objeto de queimadas, se o cerrado ou a mata propriamente dita. Essa ocorrência deve ser discriminada

nos estados do Amapá e Roraima, onde ocorrem cerrados isolados, e nas áreas de contato entre a floresta e o cerrado do Brasil Central, que abrangem os estados do Maranhão, Pará, Tocantins, Goiás, Mato Grosso e Rondônia.

Considerações finais

Mesmo com toda a evolução tecnológica, por falta de recursos, grande parte dos pequenos agricultores e pecuaristas descapitalizados na Amazônia, mantém a tradição e ainda utiliza o fogo para o preparo de área para plantio e para renovação da pastagem.

Na pequena agricultura, predomina o sistema de derruba e queima, na sequência da broca, derruba, queima e coivara da vegetação. Neste sistema, o plantio é efetuado de 2 a 3 anos até a queda da fertilidade do solo, com o abandono da área para pousio durante 8 a 10 anos, que consiste na regeneração natural da vegetação de capoeira. O problema é que, com o aumento populacional na região, esse período de pousio vem sendo cada vez mais curto, impedindo que uma capoeira se estabeleça com boa quantidade de biomassa, resultando em colheitas com menores produtividades, até a formação de grandes áreas degradadas.

Na pecuária descapitalizada o fogo é utilizado para a renovação de pastagens nativas lignificadas, com prejuízos para o solo com a utilização dessa prática por anos consecutivos.

Referências

ANDERSON, A. B.; POSEY, D. A. Manejo de cerrado pelos índios Kayapó. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**, Botânica, v. 2, n. 1, p. 77-98, 1985.

DANTON, G. **Monteiro Lobato**: vida e obra. [S.l.]: Virtual Books Online, 2000. Disponível em: <<https://cejla.files.wordpress.com/2011/04/gian-danton-monteiro-lobato-vida-e-obra.pdf>>. Acesso em: 20 jan. 2002.

EITEN, G. The cerrado vegetation of Brazil. **Botanical Review**, v. 38, n. 2, p. 201-341, 1972.

FRIKEL, P. Agricultura dos índios Mundurukú. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**, n. 4, p. 1-35, 1959.

REBELLO, F. K.; HOMMA, A. K. O. Estratégias para reduzir desmatamentos e queimadas na Amazônia. In: VEIGA, J. E. (Org.). **Economia socioambiental**. São Paulo: SENAC, 2009. p. 235-261.



ROÇA SEM FOGO E TRIO DA PRODUTIVIDADE DA MANDIOCA

Raimundo Nonato Brabo Alves
Moisés de Souza Modesto Júnior

Introdução

Existem entraves que impedem ou dificultam o desenvolvimento da agricultura familiar no estado do Pará, principalmente na transferência de tecnologia e assistência técnica, pois a maioria das tecnologias geradas são difíceis de serem entendidas e aplicadas pelos produtores familiares, estão atreladas à adoção de insumos, como adubos minerais e agrotóxicos, e a linguagem e os instrumentos adotados pelos técnicos no momento da comunicação com os agricultores familiares não são adequados, resultando em reduzido número de agricultores familiares que adotam tecnologias nas atividades produtivas ou agrícolas diversificadas. Da mesma forma, as políticas agrícolas, tais como programas para culturas específicas (monocultivo), influenciam a decisão dos produtores e, não raro, podem ser prejudiciais à adoção de tecnologias sustentáveis, pois reduzem a lucratividade relativa das propriedades de agricultores familiares.

No Brasil, de acordo com o Censo Agropecuário de 2006, a agricultura familiar participou com 83,2% da produção de mandioca (Hoffmann, 2014). A cultura da mandioca tem uma importância social e cultural significativa no Brasil, por ser a base econômica de milhares de propriedades familiares e a segurança alimentar de milhões de brasileiros, principalmente nas regiões Norte e Nordeste. Há 24 anos (1992 a 2015) o Pará vem se destacando no cenário brasileiro como o maior produtor de mandioca do Brasil (IBGE, 2017), porém a produtividade média máxima de mandioca foi obtida em 2006, com apenas 16,17 t ha⁻¹.

No Território do Baixo Tocantins, a mandioca se destaca como a principal cultura cultivada pelos agricultores familiares, porém quase a totalidade deles não adota tecnologias para produção de raiz de mandioca, plantando

com espaçamentos inadequados e sem controle de invasoras, resultando em baixas produtividades, como os municípios de Cametá, Limoeiro do Ajuru e Igarapé-Miri, que apresentaram 8 t ha^{-1} , em 2017 (IBGE, 2017). Esse quadro se repete ano após ano, em razão de um sistema de cultivo rudimentar envolvendo a limpeza da área com roçagem, queima e coivara da mata ou da vegetação secundária, desprezando fundamentos básicos do sistema de produção. A queima da vegetação tem sido a base dos sistemas de produção praticados pela agricultura na Amazônia, sendo a principal fonte de emissão de gases de efeito estufa na região.

As queimadas ocasionam diversos distúrbios na biodiversidade, muitas vezes invisíveis para a maioria das pessoas, mas que impactam profundamente o equilíbrio dos ciclos dos nutrientes do solo, como nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre. Apesar do alto nível científico atingido em várias áreas do conhecimento, pouco tem sido transformado em tecnologias aplicadas com eficiência econômica e ambiental adequadas aos produtores. As queimadas também têm sido uma das causas da redução da produtividade das culturas, principalmente da mandioca.

Este capítulo tem como objetivo relatar de que modo as experiências de pesquisa e de difusão das tecnologias sobre Roça Sem Fogo e Trio da Produtividade da Mandioca no Território do Baixo Tocantins, estado do Pará, vêm contribuindo para aumentar a produtividade de raiz de mandioca, reduzindo seu impacto ao meio ambiente.

Contextualização

Em consequência das queimadas, aliadas ao cultivo rudimentar da mandioca, a produtividade obtida pelos agricultores do Baixo Tocantins oscilava entre 9 t ha^{-1} e 20 t ha^{-1} de raiz (Modesto Júnior et al., 2009). Passados 8 anos, essa produtividade se manteve, com leve redução, oscilando entre 8 t ha^{-1} e $19,4 \text{ t ha}^{-1}$, muito baixa considerando o potencial da cultura, pois dependia somente da força de trabalho familiar, da fertilidade natural dos solos e das cinzas das queimadas, forçando os agricultores a abandonarem a área após a colheita de um ou dois ciclos da cultura.

Os agricultores não faziam a seleção de manivas-semente e adotavam o corte em formato de bisel em suas manivas. A seleção de manivas-semente contribui para um plantio isento de pragas e o corte das manivas deve ser feito o mais reto possível e sem ferimentos, evitando-se o formato bisel, que proporciona muitas perdas na armazenagem e no plantio (Takahashi, 2002).

O corte reto também possibilita a produção mais uniforme e maior número de raízes que o formato em bisel (Mattos; Cardoso, 2003), e por isso influencia diretamente na produção de raízes.

Da mesma forma, os agricultores não efetuavam o controle adequado de plantas daninhas na cultura da mandioca, fundamental para obtenção de alta produtividade de raiz. Pesquisa conduzida no estado da Bahia por Carvalho et al. (2004) indicou que se deve manter a cultura livre de plantas daninhas por um período de 135 dias após a emergência, ou seja, cerca de 5 meses após o plantio da mandioca.

Outro problema identificado era que os agricultores não plantavam a mandioca em espaçamentos adequados, sendo recomendado para produção de raízes o espaçamento em fileira simples de 1,0 m x 1,0 m ou em fileiras duplas de 2,0 m x 0,60 m x 0,60 m. O grande desafio a ser superado era manter a atividade agrícola na mesma área por mais tempo, reduzindo ou eliminando as queimadas e mantendo níveis de produtividade aceitáveis do ponto de vista econômico, sem a utilização de insumos, mantendo em longo prazo a vida e a fertilidade do solo.

Inúmeros trabalhos de pesquisa estão em andamento ou já foram concluídos sobre a agricultura sem queima no estado do Pará, sobretudo tendo como foco o enriquecimento e a trituração da capoeira que, todavia, contém em seu escopo a mecanização para triturar a capoeira (Saturnino; Landers, 1997; Kato et al. 2002, 2004).

Pesquisa conduzida por Santos (2006), em Marapanim, PA, sobre a percepção de um grupo de agricultores em relação às práticas agrícolas de corte e trituração da capoeira como alternativa sustentável de cultivo da terra sem uso do fogo, indicou inúmeras vantagens, com destaque ao social (redução da força de trabalho), eficiência operacional (redução do número de capinas e rapidez na colheita), meio ambiente (rápido crescimento da capoeira, melhoria da fertilidade do solo) e econômico (flexibilização do calendário agrícola e aumento da produtividade no segundo ano).

Percebeu-se que a maior demanda dos agricultores de mandioca é por simples informações que não dependem de capital para serem adotadas e que poderiam promover uma verdadeira revolução nos sistemas de produção dos agricultores familiares. No entanto, os agentes de extensão, quando dispõem dos recursos necessários para suas atividades, estão assoberbados com a elaboração de projetos e a supervisão do crédito rural, e se preocupam

em “transferir” informações voltadas para o uso de “tecnologias de insumos”, que sempre oneram o sistema de produção e frequentemente não são adotadas pelos agricultores, principalmente os descapitalizados.

Como soluções para os problemas, foram desenvolvidas junto com os agricultores familiares de mandioca as práticas denominadas Roça Sem Fogo como processo de preparo de área (Alves; Modesto Júnior, 2009) e Trio da Produtividade da Mandioca como técnica do sistema de produção (Alves et al., 2008).

Processos tecnológicos

A Roca Sem Fogo consiste no preparo de área de capoeira de 5 a 10 anos de idade com o corte da vegetação herbácea rente ao solo, seguido do inventário das espécies de valor econômico, como fruteiras e essências florestais, para preservação no roçado. As demais plantas lenhosas também são cortadas rente ao solo, com posterior retirada do material lenhoso, finalizando com o picotamento da vegetação na superfície do solo e aceiro ao redor da área preparada para plantio de mandioca ou espécies perenes (Alves; Modesto Júnior, 2009), conforme as seguintes etapas:

- a) Demarcação da área – abertura de picadas para delimitação de uma área de 50 m x 50 m, com o uso de facões.
- b) Broca – a vegetação de sub-bosque é tombada em corte rente ao solo usando-se facões, com o objetivo de reduzir as rebrotas e futuros desbastes. Essa vegetação juntamente com a fragmentação da copa dos espécimes lenhosos forma a palhada de matéria orgânica que permanece na área cobrindo o solo.
- c) Inventário – as espécies de interesse econômico, como plantas medicinais, fruteira e essências florestais, são inventariadas e mantidas na área em distâncias não inferior a 10 m entre elas, a fim de não promover competição por luz com a mandioca.
- d) Corte da vegetação lenhosa – todos os demais espécimes lenhosos com valor energético são tombados em corte rente ao solo, utilizando-se motosserra e machado, a fim de reduzir as rebrotas e futuros desbastes. É feito o aproveitamento das varas ou caibros acima de 3,5 m de tamanho para venda às empresas de construção civil e o fuste das árvores é cortado em toras medindo 1 m de

comprimento, para permitir a formação de medas de 1 m³ de lenha para comercialização ou fabricação de carvão. Essa operação deve ser feita árvore por árvore para facilitar o trânsito dos operadores e a retirada do material lenhoso (Figura 1).



Foto: Moisés Modesto

Figura 1. Lenha retirada da capoeira de 15 anos durante o preparo da Roça Sem Fogo, organizada em medas de 1 m³, destinada à comercialização ou fabricação de carvão. Moju, 2009.

- e) Picotamento da galhada – efetuado com facão e foice, com objetivo de fracionar e rebaixar a vegetação, para cobrir o solo e facilitar o trânsito de trabalhadores na área, bem como as operações de piqueteamento, abertura de covas e plantio da mandioca.
- f) Aceiro – limpeza e retirada de toda a biomassa para dentro da área a ser plantada, proveniente do rebaixamento da galhada, numa largura de até 5 m, em volta da área preparada para plantio, visando impedir propagação de incêndios para dentro do roçado de cultivo.
- g) Abertura de covas e plantio da mandioca – realizado no início das chuvas, imediatamente após o preparo de área, no espaçamento de 1 m x 1 m (Figura 2).

Foto: Moisés Modesto



Figura 2. Área preparada com a metodologia da Roça sem Fogo pronta para plantio da mandioca, no município de Baião, Pará, 2010.

O Trio da Produtividade da Mandioca foi criado como alternativa para o sistema de produção de mandioca e se trata de uma marca criada num processo pedagógico desenvolvido para facilitar o entendimento e a adoção de tecnologias de processos pelos agricultores familiares (Alves et al., 2008), consistindo em três componentes que mais impactam na produtividade da mandioca, que são:

- a) Seleção e corte reto de manivas-semente.
- b) Plantio no espaçamento de 1 m x 1 m.
- c) Controle de plantas daninhas (mato) durante os 150 dias após o plantio da mandioca, por ser o período crítico da cultura, que é a época de formação das raízes. Na Roça Sem Fogo, o controle das plantas daninhas é feito com facão por meio de duas desbrotas de tocos remanescentes aos 30 e 60 dias e pelo menos uma capina manual aos 150 dias após o plantio da mandioca.

O Trio da Produtividade da Mandioca pode ser adotado em todos os sistemas de cultivo, seja no toco, mecanizado (Figura 3) ou em Roça Sem Fogo (Figura 4). 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⁻¹, cerca de 60% a mais que a média estadual (Alves et al., 2008).



Foto: Moisés Modesto

Figura 3. Mandioca cultivada no Trio da Produtividade em área mecanizada em Tracuateua, Pará, 2016.



Foto: Moisés Modesto

Figura 4. Mandioca cultivada no Trio da Produtividade em área sem uso do fogo em Baião, Pará, 2010.

Essas tecnologias podem ser adotadas e replicadas por qualquer agricultor na Amazônia, independentemente do poder econômico, pois sua adoção não depende de insumos, apenas de informação necessária para sua mudança de hábito, visando à execução e controle de práticas agrícolas e ao número de operações. São conhecidas como “tecnologias de processos” e promovem positivamente a produtividade de raízes de mandioca em nível de produção familiar com menor impacto ambiental possível.

Produtividade de mandioca

A maior produtividade média de mandioca foi de 28,70 t ha⁻¹, obtida na roça de Moju, influenciada pela aplicação de fertilizante mineral na dose de 20 g por planta de NPK (10:28:20), aos 30 dias após plantio (Tabela 1). Em contrapartida, a produtividade média de 26,20 t ha⁻¹ de mandioca da roça do município de Acará foi obtida sem a aplicação de fertilizantes, às expensas somente da fertilidade natural do solo e da liberação gradual de nutrientes, resultante da mineralização da matéria orgânica da biomassa.

Tabela 1. Idade, biomassa da capoeira e produtividade de raízes de mandioca em roças sem fogo de municípios da região do Baixo Tocantins, Pará, em 2010.

Município	Idade da capoeira (anos)	Biomassa fresca (t/ha)	Biomassa seca (t/ha)	Produtividade de raiz (kg/ha)
Moju ⁽¹⁾	15	71,76b	36,08b	28,70
Acará	12	113,20a	62,68a	26,20
Cametá	7	48,97b	32,96b	21,25
Abaetetuba	7	62,92b	33,60b	12,56
Média		74,21	41,58	22,17

⁽¹⁾Única roça de mandioca adubada com aplicação de 20 g por planta de NPK formulação 10-28-20.

Médias de mesma letra não diferem significativamente ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

A biomassa da capoeira que ficou sobre o solo proveniente do preparo de área da Roça Sem Fogo variou de 32,96 t, na roça de Cametá com 7 anos, a 62,68 t na roça de Acará com 12 anos de idade. Esses dados estão compatíveis com os determinados por Denich et al. (2004) em capoeiras de 7 anos (42 t–77 t) e 10 anos (78 t–94 t). A maior disponibilidade de biomassa nem sempre está relacionada com a idade da capoeira. A disponibilidade de biomassa da capoeira de 12 anos de Acará foi maior que a de Moju, que tinha 15 anos de idade. Isto ocorre porque, na capoeira mais velha, maior quantidade de biomassa é retirada da área na forma de caibros, moirões, lenha e outros produtos não madeireiros.

As menores produtividades de mandioca foram obtidas em Cameté e Abaetetuba, em consonância com a menor disponibilidade de biomassa em capoeiras mais jovens sobre solos de baixíssima fertilidade. Nota-se que a melhor idade da capoeira para o manejo da roça sem fogo varia de 10 a 12 anos, pela maior disponibilidade de biomassa e nutrientes.

Considerações finais

As práticas da Roça Sem Fogo e do Trio da Produtividade podem ser reproduzidas por qualquer agricultor familiar da Amazônia, independente de seu poder aquisitivo, pelo fato de os recursos utilizados no processo estarem sob o controle do próprio agricultor e disponíveis na propriedade.

Com a adoção da Roça Sem Fogo, é possível solucionar um dos principais problemas ambientais de preparo de área para cultivo agrícola na Amazônia, as queimadas. O novo preparo de área com a prática da Roça Sem Fogo equivale em termos de custo ao sistema convencional de derruba e queima, com a vantagem de mitigar a emissão de carbono para a atmosfera.

Com base nos principais resultados obtidos provenientes da validação e difusão dessas práticas, pode-se afirmar que:

- A Roça Sem Fogo substitui o sistema de derruba e queima responsável por grande parte da redução da biodiversidade amazônica, reduzindo a emissão de gases relacionados ao efeito estufa.
- Com a Roça Sem Fogo, busca-se conseguir o maior benefício dos recursos naturais disponíveis na capoeira, tais como: produtos madeireiros (madeira, lenha, caibros para construção civil, moirões para cercas e carvão) e não madeireiros (folhas, inflorescências e talos para artesanatos, frutas, sementes e óleos), vinculados à conservação dos recursos ambientais, principalmente solo, e com mínimo input de insumos externos ao sistema.
- A Roça Sem Fogo pode ser utilizada para cultivo de culturas anuais além de sistemas agroflorestais sequenciados com a introdução de espécies frutíferas e florestais após a colheita da mandioca ou sistemas agroflorestais simultâneos integrando cultivos anuais envolvendo a mandioca e perenes, como cupuaçuzeiros, bananeiras, cacauzeiros, açazeiros, castanheiras e outros com espécies madeireiras.

- Melhor aproveitamento da terra com ampliação do prazo de preparo de área – já que a roça sem fogo pode ser feita em qualquer época do ano – ressaltando-se apenas a necessidade de água para a germinação e plantio das culturas, ampliando a possibilidade de produção de alimentos.
- Redução de custos de produção de mandioca, principalmente no segundo ano, elevação de produtividade e de renda em virtude do cultivo sustentável concebido pela adoção de práticas como o Trio da Produtividade da Mandioca.
- Os agricultores que adotaram a Roça Sem Fogo com o Trio da Produtividade da Mandioca em Moju, Acará, Cametá e Abaetetuba obtiveram produtividade média de 22,17 t ha⁻¹, cerca de 40% a mais que a média estadual.

Referências

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. Brasília, DF: ABIPTI, 2008. 1 CD-ROM.

ALVES, R. N. B.; MODESTO JÚNIOR, M. de S. Roça sem fogo: alternativa agroecológica para o cultivo de mandioca na Amazônia. **Revista Raízes e Amidos Tropicais**, v. 5, p. 552-558, jul. 2009. Edição dos Anais do XIII Congresso Brasileiro de Mandioca; VII Workshop sobre Tecnologia em Agroindústrias de Tuberosas Tropicais, Botucatu, 2009. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/33921/1/RocaSemFogoMandioca.pdf>>. Acesso em: 20 fev. 2017.

CARVALHO, J. E. B.; ARAÚJO, A. M. A.; AZEVEDO, C. L. L. **Período de controle de plantas infestantes na cultura da mandioca no Estado da Bahia**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2004. 4 p. (Embrapa Mandioca e Fruticultura. Comunicado técnico, 109).

DENICH, M.; VIELHAUER, K.; KATO, M. do S. A.; BLOCK, A.; KATO, O. R.; SÁ, T. D. de A.; LUCKE, W.; VLEK, P. L. G. Mechanized land preparation in forest-based fallow systems: the experience of Eastern Amazônia. **Agroforestry Systems**, v. 61, p. 91-106, 2004.

HOFFMANN, R. A agricultura familiar produz 70% dos alimentos consumidos no Brasil? **Segurança Alimentar e Nutricional**, v. 21, n. 1, p. 417-421, 2014. Disponível em: <<https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/san/article/view/1386/1376>>. Acesso em: 20 fev. 2017.

IBGE. Sistema IBGE de Recuperação Automática. **Tabela 1612:** Área plantada, área colhida, quantidade produzida, rendimento médio e valor da produção das lavouras temporárias: Mandioca. Rio de Janeiro, 2017. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1612>>. Acesso em: 27 set. 2018.

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, PA: 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**, n. 29, p. 99-111, 2004.

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. Sistemas de produção, 13). Disponível em: <https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Mandioca/mandioca_para/cultivares.htm>. Acesso em: 20 fev. 2017.

MODESTO JÚNIOR, M. de S.; ALVES, R. N. B.; SILVA, E. S. A. Produtividade de agricultores de mandioca do Baixo Tocantins. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MANDIOCA, 13., 2009, Botucatu. [Anais...]. Botucatu: CERAT/NESP, 2009. Disponível em: <<http://www.cerat.unesp.br/Home/compendio/trabalhos/agricultura/64%20PRODUTIVIDADE%20DE%20MANDIOCA%20DE%20AGRICULTORES%20FAMILIARES%20DO%20BAIXO%20TOCANTINS,%20PAR.pdf>>. Acesso em: 19 jan. 2015.

SANTOS, L. de O. L. dos. **Percepção de um grupo de agricultores da localidade São João do município de Marapanim-PA, sobre o método de corte e trituração como alternativa ao método tradicional de corte e queima da vegetação secundária.** 2006. 184 f. Dissertação (Mestrado em Agricultras Familiares e Desenvolvimento Sustentável) - Universidade Federal do Pará, Embrapa Amazônia Oriental, Belém, PA. Disponível em: <http://ppgaa.prosp.ufpa.br/ARQUIVOS/dissertacoes/2006/LORAINE_DE_OLIVEIRA_LAURIS_DOS_SANTOS.pdf>. Acesso em: 30 abr. 2008.

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.

TAKAHASHI, M. Produção, armazenamento e manejo do material de propagação. In: CEREDA, M. P. (Org.). **Agricultura: Tuberosas Amiláceas Latino Americanas.** 1. ed. São Paulo: Fundação Cargill, 2002. v. 2, p. 198-206.



ROÇA SEM FOGO PARA O CULTIVO DA MANDIOCA NA AMAZÔNIA

Raimundo Nonato Brabo Alves
Moisés de Souza Modesto Júnior

Introdução

A queima de florestas, capoeiras, vegetação de cerrados, resíduos agrícolas e de pastagens como preparo de área e para renovação de forragem ou plantio de culturas agrícolas, entre outros, contribui para a emissão de monóxido e dióxido de carbono para a atmosfera. Os efeitos indiretos do fogo podem elevar as emissões de óxido nitroso, óxidos de nitrogênio e metano, que também contribuem para o aquecimento global. Além disso, o solo exposto tende a acelerar a erosão e, possivelmente, levar a um aumento da taxa de mineralização do reservatório de carbono orgânico (Lima, 2002). A deterioração das propriedades químicas, físicas e biológicas de solos tropicais é causada principalmente pela acelerada perda de matéria orgânica do solo (Tiessen et al., 1994; Shang; Tiessen, 2000; McDonald et al., 2002), consequência do alto intemperismo nos trópicos, causado pela alta temperatura e umidade.

Estimativas nada otimistas preveem o aumento gigantesco da emissão de carbono (C) para a atmosfera desprendido de solos erodidos. Em estudo da dinâmica da matéria orgânica na Floresta Amazônica, Moreira e Costa (2004) relatam que, no reflorestamento com 10 anos, o estoque foi de $5,87 \pm 2,79$ g kg⁻¹ de C, ao passo que na floresta primária este foi de $15,37 \pm 2,80$ g kg⁻¹ de C, equivalendo a uma redução média de 61,8%. Com a retirada de toda a camada superficial do solo, ocorre uma quebra no estoque e na dinâmica da matéria orgânica, a qual está diretamente relacionada com a presença da serrapilheira (Cerri, 1989).

Estimava-se, em 1990, que já existiam na Amazônia aproximadamente 20 milhões de hectares de capoeiras em diferentes estágios de desenvolvimento (Fearnside; Guimarães, 1996). Passados 18 anos, segundo dados de

mapeamento de uso e cobertura da terra da Amazônia Legal feito pelo Projeto TerraClass em 2008, as áreas antropizadas em diferentes fases de desenvolvimento caracterizadas por vegetação secundária, pasto sujo e área de regeneração de pasto somavam 26 milhões de hectares (Coutinho et al., 2013).

A experiência pioneira de condução de roças sem fogo foi desenvolvida por 150 agricultores familiares da região da Transamazônica e do Rio Xingu, no Pará (Silva, 2003; Wilke, 2004). Com a execução de um programa sistêmico de difusão da tecnologia pela extensão rural, a roça sem fogo tem potencial para ser adotada por agricultores familiares, uma clientela estimada por Homma et al. (1998) em 600 mil produtores, que cultivam diversificados sistemas agrícolas e agroflorestais na Amazônia.

O preparo de área sem uso do fogo, por meio da trituração manual da capoeira de 5 a 10 anos de idade, foi aperfeiçoado e sistematizado por Alves e Modesto Júnior (2009) e consiste no corte dessa vegetação herbácea rente ao solo, seguido do inventário das espécies de valor econômico, como fruteiras e essências florestais, para preservação no roçado. As demais plantas lenhosas também são cortadas rente ao solo com posterior retirada do material lenhoso, finalizando com o picotamento da vegetação na superfície do solo, para plantio de mandioca ou espécies perenes e aceiro em volta do plantio para proteger de incêndios descontrolados.

As vantagens da roça sem fogo estão relacionadas com a preservação da matéria orgânica e a liberação gradual de macro e micronutrientes para o solo, tais como: cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S). A decomposição da matéria orgânica eleva o pH do solo e funciona como condicionador de solo para a elevação da capacidade de troca de cátions (CTC). A matéria orgânica melhora a estrutura física do solo, promove maior retenção de umidade, aumenta a atividade microbiana e reduz os efeitos da erosão (Luchese et al., 2002).

Todas as opções de manejo que aumentam as entradas de matéria orgânica nos solos e que diminuem a sua mineralização e promovem o acúmulo de carbono nos solos (Sadovsky et al., 1996) são recomendadas. O período para o preparo de área pelo processo sem fogo não depende da estação seca, como ocorre no processo de derruba e queima da cobertura vegetal (Denich et al., 2005), permitindo maior flexibilidade no calendário agrícola e podendo ser feita em qualquer época do ano, 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). Mas o grande benefício da Roça Sem Fogo é o seu serviço ambiental, pela redução da emissão de carbono para a

atmosfera, minimizando a emissão de fumaça, o que contribui para o bem-estar da população e reduz os efeitos do aquecimento global.

Este capítulo objetiva avaliar a produtividade de mandioca, o volume e a concentração de nutrientes na biomassa de capoeiras preparadas sem uso do fogo em quatro municípios do Território do Baixo Tocantins, no estado do Pará.

Materiais e métodos

Os experimentos foram conduzidos em 2009 e 2010, nos municípios de Moju (comunidade do Trevo), Abaetetuba (comunidade de Itacuruçá-Alto), Acará (comunidade de Guarumã) e Cametá (comunidade de Porto Grande), e as variedades de mandioca cultivadas foram Paulozinho, Pretinha, Juvêncio e Bacuri, respectivamente, para cada município. As capoeiras trabalhadas variaram em idade de 7 a 15 anos, para comparar as diferenças entre um período máximo e mínimo de pousio. O clima da região é tropical úmido do tipo Ami (quente e úmido), segundo Köppen, com a ocorrência de 80% das chuvas entre janeiro e junho. Os dados climatológicos dos municípios são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Dados climatológicos de temperatura e precipitação de quatro municípios da região do Baixo Tocantins.

Município	Temperatura mínima (°C)	Temperatura máxima (°C)	Precipitação (mm)
Moju	21,9	31,8	2.559
Abaetetuba	22,0	31,8	2.605
Acará	21,8	31,7	2.550
Cametá	21,7	31,9	2.425

Fonte: Tempo Agora (2012).

Predominam no Território do Baixo Tocantins solos do tipo Latossolo Amarelo e Vermelho Amarelo e, como subdominante, os Argilosos Amarelo e Vermelho Amarelo, com textura média e argilosa, ocorrendo ainda inclusões de Printossolos e Espodossolos (Silva et al., 1988). O preparo das áreas envolveu as etapas da Roça Sem Fogo segundo Alves e Modesto Júnior (2009), em todos os locais, já descritas no Capítulo 3, deste livro. O plantio da mandioca foi realizado em janeiro, no início das chuvas, 20 dias após o preparo de área, no espaçamento de 1 m x 1m.

Apenas na roça do município de Moju, a mandioca recebeu uma adubação de 20 g por planta de adubo mineral NPK da fórmula 10:28:20, aos 30 dias após a emergência, por ser a primeira roça sem fogo e não se conhecer o comportamento da cultura em um novo agrossistema.

Os tratos culturais foram realizados aos 30 dias após a emergência da mandioca, por meio de um desbaste das brotações dos tocos com uso de facões. Posteriormente, foram efetuadas duas capinas das plantas invasoras, conforme a necessidade, nos primeiros 150 dias de plantio da cultura da mandioca.

Antes do plantio da mandioca, foram coletadas ao acaso cinco amostras de biomassa (liteira, folhas e galhos) em área de 1 m² em cada roça sem fogo. As amostras de biomassa foram enviadas ao Laboratório da Embrapa Amazônia Oriental para determinação de média de massa fresca e massa seca em tonelada por hectare e os teores de macro e micronutrientes pelo método de avaliação nutricional das plantas (Malavolta et al., 1997).

Para determinação da produtividade de raízes de mandioca em tonelada por hectare, foram colhidas após 1 ano de cultivo, em cada roça sem fogo, quatro parcelas ao acaso de 20 m². Em cada área estudada, foram coletadas amostras de solo na profundidade de 0 cm a 20 cm, cujas análises foram feitas no Laboratório de Solos da Embrapa Amazônia Oriental, pelo método Mehlich¹. As médias da massa verde e massa seca da biomassa, teores de macro e micronutrientes na biomassa foram comparadas pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

Resultados e discussão

Os solos do Território do Baixo Tocantins são classificados como Latossolos Amarelos Eutróficos de baixa fertilidade. São ácidos com pH variando de 4,8 a 5,4. Baixos níveis de fósforo (P), potássio (K), Ca+Mg e níveis médios de alumínio (Al) trocável (Tabela 2). O teor de matéria orgânica só se manteve mais elevado com a manutenção da palhada das capoeiras nos roçados, exceto no roçado de Cametá.

Tabela 2. Fertilidade do solo nas roças sem fogo dos municípios de Moju, Acará, Cametá e Abaetetuba no Território do Baixo Tocantins, 2010.

Município	pH Água	N	MO	P	K	Na	Ca	Ca+Mg	Al	H+Al
		%	g/kg	mg/dm ³				cmol _c /dm ³		
Moju	4,8	0,18	12,79	2,8	25,4	14,6	0,7	1,00	0,90	4,0
Acará	5,2	0,19	14,79	1,8	44,3	16,5	1,9	2,32	0,28	3,41
Cametá	5,4	0,29	1,96	5,0	61,0	29,0	0,5	0,80	1,70	9,08
Abaetetuba	5,3	0,15	15,06	2,3	23,3	11,8	1,4	1,92	0,48	3,17

A maior produtividade média de mandioca foi de 28,70 t ha⁻¹ (Tabela 3), obtida na roça de Moju, consequência da aplicação de fertilizante mineral na dose de 20 g de NPK (10:28:20) por planta. Em contrapartida, no município de Acará, a produtividade foi de 26,20 t ha⁻¹ de mandioca obtida sem uso de fertilizantes, às expensas somente da fertilidade natural do solo e da liberação gradual de nutrientes, resultante da mineralização da matéria orgânica da biomassa. Esta teve uma tendência de ser maior nas capoeiras de maior idade e variou de 32,96 t ha⁻¹ de massa seca na roça de Cameté com 7 anos a 62,68 t ha⁻¹ de massa seca na roça de Acará com 12 anos de idade. Esses dados estão compatíveis com os determinados por Nunez (1995) em capoeiras de 7 anos (42 t–77 t) e 10 anos (78 t–94 t).

Tabela 3. Idade, biomassa da capoeira e produtividade de raízes de mandioca em roças sem fogo de municípios do Território do Baixo Tocantins, Pará, 2010.

Município	Idade da capoeira (anos)	Massa fresca (t ha ⁻¹)	Massa seca (t ha ⁻¹)	Produtividade de raiz (t ha ⁻¹)
Moju ⁽¹⁾	15	71,76b	36,08b	28,70
Acará	12	113,20a	62,68a	26,20
Cameté	7	48,97b	32,96b	21,25
Abaetetuba	7	62,92b	33,60b	12,56
Média		74,21	41,58	22,17

⁽¹⁾Única roça de mandioca adubada com aplicação de 20 g de NPK formulação 10-28-20 por planta.

Médias de mesma letra não diferem significativamente ao nível de 5% pelo Teste de Tukey.

A maior disponibilidade de biomassa nem sempre está relacionada com a idade da capoeira, pois ela foi maior na de Acará, com 12 anos, do que na de Moju, que tinha 15 anos de idade. A explicação está no processo de preparo de área da roça sem fogo, com a retirada de maior quantidade de biomassa das capoeiras mais antigas na forma de lenha. As menores produtividades de mandioca foram obtidas em Cameté e Abaetetuba, em consonância com a menor disponibilidade de biomassa em capoeiras mais jovens sobre solos de baixíssima fertilidade. Observa-se que a melhor idade para o manejo da roça sem fogo variou de 10 a 12 anos, pela maior disponibilidade de biomassa e nutrientes.

A diversificação de espécies na biomassa das capoeiras e os diferentes níveis de fertilidade dos solos dos quatro municípios justificam as diferenças de concentrações de cada nutriente. Contudo, existe uma coerência na maioria das amostras em relação à ordem de concentração dos macro e micronutrientes na biomassa das capoeiras. A concentração dos macronutrientes se apresenta

na seguinte ordem decrescente: Ca>N>K>Mg>P (Tabela 4). As concentrações de fósforo são realmente pequenas na biomassa de vegetação secundária (Denich, 1991; Kato, 1998; Santos Junior et al., 2006).

Tabela 4. Concentração de nutrientes na biomassa (palhada e liteira) em roças sem fogo de municípios do Território do Baixo Tocantins, 2010.

Município	Concentração de macronutrientes (g/kg)					Concentração de micronutrientes (mg/kg)			
	N	P	K	Ca	Mg	Cu	Mn	Fe	Zn
Moju	13,51a	0,42a	2,11b	28,64a	2,95 ^a	12,36a	195,96a	343,12a	17,32b
Acará	8,45b	0,49a	3,84a	9,82b	1,12ac	8,54b	67,92b	320,64a	22,60a
Cametá	11,97a	0,35ab	2,49b	5,37b	2,20d	9,36b	88,92b	193,68a	10,50c
Abaetetuba	7,94b	0,30b	1,87b	12,98b	2,94ab	8,64b	180,95a	175,54a	13,96cd
Média	10,46	0,39	2,57	14,20	2,05	9,72	133,43	258,24	16,09

Médias de mesma letra não diferem significativamente ao nível de 5% pelo Teste de Tukey.

Os micronutrientes estão disponíveis na Tabela 4 na seguinte ordem de concentração: Fe>Mn>Zn>Cu, e de acordo com a distribuição decrescente dos teores médios de micronutrientes obtidos por Pinto (2008), quando avaliou 30 indivíduos em duas áreas de floresta secundária de 14 e 23 anos de idade.

Essas concentrações representam a capacidade de ciclagem de nutrientes da capoeira em perfeita correlação com sua disponibilidade nos solos em estudo. Há uma tendência de maior concentração de nutrientes nas biomassas das roças de Moju e Acará, por serem mais antigas que as capoeiras de Cametá e Abaetetuba. O processo de cultivo em Roça Sem Fogo é fundamental para o equilíbrio do ecossistema da vegetação de capoeira, uma vez que, quando submetida à queima, a biomassa é transformada em cinzas, sendo praticamente perdida pela erosão, em especial no Território do Baixo Tocantins, onde as chuvas são intensas. De fato, pesquisa realizada por Sampaio et al. (2000) com objetivo de avaliar o efeito da queima seguida do cultivo do arroz sobre a biomassa e balanço de nutrientes em um Argissolo Amarelo sob Floresta Tropical amazônica, em Rondônia, indicou que as maiores perdas de nutrientes ocorreram na área queimada.

Importante ressaltar que, além dos benefícios biológicos da matéria orgânica no solo, a manutenção da biomassa das capoeiras em cobertura nos solos do Baixo Tocantins disponibiliza em média 434 kg ha⁻¹ de N, 16 kg ha⁻¹ de P, 106 kg ha⁻¹ de K, 590 kg ha⁻¹ de Ca e 85 kg ha⁻¹ de Mg, além de micronutrientes que serão liberados gradativamente com a mineralização da matéria orgânica (Tabela 5).

Tabela 5. Quantidade de macro e micronutrientes na biomassa (palhada e liteira) nas roças sem fogo dos municípios do Território do Baixo Tocantins, Pará, 2010.

Município	Quantidade de macronutrientes (kg/hg)					Quantidade de micronutrientes (mg/ha)			
	N	P	K	Ca	Mg	Cu	Mn	Fe	Zn
Moju	529,64	30,71	240,69	615,51	70,20	535	4.257	20.097	1.416
Acará	487,44	15,15	76,12	1.0033,33	106,43	445	7.070	12.379	624
Cametá	394,53	11,53	82,07	176,99	72,51	308	2.930	6.383	346
Abaetetuba	266,78	10,08	62,83	436,12	98,78	290	6.079	5.898	469
Média	434,92	16,21	106,86	590,43	85,23	404	5.548	10.737	669

O fósforo foi o nutriente em menor quantidade armazenado na biomassa da capoeira, o que confirma os resultados obtidos por Denich (1991), Kato (1998 citado por Kato et al., 2004) e Sampaio et al. (2000). Considerando que a biomassa fica disponível no solo a partir de sua decomposição e com base nos valores médios de NPK, estimou-se sua equivalência em adubo químico por hectare correspondente a 966 kg de ureia (45% de N), 82,5 kg de superfosfato triplo (45% de P_2O_5) e 214,63 kg de KCl (60% de K_2O), o que equivale a R\$ 2.370,00, considerando o preço da tonelada no mercado de Belém, em fevereiro de 2017, no valor de R\$ 1.900,00 para a ureia, R\$ 2.200,00 para o superfosfato triplo e R\$ 1.600,00 para o cloreto de potássio.

Evidentemente, apenas uma parte desses nutrientes será gradativamente liberada para a cultura, já que outra parte é utilizada pelos microrganismos, os quais processam a mineralização da matéria orgânica. Parte é fixada pelo solo, como no caso do fósforo, ou lixiviada e volatilizada, como no caso de potássio e nitrogênio, respectivamente.

Ressalta-se a maior disponibilidade de Ca e N, este inclusive sendo responsabilizado pelo maior crescimento vegetativo de algumas cultivares de mandioca nas roças sem fogo, em relação ao comportamento destas em roças de derruba e queima. Em trabalho com trituração da capoeira, Denich et al. (2004) apresentam balanço de nutrientes positivo com agricultura sem queima em relação a derruba e queima, com 267 kg ha⁻¹ de N, 8 kg ha⁻¹ de P, 61 kg ha⁻¹ de K, 176 kg ha⁻¹ de Ca, 34 kg ha⁻¹ de Mg e 27 kg ha⁻¹ de S, mesmo após a colheita das culturas.

A eliminação do uso do fogo e o manejo da biomassa das capoeiras estudadas pelo processo de Roça Sem Fogo reduziu a emissão em média de 20,8 t ha⁻¹ de carbono para a atmosfera, considerando que o teor de carbono oscila entre 45% e 50% da massa total da biomassa seca (Lemos et al., 2010).

Conclusões

Nas condições edafoclimáticas dos municípios de Moju, Acará, Cameté e Abaetetuba, os resultados obtidos permitem concluir que a biomassa triturada manualmente e distribuída sob a superfície do solo como cobertura morta no sistema de preparo de área da roça sem fogo serve como fonte de nutrientes para as culturas, além de manter as propriedades físicas do solo, reduzir os efeitos da erosão e reduzir a emissão de gases de efeito estufa.

Comparando-se a média de produtividade de raízes, obtida pela Roça Sem Fogo associada ao Trio da Produtividade nos quatro municípios, na ordem de 22,18 t ha⁻¹ contra média de 15,58 t ha⁻¹ dos mesmos municípios (IBGE, 2017), depreende-se um aumento de 42,36% na produtividade de mandioca.

Além disso, o sistema de Roça Sem Fogo tem potencial para substituir o sistema de derruba e queima, tanto pela equivalência de custos, quanto pelos benefícios ambientais. Devido à tradição cultural dos agricultores familiares pelo uso do fogo no preparo de área para plantio de mandioca, sugere-se ao poder público a elaboração de políticas públicas de fomento para difusão e adoção da tecnologia sobre Roça Sem Fogo na Amazônia.

Referências

ALVES, R. N. B.; MODESTO JÚNIOR, M. de S. Roça sem fogo: alternativa agroecológica para o cultivo de mandioca na Amazônia. **Revista Raízes e Amidos Tropicais**, v. 5, p. 552-558, jul. 2009. Edição dos Anais do XIII Congresso Brasileiro de Mandioca; VII Workshop sobre Tecnologia em Agroindústrias de Tuberosas Tropicais, Botucatu, 2009.

CERRI, C. C. Dinâmica da matéria orgânica em solo de pastagem. In: SIMPÓSIO SOBRE ECOSISTEMAS DE PASTAGENS, 1989, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Universidade de São Paulo, 1989. p. 135-147.

COUTINHO, A. C.; ALMEIDA, C.; VENTURIERI, A.; ESQUERDO, J. C. D. M.; SILVA, M. **Uso e cobertura da terra nas áreas desflorestadas da Amazônia Legal**: TerraClass 2008. Brasília, DF: Embrapa; Belém, PA: INPE, 2013. 108 p. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/87809/1/TerraClass-completo-baixa-pdf.pdf>>. Acesso em: 27 set. 2018.

DENICH, M. **Estudo da importância da vegetação secundária para o incremento da produtividade do sistema de produção na Amazônia Oriental Brasileira**. Belém, PA: EMBRAPA-CPATU: GTZ, 1991. 284 p.

DENICH, M.; VIELHAUER, K.; KATO, M. do S. A.; BLOCK, A.; KATO, O. R.; SÁ, T. D. de A.; LÜCKE, W.; VLEK, P. L. G. Mechanized land preparation in forest-based fallow systems: the experience from eastern Amazonia. **Agroforestry Systems**, v. 61, n. 1, p. 91-106, 2004.

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

FEARNSIDE, P. M.; GUIMARÃES, W. M. Carbon uptake by secondary forest in Brazilian Amazon. **Forest Ecology and Management**, v. 80, n. 1/3, p. 35-46, Jan. 1996.

HOMMA, A. K. O.; WALKER, R. T.; SCATENA, F. N.; COUTO, A. J.; CARVALHO, R. A.; FERREIRA, C. A. P.; SANTOS, A. I. M. Redução dos desmatamentos na Amazônia: política agrícola ou ambiental. In: HOMMA, A. K. O. (Ed.). **Amazônia: meio ambiente e desenvolvimento agrícola**. Brasília, DF: EMBRAPA-SPI; Belém, PA: EMBRAPA-CPATU, 1998. p. 119-141.

IBGE. Sistema IBGE de Recuperação Automática - SIDRA. **Produção agrícola municipal**: tabela 5457: área plantada ou destinada à colheita, área colhida, quantidade produzida, rendimento médio e vaor da produção das lavouras temporárias e permanentes. [Rio de Janeiro, 2017]. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/5457#resultado>>. Acesso em: 18 fev. 2019.

KATO, O. R. **Fire-free land preparation as an alternative to slash-and-burn for shifting cultivation in the Bragantina region**: crop performance and nitrogen dynamics. 1998. 132 p. Doctoral Dissertation (Doctor of Agricultural Sciences) - George-August-University Göttingen, Göttingen.

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, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2002. 3 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Comunicado técnico, 64).

LEMOS, A. L. F.; VITAL, M. H. F.; PINTO, M. A. C. As florestas e o painel de mudanças climáticas da ONU. **BNDDES Setorial**, n. 32, p. 153-192, 2010. Disponível em: <<https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/handle/1408/2023>>. Acesso em: 20 fev. 2017.

LIMA, M. A. Agropecuária brasileira e as mudanças climáticas globais: caracterização do problema, oportunidades e desafios. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, v. 19, n. 3, p. 451-472, set./dez. 2002.

LUCHESE, E. B.; FAVERO, L. O. B.; LENZI, E. **Fundamentos da química do solo**: teoria e prática. 2. ed. Rio de Janeiro: Freitas Bastos Editora, 2002. 159 p.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas**: princípios e aplicações. 2. ed. rev. e atual. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1997. 319 p.

McDONALD, M. A.; HEALEY, J. R.; STEVENS, P. A. The effects of secondary forest clearance and subsequent landuse on erosion losses and soil properties in the Blue Mountains of Jamaica. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 92, n. 1, p. 1-19, 2002.

MOREIRA, A.; COSTA, D. G. Dinâmica da matéria orgânica na recuperação de clareiras da floresta amazônica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, n. 10, p. 1013-1019, out. 2004.

NUNEZ, J. B. H. **Fitomassa e estoque de bioelementos das diversas fases da vegetação secundária, provenientes de diferentes sistemas de uso da terra no nordeste paraense, Brasil**. 1995. 184 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Pará, Belém, PA.

PINTO, F. R. **Estimativa dos estoques de biomassa e nutrientes em florestas secundárias na Amazônia Central**. 2008. 161 f. Dissertação (Mestrado em Manejo florestal, Silvicultura) - Universidade Federal do Amazonas: Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus.

SADOWSKI, M.; MEYERS, S.; MULLINS, F.; SATHAYE, J.; WISNIEWSKI, J. Methods for assessing greenhouse gas mitigation for countries with economies in transition: summary of workshop presentations and discussions. **Environmental Management**, v. 20, p. S3-S13, 1996. Supplement 1.

SAMPAIO, F. A. R.; FONTES, L. E. F.; COSTA, L. M.; JUCKSCH, I. Balanço de nutrientes e da fitomassa em um argissolo amarelo sob floresta tropical amazônica após a queima e cultivo com arroz. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 24, n. 2, p. 1162-1170, 2000.

SANTOS JUNIOR, U. M.; GONÇALVES, J. F. D.; FELDPAUSCH, T. R. Growth, leaf nutrient concentration and photosynthetic nutrient use efficiency in tropical tree species planted in degraded areas in central Amazonia. **Forest Ecology and Management**, v. 226, n.1-3, p. 299-309, 2006.

SHANG, C.; TIESSEN, H. Carbon turnover and carbon-13 natural abundance in organo-mineral fractions of a tropical dry forest soil under cultivation. **Soil Science Society of America Journal**, v. 64, n. 6, p. 2149-2155, Nov. 2000.

SILVA, B. N. R. da; VALENTE, M. A.; VENTURIERI, A.; SILVA, M. de F. F. da; OLIVEIRA, A. da S.; PIMENTA, M. do R. C. **Diagnóstico de recurso naturais área-programa Guamá-Acará-Moju**: relatório técnico. Belém, PA: SUDAM, 1988.

SILVA, M. M. **Projeto Roça Sem Queimar**: uma proposta de manejo agroecológico para a região da Transamazônica – Pará. 2003. 179 f. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas)- Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

TEMPO AGORA: dados mensais da climatologia. 2012. Disponível em: <<https://www.google.com/search?q=TEMPO+AGORA&oq=TEMPO+AGORA&aqs=chrome.69i57j0l5.3866j1j4&sourceid=chrome&ie=UTF-8>>. Acesso em: 18 fev. 2019.

TIESSEN, H.; CUEVAS, E.; CHACON, P. The role of soil organic matter in sustaining soil fertility. **Nature**, v. 371, p. 783-785, Oct. 1994.

WILKE, M. **Uma nova visão de manejo agroflorestal**: experiência desenvolvida por 150 agricultores da região da Transamazônica e do rio Xingu no Pará. Brasília, DF: Secretaria de Coordenação da Amazônia, 2004. 63 p. il. (Secretaria de Coordenação da Amazônia. Projeto Roça sem Queimar).



ROÇA SEM FOGO: alternativa agroecológica para o cultivo de mandioca no município de Moju, Pará

*Raimundo Nonato Brabo Alves
Moisés de Souza Modesto Júnior*

Introdução

A queima de biomassa contribui para a emissão de monóxido e dióxido de carbono para a atmosfera. Os efeitos indiretos do fogo podem elevar as emissões de óxido nitroso, óxidos de nitrogênio e metano, que também contribuem para o aquecimento global.

As vantagens da Roça Sem Fogo estão relacionadas com a preservação da matéria orgânica, em razão da liberação gradual de macro e micronutrientes para o solo, tais como: cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S). A decomposição da matéria orgânica eleva o pH do solo e funciona como condicionador de solo para a elevação da capacidade de troca de cátions (CTC).

Este capítulo objetiva comparar o sistema alternativo de preparo de área sem a utilização do fogo com o sistema de derruba e queima, sob o ponto de vista dos custos econômicos, em virtude das facilidades e dificuldades na execução de suas operações. Se bem aceito pelos agricultores, a Roça Sem Fogo tem potencial para ser adotada por uma clientela estimada em 600 mil pequenos agricultores (Homma et al., 1998), que cultivam diversificados sistemas de cultivo na Amazônia.

Material e métodos

O experimento foi iniciado em 2006, numa área de 1 ha, que continha uma capoeira de 15 anos, na base experimental da Secretaria Municipal de Agricultura do município de Moju. Escolheu-se uma capoeira com essa idade para servir como referência para um período máximo de pousio. O clima da unidade experimental é tropical úmido do tipo Am (quente e úmido) segundo Köppen, com solo do tipo Latossolo Amarelo de textura média, com as seguintes

características químicas na camada de 0 cm a 20 cm de profundidade: pH de 5,2, 0,14% de N, 16,23 g/kg de MO, 1 mg/dm³ de P, 33 mg/dm³ de K, 9 mg/dm³ de Na, 0,8 cmol_c/dm³ de Ca, 1,7 cmol_c/dm³ de Ca+Mg, 1,1 cmol_c/dm³ de Al e 8,58 cmol_c/dm³ de H+Al.

O preparo da área envolveu as etapas da Roça Sem Fogo segundo Alves e Modesto Júnior (2009), já descritas no Capítulo 3 deste livro. A lenha extraída da área foi estimada em 100 m³/ha, que convertido para carvão resultou em 240 sacos com capacidade para 60 kg, tipo usado para embalagem de grãos, no sistema de caieiras convencionais.

A abertura de covas e o plantio da mandioca foram realizados no mês de janeiro de 2007, nas entrelinhas das culturas de açaí, cupuaçu e banana, período em que a matéria orgânica acamou. Dividiu-se a área de 1 ha em três parcelas. Na primeira foi plantada a variedade Jurarã, no espaçamento de 1 m x 1 m, por ser de maior porte. Na segunda e na terceira foram plantadas as cultivares Paulozinho e Preta Seca, ambas no espaçamento de 0,80 m x 0,60 m por serem de menor porte. As plantas receberam uma adubação de 20 g por planta de adubo mineral NPK da fórmula 10:28:20, aos 30 dias após a emergência.

Os tratos culturais foram realizados em junho, com facões para eliminação das brotações dos tocos remanescentes da capoeira. Posteriormente foi efetuada a primeira capina e foram mantidas as limpezas pelos primeiros 150 dias da cultura. A colheita da mandioca foi realizada de forma manual aos 16 meses de idade para as três variedades avaliadas.

Os preços dos serviços foram cotados em diárias de um trabalhador rural utilizado nos preparos de área, obtidos no comércio local do município de Moju, no período de condução do experimento. A receita bruta origina-se da venda da raiz da mandioca a partir da quantidade produzida em tonelada e o preço estipulado pela fecularia que remunera em função do teor de fécula de cada variedade de mandioca.

Na época desse experimento, funcionava em Moju uma fecularia denominada de Fécula da Amazônia, que adquiria parcial ou totalmente a produção da agricultura familiar num raio de até 150 km da fábrica. Essa fábrica foi projetada para processar 200 t de raiz de mandioca por dia e, dada essa grande demanda, houve um grande estímulo para os agricultores aumentarem sua produção visando à comercialização de raízes para a fábrica.

Porém, houve uma frustração geral dos agricultores logo no primeiro ano, pois foram incentivados a aumentar a produção, mas, como a fábrica demorou

mais de um ano para ser inaugurada, muitos acabaram perdendo parte de sua produção. Quando a fábrica passou a operar, nunca conseguiu ultrapassar 40% de sua produção planejada, por falta ou dificuldade na logística para buscar as raízes nas propriedades dos agricultores familiares, uma vez que a maior parte das áreas de cultivo estavam situadas em locais de difícil acesso.

Na análise de renda, comparou-se o custo operacional, em face da receita bruta, obtendo-se, da diferença entre esses valores, um diferencial que constitui a margem bruta. A relação Benefício/Custo (B/C) corresponde ao resultado do quociente entre receita bruta e custo operacional. O ponto de nivelamento, em termos monetários, foi obtido pela razão entre o custo operacional e o total de unidades produzidas, medida em toneladas de raízes por hectare. Já o ponto de nivelamento, em termos de produção de raízes em toneladas, foi calculado pela razão entre o custo operacional e o valor de cada tonelada de raiz paga pela feccularia, conforme o teor de fécula. A margem de segurança do sistema foi gerada pela diferença entre o custo operacional e a renda bruta, dividindo-se pela receita bruta em percentagem.

Os custos diretos do preparo de área da Roça Sem Fogo foram comparados com os custos diretos do sistema de derruba e queima tradicional utilizado pelos agricultores familiares do município de Moju, cujos dados foram obtidos por meio de entrevistas com técnicos e agricultores e são apresentados a seguir.

Resultados e discussão

Os dados sobre os custos de preparo de 1 ha de área sem o uso do fogo e os custos com o preparo de área pelo método convencional por meio de derruba e queima já praticados no município de Moju, são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Custos diretos de preparo de 1 ha de área sem uso do fogo, comparado com o sistema convencional em roçados de derruba e queima, Moju, PA, 2007.

Operação	Roça Sem Fogo				Roça de Derruba e Queima			
	Un.	Quantidade	Valor unitário (R\$)	Valor total (R\$)	Un.	Quantidade	Valor unitário (R\$)	Valor total (R\$)
Abertura de picadas	dH ⁽¹⁾	1	15,00	15,00				
Broca	dH	62	15,00	930,00				
Corte da vegetação lenhosa	dH	8	55,00	440,00				

Continua...

Tabela 1. Continuação.

Operação	Roça Sem Fogo				Roça de Derruba e Queima			
	Un.	Quantidade	Valor unitário (R\$)	Valor total (R\$)	Un.	Quantidade	Valor unitário (R\$)	Valor total (R\$)
Combustível e Óleo 2T para motosserra				78,00				
Broca					dH	8	15,00	120,00
Derruba					dH	8	15,00	120,00
Queima					dH	1	15,00	45,00
Coivara					dH	3	15,00	45,00
Total				1.463,00				300,00
Receita com venda de carvão	Saco	240	3,00	720,00				
Custo efetivo				743,00				300,00

⁽¹⁾ dH: dia-homem.

Na Roça Sem Fogo, respeitado o poder aquisitivo do agricultor, recomenda-se que as culturas sejam adubadas, pois, como não se faz a queima, dependendo da fertilidade do solo, há inicialmente limitação de nutrientes, principalmente de K, Ca e Mg.

O custo direto do preparo de área sem fogo de uma capoeira de 15 anos foi de R\$ 1.463,00, quatro vezes mais elevado que o custo do sistema convencional de derruba e queima, que foi de R\$ 300,00. Porém, na Roça Sem Fogo, foi possível extrair 100 m³ de lenha, para produção de 240 sacos de carvão, que resultou num lucro líquido total de R\$ 720,00 com a venda de carvão, reduzindo o custo efetivo do roçado sem fogo para R\$ 743,00, ou seja, 2,4 vezes o custo efetivo do roçado tradicional. Esses custos tendem a se igualar quando se utilizam capoeiras de menor idade e quando se utiliza a mesma área para cultivos sucessivos.

Na Roça Sem Fogo, o esforço inicial com mão de obra foi maior que na roça convencional, como se pode comprovar na Tabela 1, pela quantidade de diárias despendidas no preparo da área, mas é compensado no futuro pelo menor esforço no combate de plantas daninhas, por meio de capinas. No roçado sem fogo, as plantas daninhas só apresentaram necessidade de controle bem mais tarde e em menor intensidade que nos roçados convencionais de derruba e queima, devido à espessa camada de biomassa

espalhada sob a superfície do solo, que abafa as plantas daninhas, impedindo a realização da fotossíntese, ou devido à resistência física, que impede a sua emergência. Este é um aspecto interessante por favorecer o desenvolvimento da cultura da mandioca, principalmente em seus estágios iniciais.

De acordo com os dados da Tabela 2, a variedade de melhor produtividade foi a Paulozinho, que no sistema de Roça Sem Fogo superou em 77% a produtividade média do estado do Pará. A de maior teor de fécula é a cultivar Preta Seca, com 27% de concentração de amido, sendo por isso a mais valorizada, sendo remunerada na plataforma da fecularia por R\$ 168,40 por tonelada de raiz. A margem bruta obtida com o cultivo da Paulozinho no sistema de roça sem fogo é 1,8 vezes a margem bruta obtida com o sistema convencional de derruba e queima.

Tabela 2. Indicadores de rendimento e financeiro de três cultivares de mandioca, cultivadas no sistema de roça sem fogo, colhidas aos 16 meses e comparadas com o sistema de derruba e queima convencional, Moju, PA, 2007.

Indicador	Unidade	Sistemas de cultivo e variedades de mandioca			
		Roça Sem Fogo (Paulozinho)	Roça Sem Fogo (Jurará)	Roça Sem Fogo (Preta Seca)	Derruba e Queima
Produtividade de raiz	kg/ha	28,70	24,10	17,95	16,17 ⁽¹⁾
Teor de fécula	%	23	20	27	
Preço da tonelada da raiz	R\$	152,00	139,20	168,40	140,00
Receita bruta	R\$	5.082,40	4.074,72	3.742,78	2.263,80
Custo operacional	R\$	3.440,48	3.350,18	3.211,84	1.371,40
Margem bruta	R\$	1.641,92	724,54	530,94	892,40
Relação benefício/custo	B/C	1,48	1,22	1,17	1,65
Ponto de nivelamento	R\$	119,88	139,01	178,93	84,81
Ponto de nivelamento	t	22,6	24,1	19,1	9,8
Margem de segurança	%	32,31	17,78	14,19	39,42

⁽¹⁾ Produtividade média de raízes de mandioca no estado do Pará (IBGE, 2017).

A relação benefício/custo de 1,48 da Roça Sem Fogo com a variedade Paulozinho significa que, para cada real investido, retorna R\$ 1,48 na venda da raiz para produção de fécula. O ponto de nivelamento de R\$ 119,88 refere-se ao preço mínimo que o produtor pode vender a tonelada de raiz, para cobrir todo o custo de produção.

Considerando o preço de venda de R\$ 152,00 por tonelada de raiz, seria necessária a produção de 22,6 t de raiz da variedade Paulozinho, para pagar o custo de produção no preparo de área sem uso do fogo. Os resultados também podem ser confirmados pelo desempenho da margem de segurança, que

nesse caso corresponde a 32,31%, condição que revela que, para a receita se igualar à despesa, a quantidade produzida ou preço de venda (R\$152,00) do produto pode cair em 32,31%. Isso significa que os produtores poderão diminuir suas vendas em 32,31% e, mesmo assim, não terão prejuízos na comercialização da variedade Paulozinho.

Conclusões

Nas condições edafoclimáticas do município de Moju, os resultados obtidos permitem concluir que:

- O sistema de Roça Sem Fogo tem potencial para substituir o sistema de derruba e queima, tanto pela viabilidade dos indicadores financeiros, quanto pelos benefícios ambientais.
- A melhor variedade de mandioca para plantio no sistema de Roça Sem Fogo foi a Paulozinho, pela maior produtividade de raízes e melhor rentabilidade financeira.
- A cultivar Preta Seca deve ser observada em futuros trabalhos de pesquisa, devido ao teor de amido superior em relação às demais e potencial para elevar sua produtividade de raiz.
- Devido à tradição cultural dos agricultores familiares pelo uso do fogo no preparo de área para plantio de mandioca, sugere-se ao poder público a elaboração de políticas públicas de fomento para difusão e adoção da tecnologia sobre Roça Sem Fogo na Amazônia.

Referências

ALVES, R. N. B.; MODESTO JÚNIOR, M. de S. Roça sem fogo: alternativa agroecológica para o cultivo de mandioca na Amazônia. **Revista Raízes e Amidos Tropicais**, v. 5, p. 552-558, jul. 2009. Edição dos Anais do XIII Congresso Brasileiro de Mandioca; VII Workshop sobre Tecnologia em Agroindústrias de Tuberosas Tropicais, Botucatu, 2009.

HOMMA, A. K. O.; WALKER, R. T.; SCATENA, F. N.; COUTO, A. J.; CARVALHO, R. A.; FERREIRA, C. A. P.; SANTOS, A. I. M. Redução dos desmatamentos na Amazônia: política agrícola ou ambiental. In: HOMMA, A. K. O. (Ed.). **Amazônia: meio ambiente e desenvolvimento agrícola**. Brasília, DF: EMBRAPA-SPI; Belém, PA: EMBRAPA-CPATU, 1998. p. 119-141.

IBGE. Sistema IBGE de Recuperação Automática - SIDRA. **Produção agrícola municipal**: tabela 5457: área plantada ou destinada à colheita, área colhida, quantidade produzida, rendimento médio e valor da produção das lavouras temporárias e permanentes. [Rio de Janeiro, 2017]. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/5457#resultado>>. Acesso em: 18 fev. 2019.



ROÇA SEM FOGO EM VEGETAÇÃO DE CAPOEIRA PARA PRODUÇÃO DE MANDIOCA EM CAMETÁ, PARÁ

Raimundo Nonato Brabo Alves
Moisés de Souza Modesto Júnior

Introdução

O município de Cametá possui uma área de 3.081 km² e uma população estimada de 136.390 habitantes (IBGE, 2018). Com relação ao uso da terra, predomina a agricultura permanente e temporária e pecuária de pequena escala, extração vegetal de palmito de açai e extração de madeira em tora para lenha e carvão vegetal (IBGE, 2017).

As culturas de cacau e pimenta-do-reino se destacaram com 97% da produção total de culturas permanentes no município de Cametá, que foi de R\$ 470 milhões (IBGE, 2017). Nesse ano, a mandioca produziu 56 mil toneladas de raiz, resultando em 98,69% do valor da produção das culturas temporárias cultivadas pelo município, que foi de R\$ 45.396.000,00.

A agricultura no município de Cametá se baseia no manejo de capoeiras, que consiste no processo de derruba e queima da vegetação secundária. As culturas permanentes, como cacau, pimenta-do-reino, banana e café, são cultivadas em sistemas agrícolas mais complexos, com uso de agroquímicos e com aporte de crédito rural. As lavouras temporárias, por sua vez, são conduzidas com menor nível tecnológico às expensas somente da fertilidade natural dos solos e das cinzas das queimadas, como é o caso de mandioca, arroz, milho e feijão-caupi.

O uso do fogo na agricultura é uma prática milenar que acompanha a cultura do homem, contribuindo até mesmo para sua evolução. Como relatado no Capítulo 1, no passado, nossos ancestrais utilizavam o fogo para o preparo de área de modo controlado e em pequenos roçados, mas as dificuldades de acesso na Amazônia e a indisponibilidade de equipamentos mecânicos, aliados à pressão da população, foram as causas da propagação generalizada

do uso do fogo, provocando forte impacto nos ecossistemas da região, com degradação de solo, eliminação da biodiversidade e obtenção de baixíssimos níveis de produtividade das culturas, como a mandioca em Cametá com média de apenas 8 t ha⁻¹ (IBGE, 2017).

O diagnóstico socioeconômico feito por Modesto Júnior et al. (2010, 2011) na comunidade de agricultores familiares de Porto Grande, em Cametá, indicou que a baixa produtividade de raízes de mandioca (12,82 t ha⁻¹) foi resultado de fatores como a degradação e queda da fertilidade do solo, que representou a principal causa da insatisfação de 52,6% dos agricultores entrevistados.

Os resultados obtidos por esse diagnóstico socioeconômico serviram de subsídio para a orientação de agricultores de Porto Grande em substituir a prática de derruba e queima da vegetação por um sistema sustentável, como o uso da Roça Sem Fogo no preparo de área (Alves; Modesto Júnior, 2009) para implantação de sistemas agroflorestais (SAFs). Os SAFs a serem adotados pelos agricultores podem ser representados por plantios sequenciais ou simultâneos de espécies frutíferas e florestais com culturas de ciclo curto, priorizando no primeiro ano o cultivo da mandioca, seguindo as orientações do Trio da Produtividade da Mandioca (Alves et al., 2008).

No processo de preparo da Roça Sem Fogo, a presença de árvores de interesse econômico no sistema, tanto aquelas identificadas no local quanto as 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.

No preparo de área da Roça Sem Fogo, busca-se auferir 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 e talas para artesanato, frutas, sementes e óleos), dentro de uma estratégia para aumento ou manutenção da produtividade, mas vinculada à conservação dos recursos ambientais, principalmente o solo, e com mínimo input de insumos externos ao sistema.

O capítulo teve como objetivo demonstrar e analisar as práticas tecnológicas da Roça Sem Fogo e do Trio da Produtividade da Mandioca associadas à aplicação de calcário e rocha fosfatada, como tecnologias de base agroecológica para produção de mandioca na Comunidade de Porto Grande, em Cametá, PA.

Materiais e métodos

Em agosto de 2009, foi realizada uma oficina que resultou na capacitação de 43 agricultores familiares de Porto Grande (Modesto Júnior, 2009). Para a condução da pesquisa, foi escolhida uma área de 2,5 mil metros quadrados de capoeira com cerca de 10 anos de idade. O solo da área é um Latossolo Amarelo textura arenosa, cujas análises feitas no Laboratório de Solos da Embrapa Amazônia Oriental pelo método Mehlich⁻¹ indicaram pH em água de 5,1, 0,22% de N, 14,58 g/kg de MO, 2,0 mg/dm³ de P, 15,0 mg/dm³ de K, 0,98 cmol_c/dm³ de Ca, 1,70 cmol_c/dm³ de Mg e 1,08 cmol_c/dm³ de Al.

Os técnicos juntamente com os agricultores capacitados fizeram, em novembro de 2009, o passo a passo do processo de preparo da área da Roça sem Fogo (Alves; Modesto Júnior, 2009), já descrito no Capítulo 3 deste livro.

O cultivo da mandioca seguiu as orientações do Trio da Produtividade da Mandioca, que se trata de uma marca criada para facilitar o entendimento pelos agricultores e consiste na síntese de três processos que mais impactam a produtividade da mandioca, com redução de custos: seleção de manivas-semente; plantio em espaçamento de 1 m x 1 m; e capina manual durante os 5 meses iniciais do ciclo da mandioca (Alves et al., 2008).

Foram avaliadas duas variedades de mandioca selecionadas na própria comunidade, a Taxi e a Bacuri, plantadas no período de 12 a 15 de janeiro de 2010, em oito unidades demonstrativas, cada uma com 240 m² de área (10 m x 24 m), com os seguintes tratamentos para cada variedade:

- 1) Trio da Produtividade da Mandioca (testemunha): seleção de manivas-semente, plantio no espaçamento de 1 m x 1 m e capina manual durante 5 meses após o plantio.
- 2) Trio da Produtividade da Mandioca + calcário dolomítico na dosagem de 1 t ha⁻¹: aplicação feita a lanço por ocasião do plantio da mandioca.
- 3) Trio da Produtividade da Mandioca + rocha fosfatada na dosagem de 1 t ha⁻¹: aplicação feita a lanço por ocasião do plantio da mandioca.
- 4) Trio da Produtividade da Mandioca + calcário dolomítico na dosagem de 1 t ha⁻¹ + rocha fosfatada na dosagem de 1 t ha⁻¹: aplicação feita a lanço por ocasião do plantio da mandioca.

A colheita foi efetuada aos 13 meses de cultivo, avaliando-se a produtividade de raízes de três parcelas ao acaso de 20 m² por tratamento, colhendo-se todas as plantas da parcela. Os resultados foram submetidos ao teste de médias pelo método de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Na análise financeira, a receita bruta foi dividida pelo custo total da produção para determinação da relação benefício/custo.

O ponto de nivelamento em dinheiro foi obtido pela razão entre o custo total e o número de sacos de 60 kg produzidos e o ponto de nivelamento em sacos de farinha foi obtido pela razão entre o custo total e o preço do saco de farinha de 60 kg comercializado na época no valor de R\$ 90,00, que representa a situação em que despesas e receitas se igualam, ou seja, ponto a partir do qual se inicia a margem de lucro. A margem de segurança do sistema foi gerada pela diferença entre o custo total e a receita bruta, dividindo-se pela receita bruta em percentagem.

Resultados e discussão

Utilizando a técnica de preparo de área da Roça sem Fogo, é possível extrair retorno econômico dos recursos naturais existentes na vegetação de capoeira por meio da lenha, carvão, caibros para construção civil, moirões para cercas, plantas ornamentais e outros, deixando-se na área as espécies de importância econômica, como fruteiras, essências florestais, melíferas e medicinais. Na roça sem fogo do município de Cametá, após a realização do inventário, permaneceram na área as espécies nativas assim descritas: injazeiro [*Maximiliana maripa* (Aublet) Drude], castanheira (*Bertholletia excelsa* H.B.K.) e jatobá (*Hymenaea courbaril* L.).

A produção de lenha foi cubada totalizando 90 m³ ha⁻¹, bem superior à extraída em Moju, de uma capoeira de 4 anos de idade, que foi de 12 m³ ha⁻¹ (Modesto Júnior; Alves, 2012b), mas que, se comercializada no mercado local para panificadoras ao preço de R\$ 15,00/m³, poderia gerar uma receita de R\$ 1.350,00.

De acordo com Homma (2001), uma das grandes limitações dos produtores de farinha de mandioca no estado do Pará refere-se ao insumo lenha, que chega a 10% a 15% do custo de produção. Esse autor destaca que há necessidade de políticas para auxiliar os produtores desse segmento, citando, dentre muitos exemplos, a implantação de casas de farinha comunitárias e mecanização parcial do processo de fabricação de farinha. No município de Castanhal, PA, um empreendimento de fabricação de farinha pelo processo artesanal para produzir 280 sacos de 60 kg gasta cerca de 40 m³ de lenha, no valor

total de R\$ 1.440,00, correspondendo a 9,18% dos custos totais de produção (Modesto Júnior; Alves, 2013).

Na fabricação artesanal de outros derivados de mandioca, como o tucupi e a goma (amido com 45% da umidade), os agricultores do município de Vigia de Nazaré consomem em torno de 6 m³ de lenha por mês, correspondendo a 5,64% dos custos de produção de 1.440 L de tucupi e 680 kg de goma por mês (Modesto Júnior; Alves, 2012a). Trabalhos conduzidos por Lopes (2006) indicaram que 61,3% dos agricultores de três comunidades nos municípios de São Domingos do Capim e Mãe do Rio, no Nordeste Paraense, também utilizam a lenha para fabricação de farinha de mesa e cocção de alimentos.

No processo de preparo de área sem uso do fogo, pode-se introduzir espécies frutíferas e/ou florestais após a colheita da mandioca, sistemas agroflorestais sequenciados ou pode-se integrar cultivos anuais envolvendo a mandioca e perenes como cupuaçuzeiros, bananeiras, cacauzeiros, açajeiros e outros com espécies madeireiras, sistema agroflorestal simultâneo.

As variedades de mandioca testadas apresentaram comportamento diferenciado em relação à produtividade de raízes. A maior produtividade foi obtida pela variedade Bacuri, com a aplicação de calcário e rocha fosfatada com 30,50 t ha⁻¹, representando um acréscimo de 137,91% (Tabela 1) em relação à produtividade média da comunidade que era de 12,82 t ha⁻¹. Essa produtividade foi semelhante à obtida pela variedade Jurará, que obteve 27 t ha⁻¹ no mesmo tratamento em Roça sem Fogo no município de Moju (Modesto Júnior; Alves, 2012b).

Tabela 1. Produtividade de mandioca (t ha⁻¹) com aplicação de calcário e rocha fosfatada no cultivo de Roça sem Fogo, na comunidade de Porto Grande, Cametá, PA, 2011.

Tratamento	Média
Bacuri+Trio+cal+arad	30,50 a
Bacuri+Trio+arad	22,83 ab
Taxi+Trio+arad	21,33 ab
Bacuri+Trio	21,25 ab
Taxi+Trio+cal+arad	20,16 ab
Bacuri+Trio+cal	19,16 ab
Taxi+Trio+cal	13,00 b
Taxi+Trio	11,00 b

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Analisando somente o efeito do Trio da Produtividade da Mandioca (testemunha), observa-se que a cultivar Bacuri obteve 21,25 t ha⁻¹, quase o dobro da produtividade da Taxi com 11,0 t ha⁻¹ e 65,75% a mais que a produtividade média obtida pelos agricultores da comunidade de Porto Grande. Isso comprova a importância do manejo da matéria orgânica produzida pela palhada da capoeira na proteção do solo, etapa integrante da Roça Sem Fogo no cultivo da mandioca.

A aplicação simultânea de calcário dolomítico e rocha fosfatada demonstrou ser o tratamento mais eficiente na elevação da produtividade da variedade Bacuri, com 30,50 t ha⁻¹, e somente aplicação de rocha fosfatada para a variedade Taxi, que obteve 20,16 t ha⁻¹, revelando-nos que um programa estadual de correção do solo com calcário e rocha fosfatada poderia dobrar a produção de mandioca e ainda agregar valor à farinha como produto orgânico.

A análise financeira (Tabela 2) foi feita para a variedade Bacuri, que foi superior à variedade Taxi, com viabilidade econômica em todos os tratamentos. Todos os tratamentos apresentaram viabilidade econômica considerando a venda de lenha e de farinha de mandioca. A maior margem bruta foi de R\$ 3.630,00 por hectare, obtida com a associação de calcário dolomítico e rocha fosfatada, com relação benefício/custo de 1,55, significando que, para cada R\$ 1,00 aplicado no sistema, retorna R\$ 1,55 na comercialização da farinha de mandioca.

Tabela 2. Indicadores econômicos dos diferentes tipos de adubação (tratamentos) utilizados no cultivo de mandioca variedade Bacuri em Roça sem Fogo, no município de Cametá, PA, 2011.

Indicador	Tratamento			
	Testemunha	Calcário Dolomítico	Rocha Fosfatada	Calcário + Rocha Fosfatada
Produtividade de raiz (t/ha)	21,25	19,16	22,83	30,50
Nº de sacos de farinha (60 kg) ⁽¹⁾	88,5	79,8	95,01	127,1
Custo de produção no campo (R\$)	3.060,00	3.360,00	3.860,00	4.200,00
Custo de beneficiamento e comercialização (R\$)	2307,92	2283,53	2326,35	2415,83
Receita da lenha (R\$)	1.350,00	1.350,00	1.350,00	1.350,00
Receita da farinha (R\$)	6.197,92	5.588,33	6.658,75	8.895,83
Receita bruta (R\$)	7.547,92	6.938,33	8.008,75	10.245,83
Custo operacional (R\$)	5.367,92	5.643,53	6.186,35	6.615,83
Margem bruta (R\$)	2.180,00	1.294,80	1.822,40	3.630,00
Relação benefício/custo	1,40	1,23	1,29	1,55
Ponto de nivelamento (R\$)	60,63	70,69	65,03	52,06

Continua...

Tabela 2. Continuação.

Indicador	Tratamento			
	Testemunha	Calcário Dolomítico	Rocha Fosfatada	Calcário + Rocha Fosfatada
Ponto de nivelamento (sacos de farinha)	76,68	80,62	88,38	94,51
Margem de segurança (%)	41,61	22,94	29,46	54,87

⁽¹⁾ Estimativa com base em 25% de rendimento na transformação de raiz de mandioca em farinha.

A venda da lenha neste sistema de produção com preparo de área sem uso do fogo é importante para reduzir os custos de produção de mandioca no campo e na fabricação da farinha, pois quando se retira os valores da venda da lenha (R\$ 1.350,00) na Tabela 2, observa-se que o tratamento com aplicação isolada de calcário dolomítico gera prejuízo de R\$ 55,20, abaixo do ponto de equilíbrio, em razão da menor produtividade obtida pela variedade Bacuri, sendo oportuno avaliar o desempenho de outras variedades mais adaptadas ao tipo de solo da comunidade.

No município de Moju, as variedades de mandioca Jurará e Taxi avaliadas nos tratamentos com testemunha e aplicação isolada de calcário dolomítico na dosagem de 1 t ha⁻¹ também apresentaram produtividades abaixo do ponto de equilíbrio do sistema (Modesto Júnior; Alves, 2012b). Pode-se depreender que a menor produtividade auferida pelo tratamento com calcário com 1 t ha⁻¹ esteja relacionada à baixa fertilidade dos solos da comunidade, por exemplo, o pH em água de 5,1 ficou abaixo da faixa ideal para cultivo da mandioca, que é entre 5,5 e 7,0 (Mattos; Cardoso, 2003).

Os critérios de interpretação das análises químicas de solos atualmente utilizados no estado do Pará têm sido baseados nas recomendações do Laboratório de Solos da Embrapa Amazônia Oriental (Brasil; Cravo, 2007) e, de modo geral, os teores de fósforo, potássio, cálcio, Ca+Mg dos solos da comunidade de Porto Grande se enquadram na classe de baixa fertilidade. Como o teor de alumínio foi de 1,08 cmol/dm³, considerado alto, recomenda-se ficar alerta para a necessidade de correção do solo, especialmente em condições de baixos teores de cálcio e de magnésio (Brasil; Cravo, 2007).

Conclusões

A Roça Sem Fogo e o Trio da Produtividade revelaram-se métodos eficientes na elevação da produtividade de mandioca na comunidade de Porto Grande. A adoção da Roça Sem Fogo com aplicação de calcário e rocha fosfatada

na correção da fertilidade do solo revelou-se uma boa alternativa de base ecológica para produção de mandioca na comunidade.

A variedade Bacuri revelou-se superior à Taxi em produtividade de raízes na comunidade de Porto Grande. Recomenda-se que os agricultores da comunidade façam ajustes na correção do solo, uma vez que os valores da análise de solo encontram-se abaixo do nível crítico, e utilizem a lenha extraída da roça sem fogo para venda como lenha ou carvão, visando à redução dos custos de produção.

Referências

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**. Brasília, DF: ABIPTI, 2008. 1 CD-ROM.

ALVES, R. N. B.; MODESTO JÚNIOR, M. de S. Roça sem fogo: alternativa agroecológica para o cultivo de mandioca na Amazônia. **Revista Raízes e Amidos Tropicais**, v. 5, p. 552-558, jul. 2009. Edição dos Anais do XIII Congresso Brasileiro de Mandioca; VII Workshop sobre Tecnologia em Agroindústrias de Tuberosas Tropicais, Botucatu, 2009.

BRASIL, E. C.; CRAVO, M. S. Interpretação dos resultados de análise de solos. In: CRAVO, M. da S.; VIÉGAS, I. de J. M.; BRASIL, E. C. (Ed.). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado do Pará**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2007. pt. 1, cap. 4.

HOMMA, A. K. O. O desenvolvimento da agroindústria no Estado do Pará. **Saber: Ciências Exatas e Tecnologia**, v. 3, p. 49-76, jan./dez. 2001. Edição especial.

IBGE. **Estimativas da população residente no Brasil e unidades da federação com data de referência em 1º de julho de 2018**. [Rio de Janeiro], 2018. Disponível em: <ftp://ftp.ibge.gov.br/Estimativas_de_Populacao/Estimativas_2018/estimativa_dou_2018_20181019.pdf>. Acesso em: 19 fev. 2019.

IBGE. Sistema IBGE de Recuperação Automática - SIDRA. **Tabela 1612**: área plantada, área colhida, quantidade produzida, rendimento médio e valor da produção das lavouras temporárias, 2017. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1612>>. Acesso em: 28 set. 2018.

LOPES, B. M. **Uso da capoeira na extração de lenha**: em três comunidades locais no pólo Rio Capim do PROAMBIENTE – PA. 2006. 99 f. Dissertação (Mestrado em Agriculturas Familiares e Desenvolvimento Sustentável) – Universidade Federal do Pará, Embrapa Amazônia Oriental, Belém, PA. Disponível em: <<http://www.repositorio.ufpa.br:8080/jspui/handle/2011/1709>>. Acesso em: 14 nov. 2014.

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. Sistemas de produção, 13). Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Mandioca/mandioca_para/cultivares.htm>. Acesso em: 3 fev. 2011.

MODESTO JÚNIOR, M. de S. Agricultores familiares de Cametá (PA) aprendem a fazer roça de mandioca sem fogo. **Mandioca Brasileira**, 18 ago. 2009.


MODESTO JÚNIOR, M. de S.; ALVES, R. N. B. Fabricação artesanal de derivados de mandioca: tucupi e goma. **Portal Dia de Campo**, 9 abr. 2012a. Disponível em: <<http://www.diadecampo.com.br/zpublisher/materias/Materia.asp?id=26331&secao=Artigos%20Especiais>>. Acesso em: 17 abr. 2012.

MODESTO JÚNIOR, M. de S.; ALVES, R. N. B. Minha farinha meu grande negócio. **Ver-a-Ciência**, v. 2, n. 4, p. 44-49, jun./set. 2013. Disponível em: <http://www.veraciencia.pa.gov.br/upload/arq_arquivo/123.pdf>. Acesso em: 2 ago. 2013.

MODESTO JÚNIOR, M. de S.; ALVES, R. N. B. Sistema agroecológico de roça sem fogo para produção de mandioca em Moju. **Amazônia: Ciência & Desenvolvimento**, v. 7, n. 14, p. 59-68, jan./jun. 2012b. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/73359/1/N-14-Sistema-Agroecologico.pdf>>. Acesso em: 23 abr. 2014.

MODESTO JÚNIOR, M. de S.; ALVES, R. N. B.; SILVA, E. S. A. Diagnóstico socioeconômico de agricultores familiares do Baixo Tocantins. **Mandioca em foco**, 12 ago. 2010.

MODESTO JUNIOR, M. S.; ALVES, R. N. B.; SILVA, E. S. A. Diagnóstico socioeconômico de comunidades de mandiocultores do Baixo Tocantins, Pará. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MANDIOCA, 14.; FEIRA BRASILEIRA DA MANDIOCA, 1., 2011, Maceió. **Mandioca**: fonte de alimento e energia: anais. Maceió: ABAM: SBM, 2011. 1 CD-ROM.



SISTEMA AGROECOLÓGICO DE ROÇA SEM FOGO PARA PRODUÇÃO DE MANDIOCA EM MOJU, PARÁ

*Moisés de Souza Modesto Júnior
Raimundo Nonato Brabo Alves*

Introdução

No Brasil, de acordo com o Censo Agropecuário de 2006, a agricultura familiar participou com 83,2% da produção de mandioca (Hoffmann, 2014). Há 26 anos (1992 a 2017) o Pará vem se destacando no cenário brasileiro como o maior produtor de mandioca do Brasil (IBGE, 2017), porém a produtividade média de mandioca na ordem de $16,17 \text{ t ha}^{-1}$ é muito baixa, considerando o grande potencial da cultura.

No Território do Baixo Tocantins, que abrange os municípios de Abaetetuba, Acará, Baião, Barcarena, Cametá, Igarapé-Miri, Limoeiro do Ajuru, Moju, Mocajuba, Tailândia e Oeiras do Pará (Atlas..., 2010), a produtividade de mandioca varia entre 9 t ha^{-1} e 20 t ha^{-1} de raiz, variação de produtividade decorrente do fato de que a maioria dos agricultores familiares não fazem seleção do material de propagação, não controlam as plantas daninhas eficientemente e não adotam espaçamentos adequados (Modesto Júnior et al., 2009).

Diagnóstico socioeconômico realizado por Modesto Júnior et al. (2010, 2011), em Moju, indicou a produtividade de raízes de mandioca na ordem de 20 t ha^{-1} . Identificou-se nesse diagnóstico que 52,6% dos agricultores entrevistados estavam satisfeitos com o cultivo da mandioca. Os resultados obtidos com esse diagnóstico socioeconômico serviram de subsídio para orientar os agricultores de Moju a substituir a prática de derruba e queima da vegetação por um sistema sustentável, como a Roça sem Fogo como preparo de área (Alves; Modesto Júnior, 2009), para implantação de Sistemas Agroflorestais (SAFs) sequenciais ou simultâneos, envolvendo espécies frutíferas e florestais com culturas de ciclo curto, priorizando no primeiro ano o cultivo da mandioca, de acordo com as orientações do Trio da Produtividade da Mandioca (Alves et al., 2008).

A presença de árvores no sistema, tanto nativas de interesse econômico resultantes do inventário a ser feito no processo de preparo da Roça sem Fogo, como as posteriormente introduzidas, trazem benefícios diretos e indiretos, tais como o controle da erosão, a manutenção da fertilidade do solo, o aumento da biodiversidade, a diversificação da produção e o prolongamento do ciclo de manejo da área. Resultados obtidos por Sampaio et al. (2007) mostram que o preparo da área para plantio por meio de corte e trituração sem uso do fogo permite o uso da terra sem perda da fertilidade natural do solo e sem a necessidade de aumento da mão de obra para o preparo de grandes áreas.

Nesse sistema, as vantagens evidenciadas dizem respeito a um melhor balanço de nutrientes, qualidade e regulação térmica do solo, conservação da água, intensificação do sistema de produção, mudança do calendário agrícola, redução na incidência de plantas espontâneas e oferta de serviços ambientais, como, por exemplo, o sequestro de carbono (Kato et al., 2007).

O capítulo teve como objetivo demonstrar e analisar as práticas tecnológicas da Roça Sem Fogo e do Trio da Produtividade da Mandioca associado à aplicação de calcário e rocha fosfatada como tecnologias, em comparação com NPK, para produção de mandioca na comunidade de Nova União, em Moju, Pará.

Material e métodos

Em janeiro de 2010, foram capacitados sete agricultores familiares da comunidade de Nova União, em Moju, PA, sobre as técnicas de preparo de área sem uso do fogo. Para a condução da pesquisa participativa, foi escolhida uma área de 3 mil metros quadrados de capoeira, com cerca de 4 anos de idade. O solo da área é um Latossolo Amarelo, de textura arenosa e de boa drenagem, cujas análises feitas no Laboratório de Solos da Embrapa Amazônia Oriental pelo método Mehlich¹ indicaram pH em água de 5,3, 0,10% de N, 11,43 g/kg de MO, 1,0 mg/dm³ de P, 15,0 mg/dm³ de K, 10 mg/dm³ de Na, 0,9 cmol_c/dm³ de Ca, 1,1 cmol_c/dm³ de Ca+Mg, 0,5 cmol_c/dm³ de Al e 4,13 cmol_c/dm³ de H+Al.

Os agricultores capacitados fizeram, em fevereiro de 2010, o passo a passo do processo de preparo da área da Roça sem Fogo (Alves; Modesto Júnior, 2009), já descrito no Capítulo 3 deste livro.

O plantio foi feito em fevereiro de 2010, seguindo as orientações do Trio da Produtividade (Alves et al., 2008), sendo avaliadas duas variedades de mandioca selecionadas na própria comunidade, a Taxi e a Jurar, instaladas em dez unidades demonstrativas, cada uma com 160 m² de área (8 m x 20 m), com os seguintes tratamentos para cada variedade:

- 1) Trio da Produtividade da Mandioca (testemunha): seleção de manivas-sementes, plantio no espaçamento de 1 m x 1 m e capina manual durante 5 meses após o plantio.
- 2) Trio da Produtividade da Mandioca + calcário dolomítico na dosagem de 1 t ha⁻¹: aplicação feita na cova por ocasião do plantio da mandioca.
- 3) Trio da Produtividade da Mandioca + rocha fosfatada na dosagem de 1 t ha⁻¹: aplicação feita na cova por ocasião do plantio da mandioca.
- 4) Trio da Produtividade da Mandioca + calcário dolomítico na dosagem de 1 t ha⁻¹ + rocha fosfatada na dosagem de 1 t ha⁻¹: aplicação feita na cova por ocasião do plantio da mandioca.
- 5) Trio da Produtividade da Mandioca + NPK na dosagem de 200 kg ha⁻¹: aplicação feita 30 dias após a brotação das manivas.

A colheita foi efetuada aos 14 meses de cultivo, avaliando-se a produtividade de raízes de quatro amostras de cada parcela. Os resultados foram submetidos ao teste de médias pelo método de Tukey ao nível de 5% de probabilidade e análise financeira para determinação da margem bruta, relação benefício/custo, ponto de nivelamento e margem de segurança dos sistemas para a variedade que obteve maior produtividade.

Na análise financeira, a receita bruta foi dividida pelo custo total da produção para determinação da relação benefício/custo. O ponto de nivelamento em dinheiro foi obtido pela razão entre o custo total e o número de sacos de 60 kg produzidos e o ponto de nivelamento em sacos de farinha obtido pela razão entre o custo total e o preço do saco de farinha de 60 kg comercializado na época no valor de R\$ 80,00, que representa a situação em que despesas e receitas se igualam, ou seja, ponto a partir do qual se inicia a margem de lucro. A margem de segurança do sistema foi gerada pela diferença entre o custo total e a receita bruta, dividindo-se pela receita bruta em porcentagem.

Resultados e discussão

No preparo de área da Roça sem Fogo, busca-se conseguir o maior benefício dos recursos naturais disponíveis na capoeira, tais como produtos madeireiros (madeira, moirões para cercas, caibros para construção civil, lenha e carvão) e não madeireiros (folhas e talos para artesanato, frutas, sementes e óleos), dentro de uma estratégia para aumento ou manutenção da produtividade, mas vinculada à conservação dos recursos ambientais, principalmente do solo, e com mínimo input de insumos externos ao sistema.

Pesquisa conduzida por Santos (2006), em Marapanim, PA, sobre a percepção de um grupo de agricultores em relação às práticas agrícolas de corte e trituração da capoeira como alternativa sustentável de cultivo da terra sem uso do fogo, indicou várias vantagens, com destaque ao fator social (redução da força de trabalho), à eficiência operacional (redução do número de capinas e rapidez na colheita), ao meio ambiente (rápido crescimento da capoeira, melhoria da fertilidade do solo) e ao fator econômico (flexibilização do calendário agrícola e aumento da produtividade no segundo ano).

Apesar de ser possível extrair das áreas de capoeira madeira, lenha, frutos, sementes, florada para a atividade apícola, fitoterápicos, aromáticos, forrageiras e matéria-prima para artesanato e confecção de utensílios (Araújo et al., 2007), são áreas subavaliadas e pouco valorizadas para fins comerciais, uma vez que nem sempre esses produtos são considerados pelos agricultores como geradores de renda, por serem consumidos ou usados em suas propriedades sem comercialização (Araújo et al., 2007; Schwartz, 2007).

No entanto, com a técnica da Roça sem Fogo, busca-se extrair retorno econômico dos recursos naturais existentes na vegetação de capoeira por meio da lenha, carvão, caibros para construção civil, moirões para cercas, plantas ornamentais e outros, deixando-se na área as espécies de importância econômica, como fruteiras, essências florestais, melíferas, medicinais e outras. Portanto, após a realização do inventário, permaneceram na área as espécies nativas como o inajazeiro [*Maximiliana maripa* (Aublet) Drude] e fruteiras introduzidas, como cajueiro [*Anacardium occidentale* L.] e açazeiro [*Euterpe olearacea* Mart.].

Pesquisas conduzidas por Alvino et al. (2005) sobre o potencial do uso de espécies arbóreas de uma floresta secundária com 30 anos de idade, abandonada após sucessivos cultivos anuais de arroz, milho e mandioca, na região bragantina do Pará, indicaram que 33% das espécies poderiam

ser utilizadas como madeiras em construções rurais, sendo as de alto valor comercial (30%), seguida pelas madeireiras de baixo valor comercial (9%), usadas como lenha (9%), frutíferas (7%), medicinais (5%), artesanais (4%) e as com potencial resinífero (1%). As espécies sem uso conhecido representaram somente 2%.

Em capoeiras de mais idade, a tendência é que haja maior diversidade de usos potenciais e maior valor relativo dos produtos comerciais. Estudos desenvolvidos no município de Bragança demonstraram que capoeiras de 5 a 10 anos apresentam média de 25 árvores por hectare, principalmente de interesse madeireiro, apresentando baixo valor comercial, com possibilidade de utilização de cerca de 40% das árvores para lenha (Rios et al., 2001). Na Amazônia Oriental, pelo menos cem espécies de plantas da capoeira são citadas como úteis para a população rural (Vieira et al., 1996).

A lenha extraída da Roça sem Fogo de Moju foi cubada, totalizando cerca de $12 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$, equivalente a uma receita de R\$ 360,00 se comercializada no mercado local para as panificadoras. Deve-se registrar que ela é o principal combustível utilizado pelos agricultores familiares do Território do Baixo Tocantins nos fornos de fabricação de farinha. De acordo com Lopes (2006), 61,3% dos agricultores de três comunidades nos municípios de São Domingos do Capim e Mãe do Rio, no Nordeste Paraense, empregam a lenha para fabricação de farinha e cocção de alimentos.

Esse processo de preparo de área sem uso do fogo pode ser utilizado para cultivo de sistemas agroflorestais sequenciados com a introdução de espécies frutíferas e florestais após a colheita da mandioca, ou sistemas agroflorestais simultâneos que integrem cultivos anuais envolvendo a mandioca e espécies perenes, como cupuaçuzeiros, bananeiras, cacauzeiros, açaizeiros, e outros com espécies madeireiras.

As variedades de mandioca apresentaram comportamento diferenciado em relação à produtividade de raízes. A maior foi de $32,53 \text{ t ha}^{-1}$, obtida pela Jurará com a aplicação de rocha fosfatada, representando um acréscimo de 62,65% em relação à produtividade média da comunidade (Tabela 1). A adubação com rocha fosfatada foi fundamental para o aumento da produtividade da mandioca, uma vez que o fósforo é o nutriente mais limitante para mandioca em áreas preparadas por meio de corte e trituração da capoeira, pela baixa disponibilidade no solo e na biomassa da capoeira desse nutriente (Kato et al., 2007).

Tabela 1. Produtividade de mandioca (t/ha) com calcário, rocha fosfatada e adubo NPK no cultivo de roças sem fogo, na comunidade de Nova União, Moju, PA, 2011.

Tratamento	Média
Variedade Jurará + rocha fosfatada	32,53 a
Variedade Jurará + calcário dolomítico + rocha fosfatada	27,86 ab
Variedade Jurará + NPK	27,46 abc
Variedade Taxi + NPK	23,83 abc
Variedade Taxi + calcário dolomítico + rocha fosfatada	20,16 abcd
Variedade Taxi + rocha fosfatada	17,73 abcd
Variedade Jurará + calcário dolomítico	13,60 abcd
Variedade Taxi + calcário dolomítico	13,50 bcd
Variedade Jurará (testemunha)	8,83 cd
Variedade Taxi (testemunha)	4,00 d

Médias seguidas de mesma letra não diferem pelo teste Tukey ($p < 0,05$).

A aplicação simultânea de calcário e rocha fosfatada elevou a produtividade de ambas as cultivares, sendo de 27,86 t ha⁻¹ para a Jurará e de 20,16 t ha⁻¹ para a Taxi, revelando-nos que um programa estadual de correção do solo com calcário e rocha fosfatada poderia dobrar a produção de mandioca. Pesquisa conduzida por Santos (2010), em Igarapé-Açu, indicou que a prática de preparo de área sem uso do fogo contribui para o aumento da produção de grãos de milho a partir do segundo ano de cultivo. Para alcançar uma produção satisfatória no primeiro ano, torna-se necessário uma adubação no momento do plantio, ainda que seja na dose mínima recomendada.

A análise financeira (Tabela 2) foi feita para a variedade Jurará, que superou em produtividade a Taxi. A maior margem bruta foi obtida com a adubação de rocha fosfatada (R\$ 1.869,52), com relação benefício/custo de 1,21, significando que, para cada R\$ 1,00 aplicado no sistema, retorna R\$ 1,21 na comercialização da farinha de mandioca. A testemunha e a aplicação isolada de calcário dolomítico não tiveram viabilidade econômica.

Tabela 2. Indicadores econômicos dos diferentes tipos de adubação (tratamentos) utilizados no cultivo de mandioca variedade Jurará em roça sem fogo, no município de Moju, PA, 2010.

Indicador	Tratamento				
	Testemunha	Calcário Dolomítico	NPK	Calcário + Rocha Fosfatada	Rocha Fosfatada
Produtividade de raiz (t/ha)	8,83	13,60	27,46	27,86	32,53
Nº de sacos de farinha (60 kg) ⁽¹⁾	36,80	56,70	114,40	116,10	135,50

Continua...

Tabela 2. Continuação.

Indicador	Tratamento				
	Testemunha	Calcário Dolomítico	NPK	Calcário + Rocha Fosfatada	Rocha Fosfatada
Custo de produção no campo (R\$)	3.051,00	3.391,00	3.411,00	4.231,00	3.931,00
Custo de beneficiamento e comercialização (R\$)	1.379,69	2.125,00	4.290,63	4.353,13	5.082,81
Receita bruta (R\$)	2.983,33	4.573,33	9.193,33	9.326,67	10.883,33
Custo operacional (R\$)	4.430,69	5.516,00	7.701,63	8.584,13	9.013,81
Margem bruta (R\$)	(1.447,35)	(942,67)	1.491,71	742,54	1.869,52
Relação benefício/custo	0,67	0,83	1,19	1,09	1,21
Ponto de nivelamento (R\$)	120,43	97,34	67,31	73,95	66,50
Ponto de nivelamento (sacos de farinha)	55,38	68,95	96,27	107,30	112,67
Margem de segurança (%)	48,51	20,61	(16,23)	(7,96)	(17,18)

⁽¹⁾ Estimativa com base em 25% de rendimento na transformação de raiz de mandioca em farinha.

Pode-se inferir que a inviabilidade econômica desses tratamentos pode estar relacionada à baixa fertilidade dos solos da comunidade. Os critérios de interpretação das análises químicas de solos, atualmente, utilizados no estado do Pará têm sido baseados nas recomendações do Laboratório de Solos da Embrapa Amazônia Oriental (Brasil; Cravo, 2007).

De modo geral, os teores de fósforo, potássio, cálcio, Ca+Mg dos solos da comunidade de Nova União se enquadram na classe de baixa fertilidade. Como o teor médio de alumínio foi de $0,5 \text{ cmol/dm}^3$, recomenda-se ficar alerta para a necessidade de correção do solo, especialmente em condições de baixos teores de cálcio e de magnésio (Brasil; Cravo, 2007).

Conclusões

Associação da Roça sem Fogo e do Trio da Produtividade com aplicação de rocha fosfatada e calcário ou NPK revelaram-se eficientes na elevação da produtividade de mandioca e na relação benefício/custo e podem ser utilizados como alternativas para produção desta cultura na comunidade de Nova União, em Moju. A cultivar Jurará revelou-se superior à Taxi em produtividade de raízes.

Recomenda-se que os agricultores façam ajustes na correção do solo, uma vez que os valores da análise de solo encontram-se abaixo do nível crítico.

A produção de mandioca, tendo como sequência a implantação de SAFs em áreas preparadas com a prática de Roça sem Fogo, configura-se como uma alternativa promissora para a Amazônia a ser adotada pelos agricultores familiares, pois além da receita auferida com a cultura da mandioca, adiciona-se a receita com a venda de lenha e posteriormente das espécies frutíferas perenes, mantendo-se a biodiversidade com conservação de solo.

O Trio da Produtividade da Mandioca pode ser adotado e replicado por qualquer agricultor na Amazônia, independente do poder econômico, pois sua adoção não depende de insumos, mas apenas de informação para mudança de hábito dos agricultores, visando à execução e controle de práticas agrícolas e do número de operações. Essas tecnologias são conhecidas como “tecnologias de processos”, que mais promovem positivamente a produtividade de raízes de mandioca, em nível de produção familiar, com menor impacto ambiental possível. Com relação à adoção das técnicas de preparo de área da Roça Sem Fogo, sugere-se que os agricultores trabalhem no sistema de mutirão, de modo a favorecer o uso coletivo de troca de mão de obra em sistema de rodízio nas propriedades da comunidade.

Referências

- ALVES, R. N. B.; MODESTO JÚNIOR, M. S. Roça sem fogo: alternativa agroecológica para o cultivo de mandioca na Amazônia. **Revista Raízes e Amidos Tropicais**, v. 5, p. 552-558, jul. 2009. Edição dos Anais do XIII Congresso Brasileiro de Mandioca; VII Workshop sobre Tecnologia em Agroindústrias de Tuberosas Tropicais, Botucatu, 2009.
- ALVES, R. N. B.; MODESTO JÚNIOR, M. 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. Brasília, DF: ABIPTI, 2008. 1 CD-ROM.
- ALVINO, F. O.; SILVA, M. F. F.; RAYOL, B. P. Potencial de uso das espécies arbóreas de uma floresta secundária, na Zona Bragantina, Pará, Brasil. **Acta Amazônica**, v. 35, n. 4, p. 413-420, out./dez. 2005. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0044-59672005000400005>. Acesso em: 27 ago. 2012.
- ARAÚJO, E. L. S.; SILVA, M. F. F.; MUNIZ, A. L. V.; ALVINO, F. O. Levantamento de produtos florestais não madeireiros em áreas de sucessão secundária no município de Bragança – PA. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 5, p. 234-236, jul. 2007. Suplemento 1. Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/seerbio/ojs/index.php/rbb/article/view/236/224>>. Acesso em: 27 ago. 2012.
- ATLAS de integração regional do Estado do Pará. Belém, PA: SEIR, 2010. Disponível em: <http://www.sedurb.pa.gov.br/downloads/atlas/atlas_final.pdf>. Acesso em: 27 set. 2018.

BRASIL, E. C.; CRAVO, M. S. Interpretação dos resultados de análise de solos. In: BRASIL, E. C.; CRAVO, M. S.; VIÉGAS, I. J. M. (Ed.). **Recomendações de adubação e calagem para o estado do Pará**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2007. pt. 1, cap. 4.

HOFFMANN, R. A agricultura familiar produz 70% dos alimentos consumidos no Brasil? **Segurança Alimentar e Nutricional**, v. 21, n. 1, p. 417-421, 2014. Disponível em: <<https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/san/article/view/1386/1376>>. Acesso em: 20 fev. 2017.

IBGE. Sistema IBGE de Recuperação Automática - SIDRA. **Tabela 1612**: área plantada, área colhida, quantidade produzida, rendimento médio e valor da produção das lavouras temporárias, 2017. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1612>>. Acesso em: 28 set. 2018.

KATO, O. R.; KATO, M. S. A.; CARVALHO, C. J. R.; FIGUEIREDO, R. O.; CAMARÃO, A. P.; SÁ, T. D. A. Plantio direto na capoeira: uma alternativa com base no manejo de recursos naturais. In: WADT, P. G. S. (Ed.). **Sistema plantio direto e controle de erosão no estado do Acre**. Rio Branco, AC: Embrapa, 2007. p. 79-111.

LOPES, B. M. **Uso da capoeira na extração de lenha**: em três comunidades locais no pólo Rio Capim do PROAMBIENTE - PA. 2006. 99 f. Dissertação (Mestrado em Agriculturas Familiares e Desenvolvimento Sustentável) - Universidade Federal do Pará, Embrapa Amazônia Oriental, Belém, PA. Disponível em: <<http://www.repositorio.ufpa.br:8080/jspui/handle/2011/1709>>. Acesso em: 27 ago. 2012.

MODESTO JÚNIOR, M. S.; ALVES, R. N. B.; SILVA, E. S. A. Produtividade de mandioca de agricultores familiares do Baixo Tocantins - PA. **Revista Raízes e Amidos Tropicais**, v. 5, p. 522-528, jul. 2009. Edição dos Anais do XIII Congresso Brasileiro de Mandioca; VII Workshop sobre Tecnologia em Agroindústrias de Tuberosas Tropicais, Botucatu, 2009. Disponível em: <<http://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/576549/1/Id41818.pdf>>. Acesso em: 03 out. 2012.

MODESTO JÚNIOR, M. de S.; ALVES, R. N. B.; SILVA, E. S. A. Diagnóstico socioeconômico de agricultores familiares do Baixo Tocantins. **Mandioca Brasileira**, 12 ago. 2010.

MODESTO JUNIOR, M. S.; ALVES, R. N. B.; SILVA, E. S. A. Diagnóstico socioeconômico de comunidades de mandiocultores do Baixo Tocantins, Pará. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MANDIOCA, 14.; FEIRA BRASILEIRA DA MANDIOCA, 1., 2011, Maceió. **Mandioca**: fonte de alimento e energia: anais. Maceió: ABAM: SBM, 2011. 1 CD-ROM.

RIOS, M.; MARTINS-DA-SILVA, R. C. V.; SABOGAL, C.; MARTINS, J.; SILVA, R. N. da; BRITO, R. R. de; BRITO, I. M. de; BRITO, M. F. C. de; SILVA, J. R. de; RIBEIRO, R. T. **Benefícios das plantas da capoeira para a comunidade de Benjamin Constant, Pará, Amazônia brasileira**. Belém, PA: CIFOR, 2001. 54 p.

SAMPAIO, C. A.; KATO, O. R.; SILVA, D. N. Corte e trituração da capoeira sem queima como alternativa de uso da terra, rumo à sustentabilidade florestal: o caso tipitamba em Igarapé-açu, Pará. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE GESTÃO EMPRESARIAL E MEIO AMBIENTE, 9., 2007, Curitiba. **Anais...** São Paulo: USP, 2007. 17 p. 1 CD-ROM.

SANTOS, E. R. **Influência do manejo da vegetação secundária na produção agrícola e nos atributos químicos de latossolo amarelo da Amazônia Oriental**. 2010. 82 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, PA. Disponível em: <http://www.dominiopublico.gov.br/pesquisa/DetalheObraForm.do?select_action=&co_obra=203303>. Acesso em: 27 ago. 2012.

SANTOS, L. de O. L. dos. **Percepção de um grupo de agricultores da localidade São João do município de Marapanim-PA, sobre o método de corte e trituração como alternativa ao método tradicional de corte e queima da vegetação secundária**. 2006. 184 f. Dissertação (Mestrado em Agriculturas Familiares e Desenvolvimento Sustentável) - Universidade Federal do Pará, Embrapa Amazônia Oriental, Belém, PA. Disponível em: <http://ppgaa.prosp.ufpa.br/ARQUIVOS/dissertacoes/2006/LORAINE_DE_OLIVEIRA_LAURIS_DOS_SANTOS.pdf>. Acesso em: 27 ago. 2012.

SCHWARTZ, G. Manejo sustentável de florestas secundárias: espécies potenciais no Nordeste do Pará, Brasil. **Amazônia: Ciência & Desenvolvimento**, v. 3, n. 5, p. 125-148, jul./dez. 2007.

VIEIRA, I. C. G.; SALOMÃO, R. P.; ROSA, N. A.; NEPSTAD, D. C.; ROMA, J. C. O renascimento da floresta no rastro da agricultura. **Ciência Hoje**, v. 20, n. 119, p. 38-44, abr. 1996.



PRODUÇÃO DE MANDIOCA EM ROÇA SEM FOGO NO TRIO DA PRODUTIVIDADE COM APLICAÇÃO DE FERTILIZANTES E MANIPUEIRA NO MUNICÍPIO DE BAIÃO, PARÁ

*Moisés de Souza Modesto Júnior
Raimundo Nonato Brabo Alves*

Introdução

A economia do município de Baião está baseada na agricultura permanente e temporária com preparo de área por meio da derruba e queima, nas atividades de pecuária de pequena escala, extração vegetal de madeira em tora, lenha, carvão e extração de frutos de açaí e castanha-do-pará. Com relação às lavouras temporárias, a produção de mandioca em 2017, na ordem de 4.290 t de raiz, resultou no valor de produção de R\$ 3.003.000,00 com uma representatividade de 95% em relação ao valor bruto da produção das culturas temporárias cultivadas no município (IBGE, 2017).

A baixa produtividade de raízes de mandioca em Baião, com média de apenas 14,3 t ha⁻¹ em 2017 (IBGE, 2017), é decorrente do empirismo de conhecimentos utilizados pelos agricultores, que se reproduz a cada geração, com o uso do sistema de derruba e queima da vegetação de capoeira para o cultivo da mandioca, o qual resulta na redução gradual da fertilidade do solo.

Diagnóstico socioeconômico feito na comunidade de agricultores familiares de Açaizal, em Baião (Modesto Júnior et al., 2010, 2011), indicou que a mandioca representa a principal fonte de renda para 94,4% dos agricultores da comunidade e que 88,2% dos agricultores estavam satisfeitos com o cultivo da mandioca, pois obtiveram em 2009 uma produtividade média de raízes de 26,53 t ha⁻¹, média que representava o dobro da produtividade do município. O ajuste do sistema de cultivo de mandioca com a demonstração de tecnologias alternativas ao sistema de derruba e queima utilizado pelos

agricultores certamente deverá contribuir para a manutenção ou o aumento da produtividade de mandioca na comunidade.

Em geral, as campanhas e as ações realizadas junto às comunidades de agricultores familiares têm se voltado para a apresentação de tecnologias alternativas ao uso do fogo. No estado do Acre, os engenheiros da Secretaria de Agricultura relataram que o maior desafio da substituição do fogo pela adubação verde é sensibilizar os produtores e os proprietários de terra em relação aos benefícios e vantagens da prática da adubação verde (Sem..., 2012).

É bem possível que a dificuldade observada não seja simplesmente a aceitação do processo de adubação verde em relação à tecnologia popularizada (o uso do fogo). Somente a existência de um processo tecnológico validado com relação custo/benefício positivo não basta para quebrar esse paradigma. O uso do fogo é um costume, um hábito, uma herança repassada pelos nossos ancestrais desde a pré-história e até hoje adotado pelos agricultores, por seus vizinhos e amigos.

Existem diversas tecnologias alternativas, como agricultura sem queima, que tem no seu escopo a trituração mecanizada da capoeira (Kato et al., 2002, 2004), Roça Sem Fogo com preparo de área pelo processo manual (Alves; Modesto Júnior, 2009), Trio da Produtividade da Mandioca (Alves et al., 2008), entre outras. Porém, as tecnologias precisam ser de fácil acesso, demonstradas e implementadas junto com os técnicos e agricultores no campo, por meio de mecanismos de difusão e comunicação que facilitem o entendimento e a adoção das tecnologias, com recomendações técnicas em linguagem e canais de comunicação adequados aos agricultores familiares, com a distribuição de material de divulgação impresso e audiovisual, fartamente ilustrado, dirigido a esse público específico, associando ao texto objetivo algumas ilustrações que possam sintetizar as recomendações técnicas, pois é baixo o nível educacional dos agricultores familiares da comunidade Açaizal, que apresentava, em 2009, escolaridade de fundamental incompleto para 75,44% dos agricultores entrevistados (Modesto Júnior et al., 2011).

Apesar da boa produtividade de mandioca obtida pelos agricultores de Açaizal, recomenda-se que sejam feitas intervenções que possam 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 manual (Alves; Modesto Júnior, 2009), priorizando no primeiro ano o cultivo da mandioca, seguindo as orientações do Trio da Produtividade da Mandioca (Alves et al., 2008).

O capítulo teve como objetivo analisar as práticas tecnológicas da Roça Sem Fogo e do Trio da Produtividade da Mandioca associadas à aplicação da manípueira, calcário e rocha fosfatada, como tecnologias de bases agroecológicas comparadas com a aplicação de fertilizante mineral NPK para produção de mandioca na comunidade de Açaizal, em Baião, Pará.

Local da pesquisa

Em novembro de 2009, foram capacitadas 28 pessoas, sendo 19 agricultores familiares da Associação de Desenvolvimento Comunitário de Açaizal (Adeca) e 9 técnicos da Emater e da Secretaria de Agricultura do município de Baião, para a demonstração, avaliação e validação das tecnologias da Roça Sem Fogo e do Trio da Produtividade da Mandioca, associados com aplicação de fertilizantes e manípueira, cuja iniciativa foi originada e planejada de comum acordo com a própria comunidade e intermediada pela Secretaria Municipal de Agricultura do Município de Baião e pelo Sebrae Pará, Unidade de Negócio de Abaetetuba. A Adeca está localizada à jusante da barragem de Tucuruí, às margens do Rio Matacurá, braço do Rio Tocantins. Foi escolhida pela Secretaria de Agricultura do município por ser uma associação de agricultores que obtém da mandioca a maior parte da renda familiar.

Escolheu-se junto com os agricultores uma área de 10 mil metros quadrados de vegetação secundária (capoeira) com cerca de 20 anos de idade (Figura 1). O solo da área é um Latossolo Amarelo de textura arenosa, cujas análises de solo feitas no Laboratório de Solos da Embrapa Amazônia Oriental pelo método Mehlich⁻¹ são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1. Análise de solos da área escolhida para demonstração prática das tecnologias da Roça Sem Fogo e Trio da Produtividade da Mandioca, na comunidade de Açaizal, no município de Baião, PA, 2009.

Profundidade (cm)	N (%)	MO (g/kg)	Ph da água	P (mg/dm ³)	K (mg/dm ³)	Ca (cmol _c /dm ³)	Mg (cmol _c /dm ³)	Al (cmol _c /dm ³)
0-20	0,2	14,76	5,6	4,6	31,6	2,66	0,88	0,16

Fonte: Laboratório de Solos da Embrapa Amazônia Oriental.



Figura 1. Área da capoeira de 20 anos de idade preparada seguindo as orientações práticas da Roça Sem Fogo, no município de Baião, PA.

De acordo com a classificação de Köppen, o clima do município de Baião corresponde ao tipo Ami, com temperatura mínima do ar de 24,1 °C, com média de 26,3 °C e máxima de 32,4 °C. Possui estação seca no segundo semestre, de pequena duração, com umidade suficiente para manutenção da floresta, sempre acima de 80%. Há ligeira variação para o tipo Awi, com chuvas que ocorrem com maior incidência de fevereiro a abril e a precipitação pluviométrica regula em cerca de 2.202 mm anuais (Informações..., 2004).

A vegetação existente no município é a de Floresta Densa dos baixos platôs, localizada nas porções mais elevadas e interiorizadas. Nas proximidades da sede do município e na comunidade de Açaizal, a mata original foi antropizada pelo desmatamento, apresentando-se como vegetação secundária (Informações..., 2004), com aproximadamente 20 anos de idade, conforme informações coletadas na comunidade.

Preparo da área pelo método da Roça Sem Fogo

Os técnicos, juntamente com os agricultores capacitados, fizeram sob a orientação e acompanhamento de pesquisadores e analistas da Embrapa

Amazônia Oriental, em novembro de 2009, o passo a passo do processo de preparo da área da Roça sem Fogo (Alves; Modesto Júnior, 2009), já descrito no Capítulo 3 deste livro.

Após o preparo da área, foram coletadas quatro amostras de 1 m² de biomassa da vegetação (folhas e pequenos gravetos lenhosos de 3 cm a 5 cm de diâmetro), que ficaram distribuídas na superfície do solo, para posterior análise de peso fresco (t ha⁻¹), peso seco (t ha⁻¹) e macronutrientes N, P, K, Ca e Mg, pelo método de avaliação nutricional das plantas (Malavolta et al., 1997).

Cultivo da mandioca

O cultivo da mandioca, variedade Taxi, foi iniciado em janeiro de 2010, de acordo com as orientações do Trio da Produtividade da Mandioca (Alves et al., 2008). Selecionou-se manivas-semente com 20 cm de tamanho, com corte reto, retiradas do terço médio das plantas de mandioca de um roçado com 12 meses de idade, cuja variedade Taxi é a mais cultivada na comunidade. Foram instaladas seis unidades demonstrativas, cada uma com 480 m² de área (12 m x 40 m).

Tratos culturais na mandioca

Os tratos culturais consistiram de duas desbrotas de tocos remanescentes da capoeira feitas aos 30 e 60 dias após o plantio e duas capinas manuais realizadas aos 90 e 150 dias após o plantio da mandioca. A colheita da mandioca foi efetuada aos 15 meses de cultivo, avaliando-se a produtividade de raízes em quatro parcelas amostrais de 20 m², determinadas ao acaso para cada tratamento. Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias, quando significativas, comparadas pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Aplicação dos fertilizantes

Os fertilizantes foram avaliados considerando cinco tratamentos aplicados no cultivo da mandioca, seguindo as orientações do Trio da Produtividade, conforme seguem:

- 1) Testemunha: sem fertilizantes.
- 2) Manipueira como adubo orgânico na dosagem de 24 m³ ha⁻¹: aplicação feita nas entrelinhas da mandioca, dividida em duas aplicações aos 30 e 60 dias após plantio.

- 3) Calcário dolomítico na dosagem de 1 t ha^{-1} : aplicação feita durante o plantio, a lanço, nas linhas da mandioca.
- 4) Fostato natural reativo na dosagem de 1 t ha^{-1} : aplicação feita durante o plantio, a lanço, nas linhas da mandioca.
- 5) Calcário dolomítico na dosagem de 1 t ha^{-1} + fosfato natural reativo na dosagem de 1 t ha^{-1} : aplicação feita durante o plantio, a lanço, nas linhas da mandioca.
- 6) NPK formulação 10-28-20: aplicação feita na dosagem de 200 kg ha^{-1} , ou seja, 20 g por planta, aos 30 dias após plantio da mandioca.

A manipueira é um resíduo líquido de aspecto leitoso e coloração amarela ou creme gerado na fabricação da farinha produzida na razão de 300 L por cada mil quilos de raízes processadas (Ferreira et al., 2001) e, de modo geral, está disponível em todas as propriedades familiares que cultivam a mandioca e que produzem farinha, mas é descartada de maneira inadequada no solo e nos igarapés, sem nenhum tipo de tratamento prévio. Representa um grande risco de contaminação do meio ambiente, pois é um resíduo altamente poluente, devido ao elevado conteúdo de matéria orgânica, e ainda possui o radical cianeto que, ao se decompor, gera o ácido cianídrico, uma substância extremamente tóxica que, quando lançada nos rios e igarapés, pode ser ingerida pelos peixes e animais domésticos e causar sua morte.

A manipueira foi aplicada nas entrelinhas da mandioca, porém antes da aplicação ficou acondicionada durante 20 dias em recipientes de fibra de vidro (caixas de água com capacidade para mil litros) abertos durante o dia e tampados durante a noite e por ocasião de chuvas, com agitação diária, visando à fermentação para liberação de gases e do ácido cianídrico. A aplicação da manipueira sem essa precaução pode ocasionar a morte das plantas de mandioca, uma vez que a fermentação ocorrerá na rizosfera das plantas (Ferreira et al., 2001).

Utilizou-se manipueira extraída de mistura de raízes brancas e amarelas, aplicadas com auxílio de um regador sem crivo, cujos resultados das análises feitas no Laboratório de Solos da Embrapa Amazônia Oriental encontram-se na Tabela 2. Com base nos dados das análises da manipueira em kg m^{-3} , a equivalência em adubo químico corresponde a $5,3 \text{ kg m}^{-3}$ de ureia, $3,03 \text{ kg m}^{-3}$ de superfosfato triplo e $4,79 \text{ kg m}^{-3}$ de cloreto de potássio. Esses dados estão compatíveis com os obtidos por Ferreira et al. (2001).

Tabela 2. Análise de manípueira extraída de mistura de raízes brancas e amarelas de mandioca utilizadas para adubação na comunidade de Açaizal, no município de Baião, PA, 2009.

pH	N	P	K	Ca	Mg	Na
	kg m ⁻³					
6,22	2,38	0,6	2,39	0,17	0,49	0,37

Fonte: Laboratório de Solos da Embrapa Amazônia Oriental.

O calcário dolomítico com PRNT 90% foi aplicado como adubo para fornecimento de cálcio e magnésio na dosagem de 100 g por planta, o equivalente a 1 t ha⁻¹. A resposta da mandioca à aplicação de calcário em solos ácidos nem sempre tem proporcionado elevação de produtividade (Souza et al., 2009). Portanto, tem sido recomendada a aplicação de doses moderadas de calcário para fornecimento de cálcio e magnésio que, segundo Miranda et al. (2005), são o terceiro e o quinto nutrientes mais absorvidos pela cultura da mandioca. Rajj et al. (1996) e Ribeiro et al. (1999) relatam que a dose de calcário não deve ultrapassar 2 t ha⁻¹ por qualquer método de recomendação.

Para as condições de baixa disponibilidade de fósforo no solo, Cravo et al. (2010) indicam adubação máxima de 80 kg ha⁻¹ de P₂O₅, oriundos de adubos solúveis em água, para obtenção de produtividades entre 30 t ha⁻¹ e 40 t ha⁻¹ de raízes de mandioca. Como os fosfatos solúveis em água reagem com maior intensidade no solo e, normalmente, fornecem P ao sistema em taxas maiores, são fontes mais eficientes do que os fosfatos naturais em curto prazo.

A aplicação do fosfato natural reativo na forma de Arad foi feita na dosagem de 1 t ha⁻¹, equivalente a 240 kg ha⁻¹ de P₂O₅, considerando que o fosfato natural contém em média 24% de P₂O₅ (Alcarde et al., 1998). Essa dosagem levou em conta que o Arad é um produto pouco solúvel e, nas condições tropicais, os solos apresentam como constituintes minerais óxidos de ferro e alumínio que podem ter cargas positivas. Como no solo o fósforo está disponível às plantas na forma de ânions, tais como PO₄³⁻, HPO₄²⁻, H₂PO₄²⁻, eles ficam aderidos à superfície desses minerais muito fortemente, ficando indisponíveis para as plantas (Malavolta, 1989; Mazza, 2009).

Segundo Malavolta (1979), em solos tropicais ácidos, as plantas não conseguem frequentemente aproveitar mais do que 10% do fósforo total aplicado. Alcarde et al. (1998) estimam que o índice de aproveitamento do fósforo pelas plantas seja de 5% a 20%. O princípio adotado no trabalho, devido a o fosfato natural reagir no solo mais lentamente, está vinculado ao

possível aproveitamento posterior do Arad como efeito residual e na elevação gradativa dos níveis de P no solo.

A adubação com NPK na formulação 10-28-20 foi feita na dosagem de 200 kg ha⁻¹ aos 30 dias do plantio, imediatamente após a primeira desbrota manual dos tocos remanescentes da capoeira. Optou-se pelo uso desta formulação, tendo em vista ser a única disponível e comercializada nas proximidades da comunidade de Açaizal. Essa dosagem foi recomendada economicamente por Alves et al. (2012) para adubação da mandioca em Latossolo Amarelo, em Moju, PA, que possui solos, vegetação e clima semelhantes ao município de Baião.

Análise dos custos de produção

Para a estimativa dos custos de produção da mandioca, conforme os tratamentos com fertilizantes, utilizou-se a metodologia proposta pelo Instituto de Economia Agrícola (Matsunaga et al., 1976), tomando-se como base a definição do custo operacional efetivo (COE), que corresponde aos custos variáveis ou despesas diretas com desembolso financeiro, para as atividades compreendidas no preparo do solo, colheita e beneficiamento da mandioca; dos custos e encargos administrativos (CEA), que refletem os custos fixos ou despesas indiretas referentes a custos de oportunidade de capital, custo da terra, impostos e depreciação de instalações; e do custo operacional total (COT), correspondente ao somatório das despesas globais de COE e CEA.

Considerou-se como despesas indiretas o custo de oportunidade do capital investido, calculado com base em 6% ao ano da somatória das despesas diretas necessárias ao sistema de produção da mandioca e fabricação de farinha. O custo da terra foi estimado na base de 4% ao ano, tendo-se como referência o valor de R\$ 500,00 por hectare e a depreciação da casa de farinha construída com madeira da propriedade, cobertura de palha, sem divisórias e piso de chão batido, com seus implementos artesanais, avaliada em R\$ 5 mil, foi calculada de acordo com Guiducci et al. (2012).

Os preços dos produtos e serviços utilizados foram obtidos no comércio local da comunidade. A receita total (RT) origina-se da venda do carvão e da farinha, sendo obtida a partir da quantidade produzida em sacos de 60 kg, multiplicada pelo preço do saco no valor de R\$ 90,00, comercializado no município de Baião, que fica cerca de 15 km da comunidade. Na análise da receita, comparou-se o COT, em relação à RT, obtendo-se, da diferença entre estes valores, um diferencial que constitui a margem líquida (ML).

A relação benefício/custo (B/C) foi calculada conforme procedimento adotado por Pessoa et al. (2000), Araújo et al. (2005) e Melo et al. (2009) e significa o resultado do quociente entre RT e COT.

Espécies de interesse econômico que permaneceram na área

A técnica da Roça sem Fogo visa extrair retorno econômico dos recursos naturais existentes na vegetação de capoeira manejada por meio da venda de lenha, carvão, caibros para construção civil, sementes, óleos, moirões para cercas, plantas ornamentais, artefatos para artesanatos e outros, deixando-se na área as espécies de importância econômica, como fruteiras, essências florestais, espécies melíferas, medicinais e outras.

Na roça de Baião, após a realização do inventário, retirou-se apenas lenha para produção de carvão e permaneceram na área 16 indivíduos de 9 espécies nativas, das quais 2 produzem frutos comestíveis como principal utilidade, 5 espécies podem ser aproveitadas como madeira para construção civil, fabricação de móveis, entre outros, 2 espécies podem ser utilizadas como medicinal e 1 espécie, além de produzir sementes comestíveis, possui utilidade como madeira, medicinal, na perfumaria e fabricação de cosméticos (Tabela 3). Ressalta-se que, no sistema de derruba e queima, todas essas espécies seriam dizimadas.

Tabela 3. Espécies nativas que permaneceram na área pelo processo da Roça Sem Fogo, em Baião.

Nº de indivíduos	Nome vulgar	Nome científico	Utilidade
1	Bacabeira	<i>Oenocarpus bacaba</i> Mart.	Vinho extraído da polpa do fruto (Queiroz, 2000) Amêndoa da semente utilizada como alimento; leite da amêndoa usado no tratamento dermatológico, como cosméticos, combustível, sabões finos, óleo biológico
1	Castanheira	<i>Bertholletia excelsa</i> H.B.K.	como substituto do azeite de oliva na culinária, entre outros (Bezerra et al., 2001). Madeira de ótima qualidade para construção civil e naval, bem como para esteios e obras externas (Loureiro et al., 1979)

Continua...

Tabela 3. Continuação.

Nº de indivíduos	Nome vulgar	Nome científico	Utilidade
1	Angelim-vermelho	<i>Dinizia excelsa</i> Ducke	Madeira utilizada na construção civil e naval. Em usos externos, como postes, torneados, moirões, pontes, estacas, andaimes, dormentes, esteios, vigamentos, sepos de bigorna e açougue, calçamento de ruas, implementos agrícolas, carrocerias, vagões como partes de veículos, trailers, contêineres. Em uso interno, como caibros, vigas, ripas, tacos e tábuas para assoalho, molduras, batentes de portas e janelas, marcenaria e carpintaria (Mesquita et al., 2009)
1	Cedroarana, cedro-amazonas	<i>Cedrelinga catenaeformis</i> Ducke	Madeira para fabricação de portas (Souza et al., 2014)
2	Tatajuba, amapa-rana, bagaceira	<i>Bagassa guianensis</i> Aubl.	Madeira pesada para construção civil e naval. Pode-se extrair da madeira um corante amarelo para uso em tinturaria. Frutos servem como alimento humano e podem ser utilizados como isca para atrair animais, que os consomem embaixo das árvores (Rios; Pastores Junior, 2011)
2	Acapu	<i>Vouacapoua americana</i> Aubl.	Madeira de lei, muito pesada, empregada na construção civil, naval, marcenaria de luxo, vigas, caibros, moirões, cercas de estábulos, entre outros; casca utilizada com fins medicinais (Rios; Pastores Junior, 2011)
2	Pra-tudo	<i>Cinnamodendron axillare</i>	Medicinal, usada no Brasil como estomacal e no tratamento de amidalite (Kagata et al., 2006). Esses pesquisadores isolaram quatro alcaloides a partir da casca da planta.
3	Jatobá	<i>Hymenaea courbaril</i> L.	Madeira para construção civil e carpintaria; resina usada na fabricação de verniz. Na medicina popular, a resina é usada no tratamento de bronquite, asma, deficiência pulmonar e laringite (Salman et al., 2008)
3	Cumaru-amarelo	<i>Dipteryx odorata</i> (Aubl.) Willd.	Madeira de lei utilizada na construção civil e naval, marcenaria de luxo, entre outros. Também é empregada como: alimento humano, artesanato, cosmético, essência, na medicina, como narcótico, saboaria e outros (Rios; Pastores Junior, 2011).

Produtos extraídos da roça sem fogo

O principal produto extraído por ocasião do preparo da área foi a lenha cubada e estimada em 200 m³ ha⁻¹, equivalente a uma receita de R\$ 4 mil se comercializada no mercado local para as panificadoras. Segundo informações dos agricultores, parte dessa lenha foi utilizada na fabricação de farinha e,

como eles tiveram dificuldades para comercializar a lenha no mercado local, optaram pela produção de 500 sacos de 60 kg de carvão vegetal e obtiveram um lucro líquido de R\$ 3,00 por saco, totalizando uma receita de R\$ 1,5 mil.

A lenha se destaca como a principal fonte de energia utilizada pelos agricultores familiares da região do Baixo Tocantins para fabricação de farinha. No Nordeste Paraense, 61,3% dos agricultores de três comunidades nos municípios de São Domingos do Capim e Mãe do Rio também utilizam a lenha para fabricação de farinha e cocção de alimentos, segundo Lopes (2006).

Produtividade da mandioca conforme os fertilizantes aplicados

Observou-se comportamento diferenciado em relação à produtividade de raízes de mandioca para cada dosagem de fertilizante avaliado. A maior produtividade foi obtida com a aplicação de 1 t ha^{-1} de rocha fosfatada, com $36,31 \text{ t ha}^{-1}$, representando um acréscimo de 36,86% (Tabela 4) em relação à produtividade média da comunidade e de 153,92% em relação à média do município de Baião obtida em 2017, que foi de $14,3 \text{ t ha}^{-1}$ (IBGE, 2017).

Tabela 4. Produtividade de mandioca (t ha^{-1}) com aplicação de manipueira, NPK, calcário, rocha fosfatada no cultivo de Roça sem Fogo, no município de Baião, PA.

Tratamento	Média
Fosfato natural reativo	36,31 a
Calcário dolomítico + fosfato natural reativo	35,22 a
NPK formulação 10-28-20	32,67 ab
Calcário dolomítico	26,56 b
Manipueira	26,31 b
Trio da Produtividade da Mandioca (testemunha)	18,44 c

CV= 10,77%

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

A aplicação simultânea de calcário dolomítico e rocha fosfatada foi o segundo melhor tratamento em produtividade, com $35,22 \text{ t ha}^{-1}$ de raízes, revelando que um programa estadual de correção do solo com calcário e rocha fosfatada poderia dobrar a produção de mandioca. A aplicação de NPK foi o terceiro melhor tratamento em produtividade, com $32,67 \text{ t ha}^{-1}$. O tratamento com o adubo orgânico manipueira produziu $26,31 \text{ t ha}^{-1}$, equivalendo a um acréscimo de 42,67% em relação à testemunha.

Análise dos custos de produção da mandioca

A Tabela 5 contém a síntese dos indicadores econômicos obtidos pelos diferentes tratamentos com fertilizantes. A maior margem bruta foi obtida com a utilização de rocha fosfatada de R\$4.230,35, com relação benefício/custo de 1,39 e a segunda maior margem bruta foi obtida com o uso do fertilizante mineral NPK, de R\$ 3.950,70, com relação benefício/custo de 1,40. O cultivo da mandioca teve viabilidade econômica, mesmo sem emprego de fertilizantes naturais ou orgânicos, com relação benefício custo de 1,21, ou seja, para cada real investido no sistema retorna R\$1,21 na comercialização de farinha de mandioca.

Tabela 5. Síntese dos indicadores econômicos dos diferentes tipos de adubação (tratamentos) utilizados no cultivo de mandioca em Roça sem Fogo, no município de Baião, PA.

Indicador	Tratamento					
	Testemunha	Manipueira	Calcário dolomítico	NPK (10-28-20)	Rocha fosfatada	Calcário + rocha fosfatada
Produtividade de raiz (t ha ⁻¹)	18,44	26,31	26,56	32,67	36,31	35,22
Nº de sacos de farinha (60 kg) ⁽¹⁾	76,83	109,63	110,67	136,13	151,29	146,75
Despesas diretas: custo de produção no campo (R\$)	3.114,50	3.174,50	3.454,50	3.514,50	3.954,50	4.294,50
Despesas diretas: custo de beneficiamento da farinha (R\$)	2.958,08	4.220,76	4.260,80	5.240,81	5.824,73	5.649,88
Custo operacional efetivo	6.072,58	7.395,26	7.215,30	8.755,31	9.779,23	9.944,38
Custo de oportunidade de capital de custeio	364,35	443,72	462,92	525,32	586,75	596,66
Custo da terra por hectare	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00
Depreciação de farinha artesanal (10 anos)	499,92	499,92	499,92	499,92	499,92	499,92
Custos indiretos e encargos administrativos	884,27	963,64	982,84	1.045,24	1.107,67	1.116,58

Continua...

Tabela 5. Continuação.

Indicador	Tratamento					
	Testemunha	Manipueira	Calcário dolomítico	NPK (10-28-20)	Rocha fosfatada	Calcário + rocha fosfatada
Custo total	6.956,86	8.358,89	8.698,13	9.800,55	10.885,90	11.060,96
Venda de carvão	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00
Venda de farinha	6.915,00	9.866,70	9.960,30	13.751,25	13.616,15	13.207,50
Receita total (R\$)	8.415,00	11.366,70	11.460,30	13.751,25	15.116,25	14.707,50
Margem bruta (R\$)	1.458,14	3.007,81	2.762,17	3.950,70	4.230,35	3.646,54
Relação benefício/custo	1,21	1,36	1,32	1,40	1,39	1,33

⁽¹⁾ Estimativa com base em 25% de rendimento na transformação de raiz de mandioca em farinha, porém dependendo do teor de amido e processo da fabricação utilizado pode haver uma variação de 5% para mais ou para menos.

O uso da manipueira que teve relação benefício/custo de 1,36, bem próximo e até superior aos fertilizantes industrializados, está disponível nas propriedades. Embora seja considerada um resíduo altamente poluente, é rica em macronutrientes, principalmente nitrogênio, fósforo e potássio, com equivalência em adubo químico correspondente a 5,3 kg m⁻³ de ureia, 3,03 kg m⁻³ de superfosfato triplo e 4,79 kg m⁻³ de cloreto de potássio, respectivamente.

Assim, uma boa maneira de evitar o despejo inadequado da manipueira no ambiente, é utilizá-la como adubo orgânico. Em um experimento realizado por Ferreira et al. (2001) foi comprovado que a aplicação de 48 m³ ha⁻¹ de manipueira (após fermentação por 15 dias) no solo, quando comparado com a parcela sem adubação, aumentou em 65% a produção de raízes, no primeiro ano (29 t ha⁻¹) e em 84%, no segundo ano (35 t ha⁻¹).

Nas Tabelas 6 a 11, são mostrados os custos diretos e indiretos da produção e do beneficiamento de farinha de mandioca, bem com a valorização da mão de obra nos diferentes tratamentos e os indicadores de margem bruta e relação benefício/custo.

Tabela 6. Custo de produção de mandioca em Roça sem Fogo no Trio da Produtividade (Testemunha), em Baião, PA.

Descrição	Unidade	Quantidade	Valor (R\$)		%
			Unitário	Total	
Despesas diretas					
Abertura de picadas	dH ⁽¹⁾	1	20,00	20,00	0,18
Broca da vegetação herbácea	dH	18	20,00	352,00	3,18
Corte raso da vegetação (motosserra)	dH	6	40,00	240,00	2,17
Picotamento e retirada da lenha	dH	56	20,00	1.120,00	10,13
Seleção de manivas-semente	dH	1	20,00	20,00	0,18
Combustível	L	25	3,00	75,00	0,68
Óleo 2T	L	0,5	5,00	2,50	0,02
Óleo queimado	L	6	2,50	15,00	0,14
Lima para amolar ferramentas	Unidade	2	5,00	10,00	0,09
Piqueteamento da área	dH	1	20,00	20,00	0,18
Calcário dolomítico	t	1	300,00	300,00	2,71
Rocha fosfatada	t	1	800,00	800,00	7,23
Adubação com calcário e rocha	dH	4	20,00	80,00	0,72
Plantio	dH	20	20,00	400,00	3,62
Primeira desbrota de tocos com facão	dH	2	20,00	40,00	0,36
Segunda desbrota de tocos com facão	dH	2	20,00	40,00	0,36
Primeira capina	dH	10	20,00	200,00	1,81
Segunda capina (repassé)	dH	5	20,00	100,00	0,90
Colheita	dH	23	20,00	460,00	4,16
Transporte para venda em Baião	Saco	147	2,50	366,88	3,32
Sacaria	Saco	147	1,00	146,75	1,33
Produção de farinha	Saco	147	35,00	5.136,25	46,44
Custo operacional efetivo				9.944,38	89,91
Custo de oportunidade de capital de custeio	%/ano	6	9.944,38	596,66	5,39
Custo da terra por hectare	%/ano	4	500,00	20,00	0,18
Imposto sobre propriedade rural (ITR)		Isento	0,00	0,00	0,00
Depreciação de farinha artesanal (10 anos)	Mês	12	41,66	499,92	4,52
Custos indiretos e encargos administrativos				1.116,58	10,09
Custo total				11.060,96	100
Receita bruta				14707,50	
Venda de carvão	Saco	500	3,00	1.500,00	
Farinha	Saco	146,75	90,00	13.207,50	
Margem bruta				1.458,14	
Relação benefício/custo				1,21	

⁽¹⁾ dH: dia-homem.

Tabela 7. Custo de produção de mandioca em Roça sem Fogo adubada com Manipueira, na dosagem de 24 m³ ha⁻¹, em Baião, PA.

Descrição	Unidade	Quantidade	Valor (R\$)		%
			Unitário	Total	
Despesas diretas					
Abertura de picadas	dH ⁽¹⁾	1	20,00	20,00	0,24
Broca da vegetação herbácea	dH	18	20,00	352,00	4,21
Corte raso da vegetação (motosserra)	dH	6	40,00	240,00	2,87
Picotamento e retirada da lenha	dH	56	20,00	1.120,00	13,40
Seleção de manivas-semente	dH	1	20,00	20,00	0,24
Combustível	L	25	3,00	75,00	0,90
Óleo 2T	L	0,5	5,00	2,50	0,03
Óleo queimado	L	6	2,50	15,00	0,18
Lima para amolar ferramentas	Unidade	2	5,00	10,00	0,12
Piqueteamento da área	dH	1	20,00	20,00	0,24
Adubação com manipueira	dH	3	20,00	60,00	0,72
Plantio	dH	20	20,00	400,00	4,79
Primeira desbrota de tocos com facão	dH	2	20,00	40,00	0,48
Segunda desbrota de tocos com facão	dH	2	20,00	40,00	0,48
Primeira capina	dH	10	20,00	200,00	2,39
Segunda capina (repasso)	dH	5	20,00	100,00	1,20
Colheita	dH	23	20,00	460,00	5,50
Transporte para venda em Baião	Saco	110	2,50	274,08	3,28
Sacaria	Saco	110	1,00	109,63	1,31
Beneficiamento de farinha	Saco	110	35,00	3.837,05	45,90
Custo operacional efetivo				7.395,26	88,47
Custo de oportunidade de capital de custeio	%/ano	6	7.395,26	443,72	5,31
Custo da terra por hectare	%/ano	4	500,00	20,00	0,24
Imposto sobre propriedade rural (ITR)		Isento	0,00	0,00	0,00
Depreciação de farinha artesanal (10 anos)	Mês	12	41,66	499,92	5,98
Custos indiretos e encargos administrativos				963,64	11,53
Custo total				8.358,89	100
Receita bruta				11.366,70	
Venda de carvão	Saco	500	3,00	1.500,00	
Venda de farinha	Saco	109,63	90,00	9.866,70	
Margem bruta				3.007,81	
Relação benefício/custo	1,36		90,00	13.207,50	
Margem bruta				1.458,14	
Relação benefício/custo				1,21	

⁽¹⁾ dH: dia-homem.

Tabela 8. Custo de produção de mandioca em Roça sem Fogo adubado com calcário dolomítico, na dosagem de 1 t ha⁻¹, em Baião, PA.

Descrição	Unidade	Quantidade	Valor (R\$)		%
			Unitário	Total	
Despesas diretas					
Abertura de picadas	dH ⁽¹⁾	1	20,00	20,00	0,23
Broca da vegetação herbácea	dH	18	20,00	352,00	4,05
Corte raso da vegetação (motosserra)	dH	6	40,00	240,00	2,76
Picotamento e retirada da lenha	dH	56	20,00	1.120,00	12,88
Seleção de manivas-semente	dH	1	20,00	20,00	0,23
Combustível	L	25	3,00	75,00	0,86
Óleo 2T	L	0,5	5,00	2,50	0,03
Óleo queimado	L	6	2,50	15,00	0,17
Lima para amolar ferramentas	Unidade	2	5,00	10,00	0,11
Piqueteamento da área	dH	1	20,00	20,00	0,23
Calcário Dolomítico	t	1	300,00	300,00	3,45
Adubação com calcário	dH	2	20,00	40,00	0,6
Plantio	dH	20	20,00	400,00	4,60
Primeira desbrota de tocos com facão	dH	2	20,00	40,00	0,46
Segunda desbrota de tocos com facão	dH	2	20,00	40,00	0,46
Primeira capina	dH	10	20,00	200,00	2,30
Segunda capina (repassé)	dH	5	20,00	100,00	1,15
Colheita	dH	23	20,00	460,00	5,29
Transporte para venda em Baião	Saco	111	2,50	276,68	3,18
Sacaria	Saco	111	1,00	110,67	1,27
Beneficiamento de farinha	Saco	111	35,00	3.873,45	44,53
Custo operacional efetivo				7.715,30	88,70
Custo de oportunidade de capital de custeio	%/ano	6	7.715,30	462,92	5,32
Custo da terra por hectare	%/ano	4	500,00	20,00	0,23
Imposto sobre propriedade rural (ITR)		Isento	0,00	0,00	0,00
Depreciação de farinha artesanal (10 anos)	Mês	12	41,66	499,92	5,75
Custos indiretos e encargos administrativos				982,84	11,30
Custo total				8.698,13	100
Receita bruta				11.460,30	
Venda de carvão	Saco	500	3,00	1.500,00	
Venda de farinha	Saco	110,67	90,00	9.960,30	
Margem bruta				2.762,17	
Relação benefício/custo				1,32	

⁽¹⁾ dH: dia-homem.

Tabela 9. Custo de produção de mandioca em Roça sem Fogo adubada com NPK formulação 10-28-20, na dosagem de 200 kg ha⁻¹, em Baião, PA.

Descrição	Unidade	Quantidade	Valor (R\$)		%
			Unitário	Total	
Despesas diretas					
Abertura de picadas	dH ⁽¹⁾	1	20,00	20,00	0,20
Broca da vegetação herbácea	dH	18	20,00	352,00	3,59
Corte raso da vegetação (motosserra)	dH	6	40,00	240,00	2,45
Picotamento e retirada da lenha	dH	56	20,00	1.120,00	11,43
Seleção de manivas-semente	dH	1	20,00	20,00	0,20
Combustível	L	25	3,00	75,00	0,77
Óleo 2T	L	0,5	5,00	2,50	0,03
Óleo queimado	L	6	2,50	15,00	0,15
Lima para amolar ferramentas	Unidade	2	5,00	10,00	0,10
Piqueteamento da área	dH	1	20,00	20,00	0,20
NPK	Saco	4	80,00	320,00	3,27
Adubação com NPK	dH	4	20,00	80,00	0,82
Plantio	dH	20	20,00	400,00	4,08
Primeira desbrota de tocos com facão	dH	2	20,00	40,00	0,41
Segunda desbrota de tocos com facão	dH	2	20,00	40,00	0,41
Primeira capina	dH	10	20,00	200,00	2,04
Segunda capina (repassé)	dH	5	20,00	100,00	1,02
Colheita	dH	23	20,00	460,00	4,69
Transporte para venda em Baião	Saco	136	2,50	340,31	3,47
Sacaria	Saco	136	1,00	136,13	1,39
Produção de farinha	Saco	136	35,00	4.764,38	48,61
Custo operacional efetivo				8.755,31	89,33
Custo de oportunidade de capital de custeio	%/ano	6	8.755,31	525,32	5,36
Custo da terra por hectare	%/ano	4	500,00	20,00	0,20
Imposto sobre propriedade rural (ITR)		Isento	0,00	0,00	0,00
Depreciação de farinha artesanal (10 anos)	Mês	12	41,66	499,92	5,10
Custos indiretos e encargos administrativos				1.045,24	10,67
Custo total				9.800,55	100
Receita bruta				13.751,25	
Venda de carvão	Saco	500	3,00	1.500,00	
Venda de farinha	Saco	136,13	90,00	12.251,25	
Margem bruta				3.950,70	
Relação benefício/custo				1,40	

⁽¹⁾ dH: dia-homem.

Tabela 10. Custo de produção de mandioca em Roça sem Fogo adubada com fosfato natural reativo (Arad) na dosagem de 1 t ha⁻¹, em Baião, PA.

Descrição	Unidade	Quantidade	Valor (R\$)		%
			Unitário	Total	
Despesas diretas					
Abertura de picadas	dH ⁽¹⁾	1	20,00	20,00	0,18
Broca da vegetação herbácea	dH	18	20,00	352,00	3,23
Corte raso da vegetação (motosserra)	dH	6	40,00	240,00	2,20
Picotamento e retirada da lenha	dH	56	20,00	1.120,00	10,29
Seleção de manivas-semente	dH	1	20,00	20,00	0,18
Combustível	L	25	3,00	75,00	0,69
Óleo 2T	L	0,5	5,00	2,50	0,02
Óleo queimado	L	6	2,50	15,00	0,14
Lima para amolar ferramentas	Unidade	2	5,00	10,00	0,09
Piqueteamento da área	dH	1	20,00	20,00	0,18
Rocha fosfatada	t	1	800,00	800,00	7,35
Adubação com rocha fosfatada	dH	2	20,00	40,00	0,37
Plantio	dH	20	20,00	400,00	3,67
Primeira desbrota de tocos com facão	dH	2	20,00	40,00	0,37
Segunda desbrota de tocos com facão	dH	2	20,00	40,00	0,37
Primeira capina	dH	10	20,00	200,00	1,84
Segunda capina (repassé)	dH	5	20,00	100,00	0,92
Colheita	dH	23	20,00	460,00	4,23
Transporte para venda em Baião	Saco	151	2,50	378,23	3,47
Sacaria	Saco	151	1,00	151,29	1,39
Beneficiamento de farinha	Saco	151	35,00	5.295,21	48,64
Custo operacional efetivo				9.779,23	89,83
Custo de oportunidade de capital de custeio	%/ano	6	9.779,23	586,75	5,39
Custo da terra por hectare	%/ano	4	500,00	20,00	0,18
Imposto sobre propriedade rural (ITR)		Isento	0,00	0,00	0,00
Depreciação de farinha artesanal (10 anos)	Mês	12	41,66	499,92	4,59
Custos indiretos e encargos administrativos				1.106,67	10,17
Custo total				10.885,90	100
Receita bruta				15.116,25	
Venda de carvão	Saco	500	3,00	1.500,00	
Venda de farinha	Saco	151,29	90,00	13.616,25	
Margem bruta				4.230,35	
Relação benefício/custo				1,39	

⁽¹⁾ dH: dia-homem.

Tabela 11. Custo de produção de mandioca em Roça sem Fogo adubada com calcário dolomítico na dosagem de 1 t ha⁻¹ e fosfato natural reativo (Arad) na dosagem de 1 t ha⁻¹, em Baião, PA.

Descrição	Unidade	Quantidade	Valor (R\$)		%
			Unitário	Total	
Despesas diretas					
Abertura de picadas	dH ⁽¹⁾	1	20,00	20,00	0,18
Broca da vegetação herbácea	dH	18	20,00	352,00	3,18
Corte raso da vegetação (motosserra)	dH	6	40,00	240,00	2,17
Picotamento e retirada da lenha	dH	56	20,00	1.120,00	10,13
Seleção de manivas-semente	dH	1	20,00	20,00	0,18
Combustível	L	25	3,00	75,00	0,68
Óleo 2T	L	0,5	5,00	2,50	0,02
Óleo queimado	L	6	2,50	15,00	0,14
Lima para amolar ferramentas	Unidade	2	5,00	10,00	0,09
Piqueteamento da área	dH	1	20,00	20,00	0,18
Calcário dolomítico	t	1	300,00	300,00	2,71
Rocha fosfatada	t	1	800,00	800,00	7,23
Adubação com calcário e rocha	dH	4	20,00	80,00	0,72
Plantio	dH	20	20,00	400,00	3,62
Primeira desbrota de tocos com facão	dH	2	20,00	40,00	0,36
Segunda desbrota de tocos com facão	dH	2	20,00	40,00	0,36
Primeira capina	dH	10	20,00	200,00	1,81
Segunda capina (repassé)	dH	5	20,00	100,00	0,90
Colheita	dH	23	20,00	460,00	4,16
Transporte para venda em Baião	Saco	147	2,50	366,88	3,32
Sacaria	Saco	147	1,00	146,75	1,33
Produção de farinha	Saco	147	35,00	5.136,25	46,44
Custo operacional efetivo				9.944,38	89,91
Custo de oportunidade de capital de custeio	%/ano	6	9.944,38	596,66	5,39
Custo da terra por hectare	%/ano	4	500,00	20,00	0,18
Imposto sobre propriedade rural (ITR)		Isento	0,00	0,00	0,00
Depreciação de farinha artesanal (10 anos)	mês	12	41,66	499,92	4,52
Custos indiretos e encargos administrativos				1.116,58	10,09
Custo total				11.060,96	100
Receita bruta				14.707,50	
Venda de carvão	Saco	500	3,00	1.500,00	
Farinha	Saco	146,75	90,00	13.207,50	
Margem bruta				3.646,54	
Relação benefício/custo				1,33	

⁽¹⁾ dH: dia-homem.

Vantagens da Roça Sem Fogo

O processo de preparo de área por meio da derruba e queima da cobertura vegetal precisa ser feito durante o período seco (Denich et al., 2005), porém o processo da Roça sem Fogo não depende da estação seca, assim como o método mecanizado de corte e trituração da vegetação desenvolvido pelo Projeto Tipitamba, permitindo maior flexibilidade no calendário agrícola, pois pode ser realizado em qualquer época do ano, tendo-se o cuidado de observar a umidade do solo, de forma a garantir água suficiente para atender as necessidades da planta a ser cultivada (Kato et al., 2002).

A cobertura morta proveniente do rebaixamento da copa das árvores 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 (Sommer et al., 2004; Denich et al., 2005; Davidson et al., 2008). Também reduz a incidência de plantas daninhas, uma vez que a espessa camada de matéria orgânica que fica sobre o solo, atua abafando as plantas por meio de uma resistência física ou impedindo a germinação das sementes existentes no solo e impedindo a brotação das plantas daninhas.

Nutrientes contidos na biomassa que ficou sobre o solo

Por ocasião do preparo da área, foram coletadas quatro amostras de 1 m² de biomassa da vegetação (folhas e pequenos gravetos lenhosos de 3 cm a 5 cm de diâmetro), que ficaram distribuídas na superfície do solo, para posterior análise de peso fresco (t ha⁻¹), peso seco (t ha⁻¹) e macronutrientes N, P, K, Ca e Mg, pelo método de avaliação nutricional das plantas (Malavolta et al., 1997).

Na biomassa que ficou preservada sobre o solo em Baião, pelo processo da Roça Sem Fogo, obteve-se uma matéria seca média de 51,12 t ha⁻¹, compatível com os dados obtidos por Denich et al. (2004). A concentração média de nutrientes armazenada nessa biomassa foi de 14,73 g kg⁻¹ de N, 0,44 g kg⁻¹ de P, 5,68 g kg⁻¹ de K, 13,20 g kg⁻¹ de Ca e 0,67 g kg⁻¹ de Mg, além de alguns micronutrientes que serão disponibilizados para a cultura, gradativamente, com a mineralização da matéria orgânica (Tabela 12).

Tabela 12. Matéria fresca e seca da biomassa de capoeira (folha e pequenos gravetos lenhosos de 3 cm a 5 cm de diâmetro) de 20 anos de idade, com respectivas análises de macronutrientes, no município de Baião, PA.

Amostra	Peso fresco	Peso seco	N	P	K	Ca	Mg
	t ha ⁻¹						
1	105	70,7	12,44	0,11	2,11	4,36	0,78
2	100	55,4	15,56	0,77	8,50	20,91	0,10
3	55	27,7	16,95	0,35	4,77	9,37	0,68
4	95	50,7	13,96	0,53	7,35	18,18	1,12
Média	88,75	51,12	14,73	0,44	5,68	13,20	0,67

Analisando-se os dados médios da Tabela 12 e tomando-se como base a concentração média de nutrientes contidos na biomassa seca, estima-se quantidades de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio na ordem de 753 kg ha⁻¹ de N, 22,49 kg ha⁻¹ de P, 290,36 kg ha⁻¹ de K, 674,78 kg ha⁻¹ de Ca e 34,25 kg ha⁻¹ de Mg. Essas estimativas diferem dos dados obtidos por Denich et al. (2004), em razão de a idade da capoeira estudada em Baião (20 anos) ser quatro vezes maior que a idade da vegetação secundária estudada por este autor, que foi de 4-5 anos.

O fósforo foi o nutriente em menor quantidade armazenado na biomassa da capoeira, o que confirma os resultados obtidos por Denich (1991) e Kato (1998 citado por Kato et al., 2004). Considerando que toda essa biomassa fica disponível no solo a partir de sua decomposição, estima-se sua equivalência em adubo químico por hectare na ordem de 1.673 kg de uréia (45% de N), 114,45 kg de superfosfato triplo (45% de P₂O₅) e 583,20 kg de KCl (60% de K₂O), o que equivale a R\$ 4.600,67, considerando o preço do saco de 50 kg dos adubos no mercado de Belém, em fevereiro de 2017, no valor de R\$ 100,00 para a ureia, R\$ 115,00 para o superfosfato triplo e R\$ 85,00 para o cloreto de potássio.

Parte destes nutrientes será gradativamente liberado para a cultura, já que outra parte é utilizada pelos microorganismos que processam a mineralização da matéria orgânica. Parte é fixada pelo solo, como no caso do fósforo, ou lixiviada e volatilizada, como no caso de potássio e nitrogênio, respectivamente.

Considerações finais

O uso de rocha fosfatada ou calcário ou a aplicação dos corretivos simultaneamente no solo revelaram-se como boas alternativas agroecológicas para produção de mandioca na comunidade.

A utilização da manipueira como fertilizante orgânico provou ser mais uma alternativa agroecológica de grande praticidade, pela sua disponibilidade em todas as propriedades familiares, por elevar a produtividade da mandioca com retorno econômico equivalente ao fertilizante mineral convencional e pela alternativa de sua eliminação como poluente do meio ambiente.

Todos os tratamentos utilizados foram viáveis economicamente e podem ser utilizados pelos agricultores familiares com a prática da Roça sem Fogo.

Referências

ALCARDE, J. C.; GUIDOLIN, J. A.; LOPES, A. S. **Os adubos e a eficiência das adubações**. 3. ed. São Paulo: ANDA, 1998. 35 p. (Boletim técnico, 3). Disponível em: <http://anda.org.br/wp-content/uploads/2018/10/boletim_03.pdf>. Acesso em: 21 jul. 2015.

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**. Brasília, DF: ABIPTI, 2008. 1 CD-ROM. Disponível em: <http://www.cnpma.embrapa.br/boaspraticas/download/Trio_Produtividade_Cultura_Mandioca.pdf>. Acesso em: 10 dez. 2015.

ALVES, R. N. B.; MODESTO JÚNIOR, M. de S. Roça sem fogo: alternativa agroecológica para o cultivo de mandioca na Amazônia. **Revista Raízes e Amidos Tropicais**, v. 5, p. 552-558, jul. 2009. Edição dos Anais do XIII Congresso Brasileiro de Mandioca; VII Workshop sobre Tecnologia em Agroindústrias de Tuberosas Tropicais, Botucatu, 2009.

ALVES, R. N. B.; MODESTO JÚNIOR, M. de S.; FERREIRA, E. R. Doses de NPK na adubação de mandioca (*Manihot esculenta*, L) Variedade Paulozinho em Moju, Pará. **Revista Raízes e Amidos Tropicais**, v. 8, p. 65-70, 2012. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/73339/1/rat08v8.pdf>>. Acesso em: 19 jan. 2015.

ARAUJO, J. L. P.; CORREIA, R. C.; ALELUIA, A. C. N. **Custo de produção e rentabilidade do melão do Submédio São Francisco**. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2005. (Embrapa Semi-Árido. Comunicado técnico, 121). Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CPATSA/33064/1/COT121.pdf>>. Acesso em: 27 jan. 2016.

BEZERRA, V. S.; LOBATO, M. S. A.; NERY, M. V. **Produtos e subprodutos da castanha-do-brasil no Estado do Amapá**. Macapá: Embrapa Amapá, 2001. 9 p. (Embrapa Amapá. Documentos, 29). Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/71202/1/AP-2001-produtos-subprodutos-castanha-do-brasil.pdf>>. Acesso em: 15 dez. 2015.

CRAVO, M. da S.; CARDOSO, E. M. R.; BOTELHO, S. M. Mandioca. In: CRAVO, M. da S.; VIÉGAS, I. de J. M.; BRASIL, E. C. (Ed.). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado do Pará**. 1. ed. rev. atual. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2010. pt. 2, cap. 6.

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 to slash-and-burn agriculture in eastern Amazonia. **Global Change Biology**, v. 14, n. 5, p. 998-111, 2008.

DENICH, M. **Estudo da importância da vegetação secundária para o incremento da produtividade do sistema de produção na Amazônia Oriental Brasileira**. Belém, PA: EMBRAPA-CPATU: GTZ, 1991. 284 p.

DENICH, M.; VIELHAUER, K.; KATO, M. S. A.; BLOCK, A.; KATO, O. R.; SÁ, T. D. A.; LÜCKE, W.; VLEK, P. L. G. Mechanized land preparation in forest-based fallow systems: the experience from Eastern Amazonia. **Agroforestry Systems**, v. 61, n. 1, p. 91-106, 2004.

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

FERREIRA, W. de A.; BOTELHO, S. M.; CARDOSO, E. M. R. **Uso da manípueira (tucupi) como fonte de nutrientes para o cultivo da mandioca**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2001. 4 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Comunicado técnico, 59).

GUIDUCCI, R. C. N.; ALVES, E. R. A.; LIMA FILHO, J. R.; MOTA, M. M. Aspectos metodológicos da análise de viabilidade econômica de sistemas de produção. In: GUIDUCCI, R. C. N.; LIMA FILHO, J. R.; MOTA, M. M. (Ed.). **Viabilidade econômica de sistemas de produção agropecuários: metodologia e estudos de caso**. Brasília, DF: Embrapa, 2012. p. 17-78. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/149363/1/Aspectos-metodologicos-da-analise-.pdf>>. Acesso em: 13 ago. 2015.

IBGE. Sistema IBGE de Recuperação Automática - SIDRA. **Tabela 1612**: área plantada, área colhida, quantidade produzida, rendimento médio e valor da produção das lavouras temporárias, 2017. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1612>>. Acesso em: 28 set. 2018.

INFORMAÇÕES básicas sobre treze municípios da região do Baixo Tocantins, Pará: uma contribuição ao planejamento municipal. Belém, PA: Projeto Gespan, 2004. 477 p. il.

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 crop Research**, v. 62, p. 225-237, 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, PA: 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**, n. 29, p. 99-111, 2004.

LOPES, B. M. **Uso da capoeira na extração de lenha:** em três comunidades locais no pólo Rio Capim do PROAMBIENTE – PA. 2006. 99 f. Dissertação (Mestrado em Agriculturas Familiares e Desenvolvimento Sustentável) – Universidade Federal do Pará, Embrapa Amazônia Oriental, Belém, PA. Disponível em: <<http://www.repositorio.ufpa.br:8080/jspui/handle/2011/1709>>. Acesso em: 27 ago. 2012.

KAGATA, T.; SAITO, S.; SHIGEMONI, H.; OHSAKI, A.; ISHIYAMA, H.; KUBOTA, T.; KOBAYASHI, J. I. Paratunamides A-D, Oxindole Alkaloides from *Cinnamodendron axillare*. **Journal of Natural Products**, v. 69, n. 10, p. 1517-1521, 2006. Disponível em: <<http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/np0602968>>. Acesso em: 17 dez. 2015.

LOUREIRO, A. A.; SILVA, M. E.; ALENCAR, J. C. **Essências madeireiras da Amazônia.** Manaus: INPA, 1979. v. 1, 240 p.

MALAVOLTA, E. **ABC da adubação.** 4. ed. São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 1979. 256 p.

MALAVOLTA, E. **ABC da adubação.** 5. ed. São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 1989. 292 p.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas:** princípios e aplicações. 2. ed. rev. e atual. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1997. 319 p.

MATSUNAGA, M.; BERNELMANS, P. F.; TOLEDO, P. E. N. de; DULLEY, R. D.; OKAWA, H.; PEDROSO, I. A. Metodologia de custos de produção utilizada pelo IEA. **Boletim Técnico do Instituto de Economia Agrícola**, v. 23, n. 1, p. 123-139, 1976.

MAZZA, J. A. **Notas de aula de manejo e conservação do solo – módulo manejo.** Piracicaba: ESALQ/USP, 2009.

MELO, A. S.; COSTA, B. C.; BRITO, M. E. B.; AGUIAR NETTO, A. O.; VIÉGAS, P. R. A. Custo e rentabilidade na produção de batata-doce nos perímetros irrigados de Itabaiana, Sergipe. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 39, n. 2, p. 119-123, abr./jun. 2009. Disponível em: <<http://www.redeacqua.com.br/wp-content/uploads/2011/10/ArtigoPAT2009.pdf>>. Acesso em: 17 ago. 2015.

MESQUITA, M. R.; FERRAZ, I. D. K.; CAMARGO, J. L. C. **Angelim-vermelho, *Dinizia excelsa* Ducke.** Manaus: Inpa, 2009. 12 p. (Manual de sementes da Amazônia, 8). Disponível em: <https://www.inpa.gov.br/sementes/manuais/fasciculo8_Dinizia_excelsa_WEB.pdf>. Acesso em: 15 dez. 2015.

MIRANDA, L. N.; FIALHO, J. F.; MIRANDA, J. C. C.; GOMES, A. C. **Manejo da calagem e da adubação fosfatada para a cultura da mandioca em solo de cerrado.** Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2005. 4 p. (Embrapa Cerrados. Comunicado técnico, 118).

MODESTO JÚNIOR, M. de S.; ALVES, R. N. B.; SILVA, E. S. A. Diagnóstico socioeconômico de agricultores familiares do Baixo Tocantins. **Mandioca Brasileira**, 12 ago. 2010.

MODESTO JUNIOR, M. S.; ALVES, R. N. B.; SILVA, E. S. A. Diagnóstico socioeconômico de comunidades de mandiocultores do Baixo Tocantins, Pará. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MANDIOCA, 14.; FEIRA BRASILEIRA DA MANDIOCA, 1., 2011, Maceió. **Mandioca**: fonte de alimento e energia: anais. Maceió: ABAM: SBM, 2011. 1 CD-ROM. Disponível em: <<http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/910950/1/Resumo11.pdf>>. Acesso em: 10 dez. 2015.

MULUMBA, L. N.; LAL, R. Mulching effects on selected soil physical properties. **Soil & Tillage Research**, v. 98, n. 1, p.106-111, Jan. 2008.

PESSOA, P. F. A. P.; OLIVEIRA, V. H.; SANTOS, F. J. S.; SEMRAU, L. A. S. Análise da viabilidade econômica do cultivo do cajueiro irrigado e sob sequeiro. **Revista Econômica do Nordeste**, v. 31, n. 2, p. 178-187, 2000. Disponível em: <http://www.bnb.gov.br/projwebren/Exec/artigoRenPDF.aspx?cd_artigo_ren=170>. Acesso em: 17 ago. 2015.

QUEIROZ, J. A. L. de. **Germinação de sementes de bacaba (*Oenocarpus bacaba* Mart.) nas condições do Estado do Amapá**. Macapá: Embrapa Amapá, 2000. 3 p. (Embrapa Amapá. Comunicado técnico, 32). Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/345524/1/CPAFAP2000Sementesbacaba.pdf>>. Acesso em: 15 dez. 2015.

RAIJ, B. van; ANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. (Ed.). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas: Instituto Agronômico, 1996. 285 p. (IAC. Boletim técnico, 100).

RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ V., V. H. (Ed.). **Recomendações para uso de corretivo e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa, MG: Comissão de fertilidade do solo do Estado de Minas Gerais, 1999. 359 p.

RIOS, M. N. S.; PASTORES JUNIOR, F. (Org.). **Plantas da Amazônia**: 450 espécies de uso geral. Brasília, DF: Universidade de Brasília, 2011. 3.377 p. il. Disponível em: <https://bibflora.medialab.ufg.br/wp-content/uploads/2017/07/Plantas_da_Amazonia-1.pdf> Acesso em: 16 dez. 2015.

SALMAN, A. K. D.; LOPES, G. F. Z.; BENTES-GAMA, M. M.; ANDRADE, C. M. S. **Espécies arbóreas nativas da Amazônia Ocidental Brasileira com potencial para arborização de pastagens**. Porto Velho: Embrapa Rondônia, 2008. 24 p. (Embrapa Rondônia. Documentos, 127). Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/709707/1/doc127arborizaacaodepastagens.pdf>>. Acesso em: 15 dez. 2015.

SEM fogo: Engenheiros da SEAP querem convencer agricultores a produzir com adubação verde. **Oestadoacre.com**, Rio Branco, 09 fev. 2012. Disponível em: <<https://oestadoacre.com/blog/2012/02/09/sem-fogo-engenheiros-da-seap-querem-convencer-agricultores-a-produzir-com-adubacao-verde/>> . Acesso em: 30 maio 2015.

SOUZA, L. S.; SILVA, J.; SOUZA, L. D. **Recomendação de calagem e adubação para o cultivo de mandioca**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2009. 6 p. (Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical. Comunicado técnico, 133).

SOUZA, N. D.; LIMA, H. S.; CARVALHO, A. M.; NASCIMENTO, A. M.; DIAS JÚNIOR, A. F. Avaliação da qualidade de portas de madeira maciça por meio de cartas de controle. **Ciência da Madeira**, v. 5, n. 2, p. 85-92, 2014. Disponível em: <<https://periodicos.ufpel.edu.br/ojs2/index.php/cienciadamadeira/article/view/4807>>. Acesso em: 15 dez. 2015.

SOMMER, R.; VLEK, P. L. G.; SA, T. D. de A.; 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**, v. 68, n. 3, p. 257-271, Mar. 2004.

STROMGAARD, P. The immediate effect of burning and ash-fertilization. **Plant and Soil**, v. 80, n. 3, p. 307-320, 1984.



RELAÇÃO BENEFÍCIO/CUSTO ENTRE DOIS MÉTODOS DE PREPARO DE ÁREA, PARA A DIFUSÃO DO TRIO DA PRODUTIVIDADE DA MANDIOCA, NA VILA ADONIAS, OURÉM, PARÁ

*Moisés de Souza Modesto Júnior
Raimundo Nonato Brabo Alves*

Introdução

O município de Ourém, localizado no Nordeste Paraense, possui uma área de 562 km² e uma população estimada, em 2018, de 17.721 habitantes (IBGE, 2018). Com relação ao uso da terra, sua economia está concentrada em atividades envolvendo lavouras permanentes e temporárias, pecuária de pequena escala, além de extração vegetal de frutos de açajeiro e madeira para lenha e carvão.

Em 2017, a cultura permanente mais importante foi a pimenta-do-reino, com 52,18% do valor total da produção de todos os cultivos, incluindo coco-da-baía, laranja e mamão, no valor bruto da produção de R\$ 7.244.000,00. Com relação às lavouras temporárias, destaca-se a produção de mandioca com 12,5 mil toneladas de raiz e produtividade de 13,89 t ha⁻¹, resultando no valor de produção de R\$ 3.125.000,00, com uma representatividade de 93,48% em relação ao valor total dos cultivos de feijão, milho e arroz cultivados no município de Ourém (IBGE, 2017).

De acordo com informações obtidas dos técnicos e agricultores da Vila Adonias, a produtividade de mandioca situa-se entre 12 t ha⁻¹ e 15 t ha⁻¹. O sistema de cultivo usualmente adotado consiste na roçagem e queima da vegetação, seguida de gradagem e plantio das culturas de mandioca, arroz, milho e feijão-caupi. Cerca de metade dos agricultores também aplicam herbicidas para controle de plantas daninhas nas culturas e utilizam calcário e adubo químico. O tamanho médio das propriedades

gira em torno de 6 ha (60 m x 1.000 m) e a maioria das propriedades já não dispõe de vegetação de capoeira.

Em termos de infraestrutura, a comunidade de Vila Adonias possui energia elétrica e água encanada. Não há telefonia fixa e somente as residências que possuem antenas externas recebem frequência de uma operadora de celular. A estrada de acesso à comunidade (ramal direito do km 29 da Rodovia Ourém-Capanema) é mal conservada, o que dificulta o escoamento da produção, e também não existe transporte público regular para deslocamento das pessoas para as cidades, exceto para as escolas. A comunidade tem acesso à escola de ensino fundamental e a um posto de saúde situado a 3 km de distância, mas falta a presença mais frequente de médicos e dentistas. Cerca de 90% dos agricultores já contrataram crédito no valor de R\$ 2,4 mil a R\$ 4,7 mil por família, porém a grande maioria está inadimplente, o que dificulta a renovação para implantação de novos empreendimentos ou ampliação das áreas de cultivo.

Apesar de alguns agricultores usarem tratores para preparo do solo, aplicação de herbicidas e de fertilizantes, a produtividade de mandioca é baixa, portanto há necessidade de melhorar ou ajustar o sistema de produção.

Este capítulo tem por objetivo avaliar a relação benefício/custo de dois métodos de preparo de área (sem uso do fogo e mecanizado) associados ao Trio da Produtividade para cultivo de mandioca, visando demonstrar e difundir os processos tecnológicos para dinamizar a produção dos agricultores familiares na Vila Adonias, município de Ourém, estado do Pará.

Materiais e métodos

O trabalho foi conduzido no período de 24 de abril de 2012 a 19 de abril de 2013, na comunidade de Vila Adonias, que está organizada por intermédio da Associação dos Pequenos Agricultores da Vila Adonias (Apava), contando com a participação de 15 famílias associadas. Além da mandioca, os agricultores cultivam feijão, milho e pimenta-do-reino e também trabalham como diaristas prestando serviços em outras propriedades, executando tratamentos culturais em pimentais, em pequenas fazendas e na fabricação artesanal de farinha de mandioca.

Foi realizada uma inspeção técnica de campo em algumas áreas dos agricultores e uma reunião de trabalho com os 15 agricultores da comunidade e 7 técnicos do Idam, com objetivo de identificação de demandas ou problemas enfrentados pelos agricultores. As informações foram obtidas

por meio de entrevista pessoal de forma coletiva. Os questionamentos abordaram os aspectos relacionados à vida social, à infraestrutura disponível na comunidade e às atividades econômicas referentes aos sistemas de produção adotados pelos agricultores. Os problemas identificados foram discutidos e relacionados por ordem de importância, conforme seguem:

- 1) Grande parte dos agricultores não selecionam o material de propagação de mandioca, não controlam sistematicamente as plantas daninhas e não cultivam em espaçamentos adequados.
- 2) Há necessidade de seleção e introdução de variedades mais produtivas e determinação de melhor população de plantas por unidade de área, que poderão contribuir para reduzir custos de produção e aumentar a produtividade da mandioca.
- 3) Toda a manipueira gerada no processamento de mandioca para fabricação de farinha é despejada nas áreas adjacentes aos retiros de farinha ou nos cursos d'água, causando danos ambientais.
- 4) Em decorrência da existência de poucas áreas de capoeira e mata nas áreas dos agricultores, existe escassez de lenha, tanto para fabricação de farinha, como para construção de cercas, sendo necessária a introdução de espécies leguminosas arbóreas de rápido crescimento.
- 5) As aplicações de adubo feitas pelos agricultores não seguem orientações com base em análises de solo. Sugere-se que sejam feitas análises de solo para que o agricultor possa obter níveis de produtividade com maior retorno econômico ao produtor.

Após a identificação das demandas, foram realizados dois cursos com carga horária de 32 horas para difundir as tecnologias da Roça Sem Fogo (Alves; Modesto Júnior, 2009) como técnica agroecológica de preparo de área e do Trio da Produtividade da Mandioca (Alves et al., 2008) para melhoria do sistema de produção de mandioca, com a participação de 15 agricultores familiares da comunidade, 4 agricultores convidados de outras comunidades e 7 técnicos da extensão rural.

Também foram instaladas duas Unidades Demonstrativas (UD), sendo escolhida uma capoeira de 7 anos de idade, no tamanho de mil metros quadrados, para demonstração de cultivo de mandioca com preparo de área em roça sem fogo, em que os técnicos juntamente com os agricultores

capacitados adotaram o passo a passo de acordo com Alves e Modesto Júnior (2009), já descrito no Capítulo 3 deste livro.

A outra UD no tamanho de mil metros quadrados foi instalada em uma área que já tinha sido cultivada com milho, feijão e mandioca nos últimos 5 anos. Foi feita coleta de solo na profundidade de até 20 cm e as análises feitas no Laboratório de Solos da Embrapa Amazônia Oriental pelo método Mehlich⁻¹ indicaram o pH em água de 5,2, P com 2 mg/dm³, K com 21 mg/dm³, Na com 14 mg/dm³, Ca com 0,9 cmolc/dm³, Ca+Mg com 1,3 cmolc/dm³ e Al com 1,0 cmolc/dm³. A área foi preparada por meio de mecanização 10 dias antes do plantio, envolvendo roçagem seguida de aplicação de calcário dolomítico na dosagem de 1,8 t ha⁻¹ e gradagem do solo para incorporação do calcário.

As duas UD's receberam adubação química de NPK na formulação 10:28:20 na dose de 200 kg ha⁻¹, aplicado 30 dias após o plantio, imediatamente posterior à primeira capina. Em ambas as UD's o cultivo da mandioca seguiu as orientações do Trio da Produtividade da Mandioca, que consiste na seleção de manivas-sementes, plantio em espaçamento de 1 m x 1 m e capina manual durante os 5 meses iniciais do ciclo da mandioca (Alves et al., 2008).

A colheita da mandioca foi efetuada aos 12 meses de cultivo, avaliando-se a produtividade de raízes em quatro parcelas amostrais de 20 m², determinadas ao acaso em cada unidade demonstrativa. Os resultados foram submetidos à análise financeira para determinação da relação benefício/custo obtida pela divisão entre o custo total da produção e a receita bruta. O ponto de nivelamento em dinheiro foi obtido pela razão entre o custo total e o número de sacos de 60 kg produzidos e o ponto de nivelamento em sacos de farinha foi obtido pela razão entre o custo total e o preço do saco de farinha de 60 kg comercializado em maio de 2013, no valor de R\$ 270,00. A margem de segurança do sistema foi gerada pela diferença entre o custo total e a receita bruta, dividindo-se pela receita bruta em percentagem.

Resultados

No preparo de área da Roça sem Fogo, buscou-se obter o maior benefício dos recursos naturais disponíveis na capoeira, tais como produtos madeireiros (madeira, lenha e carvão) e não madeireiros (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. Após a realização do

inventário, permaneceram na área as espécies nativas assim identificadas: 3 árvores de sapucaia (*Lecythis pisonis* Cambess), 1 de jarana [*Lecythis lurida* (Miers) Morales] e 4 de sucuba [*Himatanthus sucuuba* (Spruce ex Müll. Arg.) Woodson] (Figura 1).



Foto: Moisés Modesto

Figura 1. Área de capoeira de 7 anos de idade, preparada com a técnica da Roça Sem Fogo para plantio de mandioca, em Ourém, Pará, 2012.

Na Amazônia Oriental, pelo menos cem espécies de plantas da capoeira são citadas como úteis para a população rural (Vieira et al., 1996). Estudos conduzidos sobre o potencial do uso de espécies arbóreas de uma floresta secundária de 30 anos de idade por Alvino et al. (2005), na região bragantina do Pará, indicaram que 33% das espécies poderiam ser utilizadas como madeiras em construções rurais, sendo as de alto valor comercial (30%), seguidas pelas madeiras de baixo valor comercial (9%), utilizadas como lenha (9%), frutíferas (7%), medicinais (5%), artesanais (4%) e as com potencial resinífero (1%). As espécies sem uso conhecido representaram somente 2%. Capoeiras de 5 a 10 anos no Município de Bragança apresentam média de 25 árvores por hectare, principalmente de interesse madeireiro, apresentando baixo valor comercial, com possibilidade de utilização de cerca de 40% das árvores para lenha (Rios et al., 2001).

Dos métodos de cultivo avaliados, a maior produtividade foi obtida na roça sem fogo com $30,6 \text{ t ha}^{-1}$, com a margem bruta de R\$ 27.232,00, cerca

de 30% superior ao cultivo mecanizado e o dobro da média obtida pelos agricultores familiares da Vila Adonias, informada entre 12 t ha⁻¹ e 15 t ha⁻¹. A relação benefício/custo da roça sem fogo foi de 4,01, significando que, para cada R\$ 1,00 aplicado no sistema, retorna R\$ 4,01 na comercialização de farinha de mandioca (Tabela 1).

Tabela 1. Indicadores econômicos de sistemas de cultivo da mandioca no Trio da Produtividade em Roça Sem Fogo e com mecanização na Vila Adonias, município de Ourém, PA, 2013.

Indicador	Roça Sem Fogo	Área Mecanizada
Produtividade de raiz (t/ha)	30,6	23,75
Nº de sacos de farinha (60 kg) ⁽¹⁾	127,00	98,00
Produção de 100 m ³ ha ⁻¹ de lenha ⁽²⁾	2.000,00	-
Custo de produção no campo (R\$)	5.350,00	4.547,00
Custo de beneficiamento e comercialização (R\$)	3.708,00	2.832,00
Receita bruta (R\$)	36.290,00	26.460,00
Custo operacional (R\$)	9.058,00	7.379,00
Margem bruta (R\$)	27.232,00	19.081,00
Relação benefício/custo	4,01	3,59
Ponto de nivelamento (R\$)	71,32	75,30
Ponto de nivelamento (sacos de farinha)	33,5	27,3
Margem de segurança (%)	(75,04)	(72,11)

⁽¹⁾ Estimativa com base em 25% de rendimento na transformação de raiz de mandioca em farinha.

⁽²⁾ A lenha não foi comercializada, porém como se trata de um produto de valor no mercado local, foi considerada nos indicadores econômicos.

Em áreas de capoeiras de até 10 anos de idade, recomenda-se 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 associado ao Trio da Produtividade da Mandioca como técnica para melhoria do sistema de produção. Para adotar esse processo, o agricultor não fica dependente da estação seca, como ocorre no processo de derruba e queima da vegetação secundária (Denich et al., 2005), permitindo maior flexibilidade no calendário agrícola e podendo ser feita em qualquer época do ano, 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 e a presença de árvores no sistema, tanto nativas de interesse econômico resultantes do inventário feito no processo de preparo da Roça sem Fogo, como as posteriormente introduzidas, trazem benefícios diretos e indiretos, tais como redução da suscetibilidade do solo à erosão

(Stromgaard, 1984) e manutenção da fertilidade do solo, diminuindo as perdas de nutrientes pelo processo de lixiviação e promovendo 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 (Sommer et al., 2004; Denich et al., 2005; Davidson et al., 2008).

Nessas áreas, a produção de mandioca tendo como sequência a implantação de sistemas agroflorestais (SAFs) configura-se como uma alternativa promissora para a comunidade, pois, além da receita auferida com a cultura da mandioca, pode-se adicionar a receita com a venda de lenha e, posteriormente, das espécies frutíferas perenes (açazeiros, cupuaçuzeiros, bananeiras, pupunheiras, laranjeiras, entre outras), mantendo-se a biodiversidade com conservação de solo (Modesto Júnior; Alves, 2011).

A produção de lenha da roça sem fogo da Vila Adonias foi cubada e estimada em cerca de $100 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$, equivalente a uma receita de R\$ 2 mil se fosse comercializada no mercado local para casas de farinha ou para as indústrias oleiro-cerâmicas situadas no maior polo cerâmico do Pará, no município de São Miguel do Guamá, distante 100 km da comunidade (Figura 2). Toda a lenha foi utilizada no processo de fabricação da farinha proveniente da unidade demonstrativa da roça sem fogo, resultando na redução de custos de produção. A lenha destaca-se como a principal fonte de energia utilizada pelos agricultores familiares para fabricação de farinha.



Foto: Moisés Modesto

Figura 2. Lenha ($10 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$) extraída da capoeira de 7 anos de idade preparada com a técnica da Roça sem Fogo na Vila Adonias, município de Ourém, 2012.

No Nordeste Paraense, 61,3% dos agricultores de três comunidades nos municípios de São Domingos do Capim e Mãe do Rio também utilizam a lenha para fabricação de farinha e cocção de alimentos (Lopes, 2006). A lenha é o insumo que influencia entre 10% e 15% do custo de produção de farinha (Homma, 2001). Em empreendimento de fabricação artesanal de derivados de mandioca, como o tucupi e a goma, os agricultores consomem em torno de 6 m³ de lenha por mês, correspondendo a 5,64% dos custos de produção de 1.440 L de tucupi e 680 kg de fécula (goma) por mês (Modesto Júnior; Alves, 2012).

Conclusão

A produtividade da mandioca e a rentabilidade do cultivo com a técnica de preparo de área sem uso do fogo foi superior ao cultivo mecanizado em 30%. Porém, considerando que houve viabilidade econômica em ambos os sistemas, as práticas de preparo de área associadas ao cultivo da mandioca no Trio da Produtividade e adubação química realizada com base em análise de solo podem contribuir para que os agricultores aumentem a produtividade de mandioca de seus roçados com a capacidade atual que eles dispõem para produção de farinha, sem a necessidade de aumento da área plantada.

Referências

- 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: resumos**. Brasília, DF: ABIPTI, 2008. 1 CD-ROM.
- ALVES, R. N. B.; MODESTO JÚNIOR, M. de S. Roça sem fogo: alternativa agroecológica para o cultivo de mandioca na Amazônia. **Revista Raízes e Amidos Tropicais**, v. 5, p. 552-558, jul. 2009. Edição dos Anais do XIII Congresso Brasileiro de Mandioca; VII Workshop sobre Tecnologia em Agroindústrias de Tuberosas Tropicais, Botucatu, 2009.
- ALVINO, F. O.; SILVA, M. F. F.; RAYOL, B. P. Potencial de uso das espécies arbóreas de uma floresta secundária, na Zona Bragantina, Pará, Brasil. **Acta Amazônica**, v. 35, n. 4, p. 413-420, out./dez. 2005. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0044-59672005000400005>. Acesso em: 07 mar. 2017.
- 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**, v. 14, n. 5, p. 998-1111, 2008.

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

HOMMA, A. K. O. O desenvolvimento da agroindústria no Estado do Pará. **Saber Ciências Exatas e Tecnologia**, v. 3, p. 49-76, jan./dez. 2001. Edição especial. Disponível em: <<http://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/403795>>. Acesso em: 07 mar. 2017.

IBGE. **Estimativas da população residente no Brasil e unidades da federação com data de referência em 1º de julho de 2018**. [Rio de Janeiro, 2018]. Disponível em: <ftp://ftp.ibge.gov.br/Estimativas_de_Populacao/Estimativas_2018/estimativa_dou_2018_20181019.pdf>. Acesso em: 19 fev. 2019.

IBGE. Sistema IBGE de Recuperação Automática - SIDRA. **Produção Agrícola Municipal: tabela 1612: área plantada, área colhida, quantidade produzida, rendimento médio e valor da produção das lavouras temporárias**. [Rio de Janeiro, 2017]. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1612#resultado>>. Acesso em: 01 out. 2018.

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 Crop Research**, v. 62, p. 225-237, 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, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2002. 3 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Comunicado técnico, 64).

LOPES, B. M. **Uso da capoeira na extração de lenha**: em três comunidades locais no Pólo rio capim do proambiente – PA. 2006. 99 f. Dissertação (Mestrado em Agriculturas Familiares e Desenvolvimento Sustentável) - Universidade Federal do Pará, Embrapa Amazônia Oriental, Belém, PA. Disponível em: <<http://www.repositorio.ufpa.br:8080/jspui/handle/2011/1709>>. Acesso em: 07 mar. 2017.

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, PA: SBSAF: Embrapa Amazônia Oriental: UFRA: CEPALC: EMATER: ICRAF, 2011. 1 CD-ROM. Editores Técnicos: Roberto Porro, Milton Kanashiro, Maria do Socorro Gonçalves Ferreira, Leila Sobral Sampaio e Gladys Ferreira de Souza.

MODESTO JÚNIOR, M. de S.; ALVES, R. N. B. Fabricação artesanal de derivados de mandioca: tucupi e goma. **Portal Dia de Campo**, 09 abr. 2012. Disponível em: <<http://www.diadecampo.com.br/zpublisher/materias/Materia.asp?id=26331&secao=Artigos%20Especiais>>. Acesso em: 17 mar. 2016.

MULUMBA, L. N.; LAL, R. Mulching effects on selected soil physical properties. **Soil & Tillage Research**, v. 98, n. 1, p.106-111, Jan. 2008.

RIOS, M.; MARTINS-DA-SILVA, R. C. V.; SABOGAL, C.; MARTINS, J.; SILVA, R. N. da; BRITO, R. R. de; BRITO, I. M. de; BRITO, M. F. C. de; SILVA, J. R. de; RIBEIRO, R. T. **Benefícios das plantas da capoeira para a comunidade de Benjamin Constant, Pará, Amazônia Brasileira.** Belém, PA: CIFOR, 2001. 54 p.

SOMMER, R.; VLEK, P. L. G.; SÁ, T. D. de A.; 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**, v. 68, n. 3, p. 257-271, Mar. 2004.

STROMGAARD, P. The immediate effect of burning and ash-fertilization. **Plant and Soil**, v. 80, n. 3, p. 307-320, 1984.

VIEIRA, I. C. G.; SALOMÃO, R. P.; ROSA, N. A.; NEPSTAD, D. C.; ROMA, J. C. O renascimento da floresta no rastro da agricultura. **Ciência Hoje**, v. 20, n. 119, p. 38-44, 1996.



JARDIM DE RECICLAGEM: manejo de biomassa de ingazeiro (*Inga edulis* Mart.) como adubo verde para produção de mandioca

Moisés de Souza Modesto Júnior
Raimundo Nonato Brabo Alves

Introdução

A agricultura convencional, na maior parte do mundo, tem buscado aumentos de produtividade com base na utilização de insumos modernos, com utilizações intensivas de corretivos e fertilizantes, muitos originados da cadeia produtiva de combustíveis fósseis, de elevado passivo ambiental, considerando a emissão de gases de efeito estufa (GEE). Esse modelo de agricultura se vê ameaçado no futuro, porque é altamente dependente do uso intensivo de energia, ao mesmo tempo em que se esgotam as reservas minerais que dão origem a esses insumos. O uso intensivo de fertilizantes pode contribuir para a degradação ambiental, com a contaminação do lençol freático e dos corpos d'água, como exemplo a contaminação por nitratos derivados do uso sistemático dos fertilizantes nitrogenados, provocando a eutrofização da água, bem como não assegura a sustentabilidade agrícola com base na manutenção da fertilidade do solo, principalmente em regiões tropicais.

Destaca-se como desafio atual a exploração do conhecimento tradicional e do manejo de recursos disponíveis no próprio sistema agroecológico. Nesse contexto, algumas leguminosas arbóreas de alta rusticidade e adaptação a determinados agroecossistemas possuem a capacidade de absorção de água a grandes profundidades e de prospecção de nutrientes em camadas mais profundas do solo. Justifica-se o manejo desses agroecossistemas com tecnologias de processo que representem o mínimo de custos nos sistemas de produção dos agricultores familiares,

mesmo que inicialmente as produtividades sejam modestas, mas que a fertilidade do solo seja gradativamente melhorada no decorrer das sucessivas safras.

Mesmo na agricultura convencional, os agricultores que tem obtido recordes de produtividade têm em comum a habilidade de identificar e manejar um ambiente altamente produtivo no solo. A lavoura desses agricultores tem como objetivo, em cada safra, a elevação dos teores de matéria orgânica do solo.

Antes da Revolução Industrial e das teorias de Justus Von Liebig, um dos fundadores da química orgânica e dos fertilizantes químicos (Maar, 2006), a agricultura no mundo tinha como insumo principal a matéria orgânica, havendo uma necessária integração da agricultura com a pecuária. A especialização das atividades produtivas veio em decorrência da disponibilidade desses insumos modernos como fertilizantes e corretivos minerais. A agricultura ocidental praticamente colocou em segundo plano a importância do manejo da matéria orgânica, principalmente o Brasil, que teve a sua base tecnológica inspirada na dos países do Hemisfério Norte. Enquanto isso, os países asiáticos continuaram com sua agricultura milenar, baseados no manejo da água e da matéria orgânica, produzindo alimentos para mais de dois terços da população do mundo.

Além do manejo da matéria orgânica tendo como insumos os dejetos de animais, as leguminosas, ao longo da história da agricultura, revelaram-se importante ferramenta para a ciclagem de nutrientes e de matéria orgânica para os solos agrícolas, como plantas fixadoras de nitrogênio no solo, cobertura de solo para reduzir os efeitos da erosão ou para adubação verde, sendo incorporadas ao solo plantas para formação de palhada como cobertura morta, enfim, podendo ser utilizadas em diferentes formas de manejo. Elas têm auxiliado os agricultores em todo o mundo na elevação da fertilidade do solo. O cultivo de mandioca, arroz, milho e feijão sobre a palhada de leguminosa foi conduzido com êxito no município de Miranda do Norte, no estado do Maranhão, por Moura e Aguiar (2007), e no estado do Pará por Lopes e Alves (2005).

O plantio de feijão *Phaseolus* na palhada de leguminosa foi testado com sucesso na região da Transamazônica, controlando a doença da mela e dobrando a produtividade, tanto quando a cultura do feijão foi adubada, como quando sem adubação (Lopes; Celestino Filho, 2003).

O melhor manejo para a produção de biomassa de *Inga edulis* nas condições de Porto Velho, RO, foi a execução de podas a 1 m de altura, duas vezes por ano, com produção média de massa fresca de 44,74 t ha⁻¹ no 1º ano, 61,18 t ha⁻¹ no 2º ano, 42,78 t ha⁻¹ no 3º ano e 45,42 t ha⁻¹ no 4º ano (Ramos et al., 2007).

Neste capítulo, avaliou-se os custos da formação de jardim de reciclagem com a leguminosa *Inga edulis* como planta recicladora de nutrientes, em um sistema de base ecológica no município de Moju, sendo cultivada a mandioca como cultura intercalar ao ingazeiro.

Incremento na área de cultivo de biomassa de ingá

Esta prática pode ser recomendada para recuperação de solos degradados, como os da experimentação de Moju, PA, que foi conduzida em solo do tipo Latossolo Amarelo Distrófico, textura arenosa, sendo um dos mais representativos do município (Falesi; Veiga, 1986), cujas características químicas são apresentadas na Tabela 1. O solo estava tão degradado que a vegetação predominante era a vassourinha-de-botão [*Borreria verticillata* (L.) G. Mey.], planta considerada precursora em uma sucessão vegetal em áreas esgotadas pelos cultivos sucessivos na Amazônia (Figura 1).



Foto: Raimundo Nonato Brabo Alves

Figura 1. Área degradada infestada de vassourinha-de-botão.

Tabela 1. Características químicas do Latossolo Amarelo Distrófico, da área do experimento no município de Moju, PA.

pH	P	K	Na	Ca	Ca+Mg	Al
	mg/dm ³			mmolc/dm ³		
5,2	2	15	6	0,4	0,7	0,8

Fonte: Laboratório de Solos da Embrapa Amazônia Oriental.

O *Inga edulis* (Figura 2) foi a leguminosa escolhida por ser nativa da Amazônia, de fácil produção de sementes, de crescimento rápido e de grande capacidade de reciclagem de nutrientes (Palm; Sanches, 1990). Foram instaladas duas parcelas de 20 m x 50 m com o ingazeiro plantado em dois espaçamentos – 5 m x 5 m e 10 m x 10 m – para comparar o tempo em que as plantas fechariam as copas.

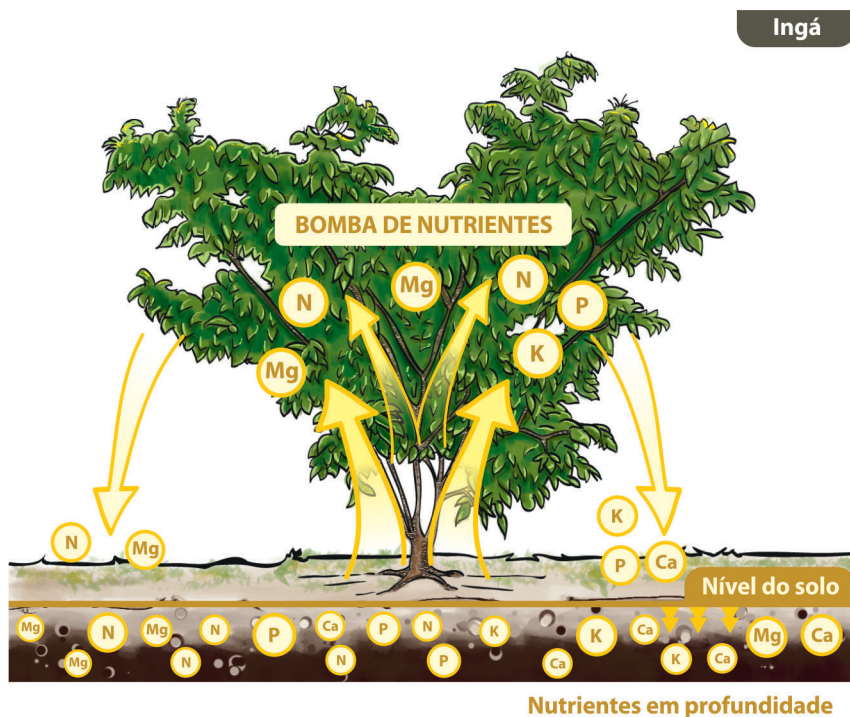


Figura 2. Ingazeiro como planta recicladora de nutrientes.

Ilustração: Vitor Lôbo

Nas entrelinhas dos ingazeiros, foi cultivada a variedade de mandioca Paulozinho, com plantio feito manualmente na profundidade de 10 cm, colocando-se uma maniva-semente por cova. A seleção de manivas-semente, o espaçamento e o controle de plantas daninhas seguiu as orientações do Trio da Produtividade na Cultura da Mandioca, segundo Alves et al. (2008). Durante os 150 primeiros dias da cultura da mandioca, realizaram-se duas capinas para o controle de plantas daninhas. Foi feita adubação das plantas de ingazeiro e mandioca com rocha fosfatada na dosagem de 100 g por planta por ocasião do plantio. A colheita da mandioca foi efetuada aos 15 meses de idade, avaliando-se as produtividades de raízes de 16 plantas em quatro amostragens por parcela.

Após a formação do bosque de ingazeiro e depois de um período de pousio de 1 ano, as leguminosas receberam uma poda a 1,5 m de altura e sua massa verde foi picada com uso de foice ou facão e espalhada na área como cobertura morta. Imediatamente foi feito o segundo plantio da mandioca. Durante o desenvolvimento da mandioca foram feitas podas nos ingazeiros que rebrotavam para evitar o sombreamento da cultura da mandioca, espalhando-se a massa verde nas entrelinhas da cultura. Tomou-se o cuidado na execução dessa poda a fim de manter alguns ramos verdes nas plantas de ingazeiro, para evitar sua mortalidade.

Foi observado o tempo em que a copa dos ingazeiros se tocaram para o fechamento do bosque e anotada a cubagem da lenha, massa verde e seca produzida pelo sistema. Foi efetuada uma análise financeira para estudo do custo de implantação do sistema.

Obtenção de boa safra de mandioca manejaando biomassa de ingazeiro

Após 2 anos de implantação do jardim de reciclagem, as copas dos ingazeiros plantados no arranjo espacial de 5 m x 5 m estavam unidas, cobrindo toda a área, já permitindo o início do período de pousio (Figura 3).

Foto: Raimundo Nonato Brabo Alves



Figura 3. Pomar de ingá no espaçamento de 5 m x 5 m, aos 2 anos de idade, pronto para a poda e posterior plantio de mandioca.

No espaçamento de 10 m x 10 m, as copas ainda não estavam unidas, cobriam apenas 60% da área (Figura 4). Deste modo, o menor espaçamento foi mais favorável, não só pelo menor tempo necessário para cobrir o solo, como pela facilidade de manejo por ocasião da poda, em razão do menor porte das plantas, cuja altura média era de 3,5 m, enquanto no espaçamento de 10 m x 10 m a altura média foi de 6 m.

Foto: Raimundo Nonato Brabo Alves



Figura 4. Pomar de ingá no espaçamento de 10 m x 10 m, aos 2 anos de idade, cobrindo cerca de 60% da área.

A Figura 5 apresenta a área preparada manualmente com a poda do ingazeiro realizada e a copa das árvores picotadas e secas cobrindo o solo pronto para plantio da mandioca. A Figura 6 apresenta a cubagem da lenha, estimada em $50 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$. O cultivo dos ingazeiros neste sistema de jardim de reciclagem permite a produção de matéria orgânica para o solo e produção de lenha, matéria-prima escassa em várias regiões do estado do Pará. A lenha se destaca como a principal fonte de energia utilizada pelos agricultores familiares da região do Baixo Tocantins para fabricação de farinha. No Nordeste Paraense 61,3% dos agricultores de três comunidades nos municípios de São Domingos do Capim e Mãe do Rio também utilizam a lenha para fabricação de farinha e cocção de alimentos (Lopes, 2006).



Foto: Moisés Modesto

Figura 5. Área preparada com a poda dos ingazeiros a 1,5 m de altura, pronto para o plantio de mandioca, no município de Moju, PA.



Figura 6. Lenha produzida pelos ingazeiros aos 3 anos de idade, no município de Moju, PA.

Com a eliminação do uso do fogo e o manejo da biomassa das árvores de ingazeiro que ficou preservada na área como cobertura de solo, reduziu-se a emissão em média de 20 t de carbono para a atmosfera, considerando que o teor de carbono oscila entre 45% e 50% do total da biomassa seca (Lemos et al., 2010). Esse sistema, se adotado por um grande número de agricultores familiares, poderá contribuir para o atingimento da meta do Brasil de redução das emissões de GEE, como tecnologia de agricultura de baixo carbono (ABC).

Neste 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. A produtividade média de mandioca como cultura intercalar nos dois espaçamentos do ingazeiro foi de 24 t ha⁻¹. A análise financeira demonstra a viabilidade do sistema proposto (Tabela 2). Quando a densidade de ingazeiro por hectare é de 400 plantas (espaçamento de 5 m x 5 m), que foi o tratamento mais eficiente para cobertura do solo, a margem bruta é de R\$ 896,46 e a relação benefício/custo de 1,30, o que significa que, para cada real aplicado no sistema, retorna na colheita da mandioca no primeiro ano R\$ 1,30. No sistema com cem plantas de ingazeiro por hectare, a margem bruta é de R\$ 979,53 e a relação benefício/custo é de 1,34.

Tabela 2. Análise financeira da produtividade média em raiz ($t\ ha^{-1}$) de mandioca em função de diferentes densidades de plantas de ingá, aos 15 meses de idade, no município de Moju, PA, no ano de 2009.

Indicador econômico	Plantas de ingá/ha	
	5 m x 5 m	10 m x 10 m
Produtividade (t/ha)	24	24
Receita bruta (R\$) ⁽¹⁾	3.840,00	3.840,00
Custo operacional (R\$)	2.943,54	2.860,47
Margem bruta (R\$)	896,46	979,53
Relação benefício/custo (B/C)	1,30	1,34
Ponto de nivelamento (R\$)	122,65	119,19
Ponto de nivelamento (t)	18,4	17,9
Margem de segurança (%)	(23,35)	(25,51)

⁽¹⁾ Preço da tonelada de raiz de mandioca: R\$ 160,00.

A produção de mandioca na palhada da biomassa de ingazeiros (Figura 7) potencializa-se como uma alternativa para produção em áreas degradadas na Amazônia, podendo inclusive avançar para a implantação de SAF sequencial, pois, além da receita auferida com a cultura da mandioca no primeiro ano, adiciona-se a receita com a venda de lenha e/ou fabricação de carvão e posteriormente das espécies frutíferas perenes que poderão ser introduzidas no sistema (açaizeiros, cupuacuzeiros, bananeiras, pupunheiras, laranjeiras, castanheiras, entre outras), mantendo-se a biodiversidade com conservação de solo.



Foto: Moisés Modesto

Figura 7. Mandioca sendo cultivada, após a poda do ingazeiro, em Moju, PA.

Considerações finais

A formação do jardim de reciclagem de ingá tanto no espaçamento de 5 m x 5 m, quanto no espaçamento de 10 m x 10 m, com a mandioca como cultura intercalar, demonstra ter viabilidade econômica. A densidade de 400 plantas de ingazeiro por hectare (espaçamento de 5 m x 5 m) é mais recomendável por permitir uma cobertura de solo a partir do segundo ano, facilitando o manejo da leguminosa por ocasião das podas e menor presença de plantas concorrentes na área, mesmo com margem bruta de R\$ 896,46 e relação benefício/custo de 1,30, o que significa que para cada real aplicado no sistema, retorna na colheita da mandioca no primeiro ano R\$ 1,30.

Referências

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: resumos. Brasília, DF: ABIPTI, 2008. 1 CD-ROM.

FALES, I. C.; VEIGA, J. B. Solo e as pastagens cultivadas. In: PEIXOTO, A. M.; MOURA, J. C.; FARIA, V. P. **Pastagens na Amazônia**. Piracicaba: FEALQ, 1986. p. 1-26.

LEMOS, A. L. F.; VITAL, M. H. F.; PINTO, M. A. C. As florestas e o painel de mudanças climáticas da ONU. **BNDES Setorial**, n. 32, p. 153-192, 2010. Disponível em: <http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/bnset/set32105.pdf>. Acesso em: 05 mar. 2013.

LOPES, B. M. **Uso da capoeira na extração de lenha**: em três comunidades locais no pólo Rio Capim do PROAMBIENTE – PA. 2006. 99 f. Dissertação (Mestrado em Agriculturas Familiares e Desenvolvimento Sustentável) – Universidade Federal do Pará, Embrapa Amazônia Oriental, Belém, PA. Disponível em: <<http://www.repositorio.ufpa.br:8080/jspui/handle/2011/1709>>. Acesso em: 27 ago. 2012.

LOPES, O. M. N.; CELESTINO FILHO, P. **Plantio direto de feijão Phaseolus sobre a palhada da leguminosa Guandu na agricultura familiar da Transamazônica**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2003. 4 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Comunicado técnico, 81).

LOPES, O. M. N.; ALVES, R. N. B. **Adubação verde e plantio direto**: alternativa de manejo agroecológico para produção agrícola familiar sustentável. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2005. 34 p. il. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 212). Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/62424/1/DOCUMENTOS-212-Embrapa-A-Oriental.pdf>>. Acesso em: 08 mar. 2017.

MAAR, J. H. Justus Von Liebig 1803-1873. Parte 1: vida, personalidade, pensamento. **Química Nova**, v. 29, n. 5, set./out. 2006. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_artt_ext&pid=S0100-40422006000500039>. Acesso em: 27 abr. 2015.

MOURA, E. G. de; AGUIAR, A. das C. F. **Plantio direto na palha de leguminosas em aléias, uma alternativa agroecológica para a agricultura familiar do trópico úmido**. São Luiz: FAPEMA, 2007.

PALM, C. A.; SANCHES, P. A. Decomposition and nutrient release patterns of the leaves of tree tropical legumes. **Biotropica**, v. 22, n. 4, p. 330-338, 1990.

RAMOS, L. B. de O.; LOCATELLI, M.; CARVALHO, J. O. M. de; VIEIRA, A. H.; AZEVEDO, M. dos S. F. R. de. Produção de biomassa para cultivo em "alley cropping" sob condições de Latossolo amarelo em Porto Velho – RO. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 2, n. 2, out. 2007.



ADUBAÇÃO VERDE E PLANTIO DIRETO: alternativas de manejo agroecológico para a produção agrícola familiar sustentável

*Otávio Manoel Nunes Lopes
Raimundo Nonato Brabo Alves*

Introdução

O processo de uso da terra baseado no preparo de área para uso agrícola via derruba e queima de floresta ou capoeira vem sendo perpetuado no tempo sem o mínimo aspecto de sustentabilidade para o meio ambiente amazônico, econômico e social para o abastecimento da população pelos produtos originados da exploração desse recurso natural.

Um sistema de uso da terra é sustentável quando a produtividade é economicamente adequada e o uso da terra propriamente dito é ecologicamente aceitável, socialmente justo e culturalmente viável (National Academy of Sciences, 1984). No caso da Amazônia, nenhum desses pilares de sustentabilidade é compatível com a agricultura altamente migratória e predatória praticada até hoje.

A carência de infraestrutura de fatores de produção é determinante para a não sustentabilidade dos sistemas de uso da terra praticados, no entanto, ênfase especial deve-se creditar ao baixo nível socioeconômico e cultural dos agricultores familiares, que, em consequência, não dispõem de meios para a intensificação do uso da terra mediante o uso de insumos modernos que condicionam a adoção de sistemas de produção conservacionistas e de alta produtividade, com uso de mecanização agrícola apropriada, corretivos agrícolas e fertilizantes químicos.

Por essas razões, as alternativas sustentáveis de uso da terra propostas neste trabalho têm por objetivo difundir modelos adequados à pequena produção familiar no contexto da agricultura orgânica, com ênfase especial ao manejo de leguminosas herbáceas e arbustivas em sistemas de produção de culturas anuais e perenes, por serem socialmente justas, e econômica, ecológica e culturalmente viáveis ao público a que se destinam.

Sistema de produção da agricultura familiar no trópico úmido

O trópico úmido, onde se insere o estado do Pará, segundo conceitos geográficos e climatológicos, é a região do globo terrestre compreendida entre os Trópicos de Câncer e de Capricórnio, com altos índices de pluviosidade, elevada temperatura e alto percentual de umidade relativa do ar, grande intensidade de radiação solar e cobertura predominantemente por florestas perenifólias de folhas largas. Tais condições climáticas seriam assim favoráveis a uma alta produtividade agrícola. Entretanto, a realidade mostra o contrário, a produtividade agrícola da Amazônia é insuficiente, visto que o abastecimento da população é realizado na maior parte via importação de produtos agrícolas de outras regiões brasileiras.

São inúmeras as causas dessa dependência externa, podendo-se citar como exemplo a baixa fertilidade natural dos solos. No entanto, as mais importantes são o baixo nível socioeconômico e educacional dos agricultores e a carência de infraestrutura básica de fatores de produção como transporte, armazenamento, crédito, educação, saúde, posse da terra, assistência técnica e agroindústria.

Esses fatores, em conjunto, fazem com que a pequena agricultura familiar na Amazônia seja rudimentar e incipiente, ocupando área expressiva que, aos poucos, está sendo substituída extensivamente pela pecuária e pela agricultura empresarial.

O principal sistema de agricultura praticado na região é o do roçado, que consiste no preparo de área por meio da derruba da mata ou capoeira, queima e coivara. Nesse sistema, os nutrientes contidos nas cinzas resultantes da queima da vegetação são incorporados ao solo, ocorrendo uma fertilização natural que possibilita maior produtividade de culturas nos primeiros anos, passando a declinar, geralmente, a partir do segundo ano de cultivo. A queda na produtividade é causada, principalmente, pela perda gradual da fertilidade do solo, por causa dos nutrientes retirados pelas colheitas ou perdidos por lixiviação ou por erosão.

A partir daí, a área é abandonada e mantida em pousio, que no passado variava de 8 a 12 anos, após o qual, o agricultor, novamente, preparava a área por meio da derruba e queima da capoeira regenerada, reiniciando o ciclo que vem sendo perpetuado no tempo, contribuindo para a ampliação de

áreas alteradas e áreas degradadas (Lima, 1954; Penteadó, 1967). Hoje esse pousio encurtou para 4 a 6 anos, devido ao aumento da população regional e das restrições ambientais para queimar novas áreas, contribuindo ainda mais para obtenção de menores rendimentos, resultando em mais degradação ambiental e desequilíbrio econômico e social.

Essa forma de uso da terra e de agressão ao meio ambiente vem sendo realizada há mais de 500 anos, bem antes do Descobrimento do Brasil, pelas populações autóctones, e persiste até os dias de hoje na agricultura familiar das regiões tropicais úmidas, especialmente na Amazônia, enquanto em regiões e países desenvolvidos a produtividade agrícola é extraordinária em razão da adoção de tecnologias modernas de alta precisão, viabilizada pela disponibilidade dos fatores de produção mencionados anteriormente e de recursos financeiros por parte dos produtores.

Considerando esta realidade, a alternativa mais viável para os agricultores familiares iniciarem um processo de uso mais adequado de manejo do solo e adoção de tecnologia mais sustentável de produção agrícola adequada a sua realidade econômica e cultural seria a utilização de 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 de 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.

É de domínio público, que, em algumas regiões do País, como Sul e Sudeste, onde existiam solos férteis, o uso intensivo e inadequado do solo gerou a degradação da matéria orgânica, causando profundas alterações nas propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, provocando a erosão e a redução da produtividade das culturas. Recentemente, o manejo de solos, com leguminosas ou adubação verde, é uma prática largamente absorvida e em uso pelos agricultores nessas regiões, contribuindo para promover a sustentabilidade dos sistemas agrícolas (Miyasaka et al., 1983; Calegari, 1995).

Na Amazônia, essa prática ainda é incipiente. Os trabalhos de pesquisa apenas recentemente passaram a ser divulgados (Mesa..., 1992; Lopes, 1998a, 1998b, 1998c, 2000a, 2000b, 2000c, 2000d, 2000e; Lopes et al., 1999).

Desgaste acelerado do solo em áreas alteradas

A problemática do sistema de produção da agricultura familiar discutida no item anterior ressalta o aspecto econômico-social como preponderante na baixa produtividade agrícola das regiões tropicais úmidas. Entretanto, aspectos técnicos relacionados ao uso inadequado dos solos também são importantes. Neste sentido, Lopes et al. (1999) avaliaram as perdas de solo e matéria orgânica por erosão hídrica em um Latossolo Amarelo do Nordeste Paraense, no período de 1989 e 1993. Os resultados obtidos nesse trabalho evidenciaram uma perda média anual de 144,5 t/ha de solo e 1.800 kg/ha de matéria orgânica em tratamento com solo descoberto, enquanto em diferentes sistemas de produção, como cultivos anuais de milho, feijão-caupi, mandioca, pimenta-do-reino e pastagem de capim-quicuiu, as perdas médias anuais foram de 35,2 t/ha de solo e 744,4 kg/ha de matéria orgânica.

As perdas de matéria orgânica verificadas nesse trabalho servem para explicar, em parte, o declínio acelerado da fertilidade dos solos amazônicos após pouco tempo de uso sem aplicação de fertilizantes e corretivos. Os Latossolos e Argissolos Distróficos, dominantes na região, apresentam níveis muito baixos de bases no perfil, entretanto, os níveis de nutrientes no horizonte A geralmente são mais elevados que os dos horizontes subjacentes, principalmente por influência da matéria orgânica, que, via de regra, apresenta teores mais elevados nos horizontes superficiais.

Como nesses solos há uma dominância de minerais de argila do tipo 1:1, de baixa atividade (Silva, 1989; Rodrigues et al., 1991; Santos, 1993), a maior parte da capacidade de troca de cátions (CTC) é causada pelo conteúdo de matéria orgânica no solo. Em virtude disso, com a magnitude das perdas de matéria orgânica nos diferentes sistemas de produção estudados, com média anual de 744,4 kg ha⁻¹, em poucos anos de uso, o solo fica exaurido e dependente quase exclusivamente da CTC da fração argila, com valores em torno de 4,5 mmol/dm³ de solo (Lopes et al., 1999). Isto resulta numa baixa capacidade de retenção de nutrientes essenciais ao desenvolvimento de plantas.

Os resultados dessa pesquisa pioneira no estado do Pará vêm reforçar a necessidade de reavaliação das técnicas praticadas até o momento, em que o usual é a correção da acidez do solo com aplicação de corretivos e adubação das culturas com fertilizantes minerais NPK, sem aplicação de adubos orgânicos.

Em médio e longo prazo, essas técnicas de correção da fertilidade do solo não apresentam sustentabilidade. Os nutrientes nativos ou adicionados ao solo, mesmo que estejam em condições propícias de disponibilidade em razão da faixa de pH do solo, para serem absorvidos pelas plantas, precisam ser mineralizados por microrganismos e transformados via reações químicas na presença de condições adequadas de oxigênio, e essa situação ocorre apenas se o solo for bem suprido de matéria orgânica.

A aplicação de matéria orgânica no solo não é uma técnica de fácil adoção, nem mesmo pela agricultura familiar. As técnicas mais conhecidas são a aplicação de esterco de gado e de galinha curtidos ou húmus provenientes de compostagem. Entretanto, a restrição de uso deve-se à grande quantidade recomendada para essa técnica ser eficiente, em torno de 20 t ha^{-1} , o que a torna antieconômica para o agricultor.

Dessa forma, a técnica mais prática e viável seria a utilização de matéria orgânica adicionada ao solo pela biomassa produzida pelo manejo de leguminosas herbáceas e arbustivas em sistemas de cultivos anuais e perenes, pelos seguintes argumentos:

- a) Biológico – aumenta o desenvolvimento de microorganismos, especialmente referentes a bactérias nitrificadoras e micorrizas ampliadoras da absorção de fósforo pelas plantas, refletindo na capacidade produtiva do solo.
- b) Químico – aumenta a capacidade de troca de cátions (nutrientes – CTC), visto conter uma concentração em torno de $150 \text{ mmol}_c/\text{dm}^3$ de solo, enquanto a fração mineral da maioria dos solos encontra-se na faixa de $3 \text{ mmol}_c/\text{dm}^3$ a $5 \text{ mmol}_c/\text{dm}^3$ de solo.
- c) Físico – influi na formação da estrutura do solo, regularizando a sua porosidade e a aeração (oxigênio), permitindo maior permeabilidade e capacidade de retenção de água e nutrientes.

Além da produção e adição de matéria orgânica no solo, o manejo de leguminosas herbáceas e arbustivas também reduz a perda da mesma por erosão. Conforme Lopes et al. (1999), entre diversos sistemas de produção avaliados quanto aos efeitos da erosão laminar, merece destaque o tratamento de pastagem de capim-quicuiu, em que as perdas por erosão verificadas foram insignificantes, tanto de solo como de matéria orgânica, sem dados para tratamento estatístico. Isto significa que a excelente cobertura de solo proporcionada pela pastagem é eficiente para a redução dos efeitos nocivos

da erosão hídrica de solo no sistema de produção pecuária e indica que, para os sistemas de produção agrícola, os solos também deveriam ficar permanentemente cobertos. O mesmo trabalho também indica que essa cobertura de solos deveria ser feita por leguminosas arbustivas para cultivos perenes e anuais.

No sistema de cultivo de pimenta-do-reino, até o ano de 1992, as perdas de matéria orgânica em solo sem leguminosa foram em média de $840,84 \text{ kg ha}^{-1}$. A partir de 1993, no tratamento de cultivo de pimenta-do-reino com cobertura de feijão-de-porco, as perdas foram de $412,20 \text{ kg ha}^{-1}$ contra $820,80 \text{ kg ha}^{-1}$ na parcela de pimenta-do-reino sem cobertura com leguminosa. Este efeito positivo da cobertura do solo também foi observado no sistema de produção de cultivos anuais, nos anos de 1991 e 1992, em que as perdas de matéria orgânica foram de $126,50 \text{ kg ha}^{-1}$ e $130,20 \text{ kg ha}^{-1}$, respectivamente, sendo as menores do período estudado, em virtude de que, nestes anos, o solo ficou em pousio com a leguminosa *Pueraria phaseoloides*, que promoveu excelente cobertura do solo.

As leguminosas têm sido estudadas no Brasil, principalmente pelo Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), em São Paulo e pelo Instituto Agrônomo do Paraná (Iapar), objetivando avaliar os efeitos do manejo dessas plantas na fertilidade de solos e na adubação verde de diversas culturas.

No estado do Pará, no âmbito da produção agrícola familiar, os efeitos mais importantes da utilização das leguminosas herbáceas e arbustivas no sistema produtivo poderiam ser aplicados ao controle de invasoras, também conhecidas como plantas daninhas, plantas infestantes, mato, entre outros, com reflexos significativos na redução de custos de produção, principalmente da mão de obra contratada ou na liberação da mão de obra familiar.

Esse avanço tecnológico seria de fundamental importância, visto que um dos principais fatores limitantes do desenvolvimento da agricultura familiar é o grande empenho de mão de obra nas operações de controle de invasoras, fato que impede o agricultor de cultivar áreas maiores e, por conseguinte, de obter maior produção e retorno econômico, a fim de possibilitar a elevação do seu padrão de vida.

Potencial de leguminosas na manutenção da fertilidade do solo

Na região Nordeste Paraense, o comportamento de algumas leguminosas vem sendo estudado por Lopes (1998a, 1998b). O solo, objeto destes trabalhos, foi a areia quartzosa (Neossolo), cujas características são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1. Características físicas e químicas de areia quartzosa, na profundidade de 0 cm a 20 cm, em Tracuateua, PA.

Características químicas						Características físicas		
pH	MO	Ca+Mg	K	Al	P	Areia	Silte	Argila
	g/dm ³	mmol/dm ³			mg/dm ³	%		
3,8	16,3	0,4	0,07	1,0	1,0	89	7	4

Em virtude do baixo potencial químico, o solo foi corrigido com aplicação de 2 t ha⁻¹ de calcário dolomítico, 30 dias antes do plantio das leguminosas, e foi realizada a adubação química, correspondente a 200 kg ha⁻¹ da fórmula comercial NPK 4:30:16 + Zn. A produção de biomassa das leguminosas estudadas é demonstrada na Tabela 2.

Tabela 2. Produção⁽¹⁾ de massa verde e seca de leguminosas em solo corrigido e adubado, em Tracuateua, PA, em 1996.

Leguminosa	Massa verde (t/ha)	Massa seca (t/ha)	Idade ⁽²⁾ (meses)
Feijão-de-porco	34,0	6,4	3-6
<i>Chamaecrista</i>	92,6	25,1	4-7-14
Guandu	12,6	5,5	6
Mucuna-preta	16,6	2,5	3
Mucuna-anã	10,0	2,0	2
<i>Crotalaria spectabilis</i>	16,7	3,0	3
<i>Crotalaria juncea</i>	19,7	4,8	2-4

⁽¹⁾ Os dados de produção referem-se ao somatório dos cortes.

⁽²⁾ Idade de corte das plantas, realizado no período de floração. As idades de cortes diferentes referem-se a diferentes períodos de floração de cada leguminosa.

As espécies *Pueraria phaseoloides* e *Desmodium ovalifolium*, também avaliadas no trabalho, tiveram um desenvolvimento muito fraco, permitindo a proliferação de mato nas parcelas, sendo, por essa razão, descartada a obtenção de dados dessas leguminosas. Verifica-se que as mais altas produções foram alcançadas pelas leguminosas *Chamaecrista* e feijão-de-porco, além de promoverem o maior grau de cobertura do

solo, em cerca de 80% para o feijão-de-porco e 100% para *Chamaecrista*, e excelente capacidade de regeneração após corte. Na Tabela 3, é mostrado o potencial de reciclagem de nutrientes contidos na matéria seca das leguminosas estudadas.

Tabela 3. Concentração e quantidade⁽¹⁾ acumulada de nutrientes na matéria seca de leguminosas, em solo corrigido e adubado. Tracuateua, PA, 1996.

Leguminosa	N		P		K		Ca		Mg	
	g/dm ³	kg/ha	g/dm ³	kg/ha	g/dm ³	kg/ha	g/dm ³	kg/ha	g/dm ³	kg/ha
Feijão-de-porco	33,8	216	3,1	20	6,7	43	11,0	70	7,9	51
Guandu	14,0	82	2,3	13	3,8	21	3,3	18	2,0	11
Mucuna-preta	38,6	97	3,0	8	17,2	43	7,1	18	1,8	5
Mucuna-anã	40,3	81	4,8	10	11,6	23	11,4	23	5,7	11
<i>Chamaecrista</i>	28,0	703	2,5	63	16,0	402	6,9	173	2,8	70
<i>Crotalaria juncea</i>	14,7	71	2,2	11	3,6	17	9,9	48	7,0	34
<i>Crotalaria spectabilis</i>	23,3	70	2,8	8	5,8	17	17,3	52	8,0	24

⁽¹⁾ Obtida na massa seca apresentada na Tabela 2.

Observa-se, entre as leguminosas avaliadas, que o feijão-de-porco e a *Chamaecrista* possuem os maiores potenciais de reciclagem de nutrientes no solo, especialmente a *Chamaecrista*, totalizando, em apenas 14 meses, um aporte de 703 kg ha⁻¹ de nitrogênio e 402 kg ha⁻¹ de potássio, permitindo indicá-la como uma das mais eficientes leguminosas para uso em adubação verde. As leguminosas também foram avaliadas em Areia Quartzosa (Neossolo) sem correção da acidez e sem adubação. Os resultados de produção de biomassa são demonstrados na Tabela 4.

Tabela 4. Produção de massa verde e massa seca de leguminosas em solo sem correção da acidez e sem adubação. Tracuateua, PA, 1996.

Leguminosa	Massa verde (t/ha)	Massa seca (t/ha)	Idade ⁽¹⁾ (meses)
Feijão-de-porco	12,0	2,7	3
<i>Chamaecrista</i>	10,0	2,0	3
Guandu	7,6	2,3	3
Mucuna-preta	8,6	1,0	3

⁽¹⁾ Idade de corte das plantas.

Verificou-se que, no tipo de solo utilizado, sem correção da acidez e sem adubação, as leguminosas mucuna-anã, *Crotalaria juncea* e *Crotalaria spectabilis* não se estabeleceram, mostrando maior exigência em fertilidade do solo. Por sua vez, as leguminosas feijão-de-porco, *Chamaecrista*,

mucuna-preta e guandu evidenciaram alta rusticidade e baixa exigência à fertilidade de solo, apresentando razoáveis produções de biomassa nessas condições. A concentração e quantidade de nutrientes na matéria seca das leguminosas, em solo sem correção da acidez e sem adubação, são demonstradas na Tabela 5.

Tabela 5. Concentração e quantidade de nutrientes na matéria seca de leguminosas, em solo sem correção e sem adubação. Tracuateua, PA, 1996.

Leguminosa	N		P		K		Ca		Mg	
	g/dm ³	kg/ha	g/dm ³	kg/ha	g/dm ³	kg/ha	g/dm ³	kg/ha	g/dm ³	kg/ha
Feijão-de-porco	43,6	118	2,3	6	7,5	20	7,5	20	5,8	16
Guandu	28,5	66	2,1	5	5,1	12	3,7	9	2,1	5
Mucuna-preta	28,3	28	6,1	6	20,5	21	12,8	13	3,1	3
<i>Chamaecrista</i>	14,4	29	2,8	6	5,3	11	8,9	18	3,2	6

Verifica-se que a produção de biomassa (Tabela 4) e a quantidade de nutrientes apresentada na Tabela 5 são inferiores às obtidas em solo corrigido e adubado (Tabelas 3 e 4), entretanto, a adaptação dessas leguminosas em solos de baixíssima fertilidade sem a aplicação de fertilizantes apontam uma alternativa viável em médio e longo prazo para a recuperação e melhoria dos níveis de fertilidade para o tipo de solo utilizado, que é de grande representatividade e de mais baixo potencial da região, especialmente quando utilizado por agricultores com baixo poder aquisitivo para aquisição e uso de corretivos agrícolas e fertilizantes químicos.

Observa-se que a massa seca das leguminosas equivale a uma aplicação razoável de nutrientes ao solo, especialmente de N, K e Ca. Entretanto, essas quantidades não são imediatamente disponíveis às culturas, visto que esses nutrientes estão em forma orgânica, tendo que ser transformados no solo para serem utilizados pelas plantas, principalmente o nitrogênio, que é consumido por bactérias que necessitam dele como fonte de energia para seu desenvolvimento, imobilizando-o temporariamente.

O maior efeito do manejo de solos com leguminosas deve ser considerado em relação ao condicionamento do solo, proporcionado pelo aporte de matéria orgânica, produzida por sua biomassa, incorporada ou aplicada como cobertura morta, possibilitando vantagens no desenvolvimento de microrganismos, refletindo no aumento da capacidade produtiva do solo, aumento da capacidade de troca de cátions e melhoria da estrutura do solo, regularizando a sua porosidade e aeração, permitindo maior permeabilidade e capacidade de retenção de água e de nutrientes.

Efeito de leguminosas na redução de custos de produção na agricultura familiar

A transferência de tecnologia sobre o uso de leguminosas na agricultura tem mostrado como resultado de impacto, junto aos produtores rurais, o efeito dessas plantas no controle de invasoras de todos os sistemas de produção agrícola, causando uma redução no empenho de mão de obra familiar de 60% ou uma considerável redução no custo de produção, no caso de mão de obra contratada.

Lopes (1998c) determinou a redução de custos de mão de obra nas operações de limpeza de área, em um experimento de manejo de cobertura de solos, com a leguminosa feijão-de-porco na cultura da pimenta-do-reino (Tabela 6).

Tabela 6. Relações comparativas de custo da capina tradicional, com cobertura de solo com feijão-de-porco, na cultura da pimenta-do-reino. Tomé-Açu, PA, 1998.

Operação	Unidade	Valor unitário (R\$)	Quantidade	Valor total (R\$)
Capina tradicional (sete capinas)	dH ⁽¹⁾	5,00	128	640,00
Subtotal (1)				640,00
Cobertura com feijão-de-porco				
Sementes	kg	1,50	80	120,00
Plantio	dH	5,00	8	40,00
Capina	dH	5,00	18	90,00
Primeira roçagem	dH	5,00	4	20,00
Segunda roçagem	dH	5,00	4	20,00
Subtotal (2)				290,00
Diferença (1-2)				350,00

⁽¹⁾ dH: dia-homem.

Verifica-se que a cobertura de solo na cultura da pimenta-do-reino utilizando-se a leguminosa feijão-de-porco, em relação à limpeza da área no sistema tradicional, com sete capinas durante o ano, proporciona uma economia de R\$ 350,00 por hectare. No município de Altamira, a leguminosa feijão-de-porco foi utilizada como cobertura de solo no cultivo de pupunha para a produção de palmito. Os resultados são apresentados na Tabela 7.

Tabela 7. Relação de custo da limpeza da área (capina) no sistema tradicional e no sistema de cobertura de solo com feijão-de-porco na cultura da pupunheira. Altamira, PA, 2000.

Operação	Unidade	Valor unitário (R\$)	Quantidade	Valor total (R\$)
Capina tradicional (sete capinas)	dH	10,00	77	770,00
Subtotal (1)				770,00
Cobertura com feijão-de-porco				
Sementes	kg	1,50	80	120,00
Plantio	dH	10,00	4	40,00
Capina (uma capina)	dH	10,00	11	110,00
Primeira roçagem	dH	10,00	2	20,00
Segunda roçagem	dH	10,00	2	20,00
Subtotal (2)				310,00
Diferença (1-2)				460,00

Os coeficientes técnicos mostrados na Tabela referem-se à área de 1 ha.

Fonte: Sistema... (2000).

Observa-se que a cobertura do solo com a leguminosa feijão-de-porco no cultivo de pupunha reduziu o número de capinas na área de sete para apenas uma, promovendo uma economia de R\$ 460,00 por hectare. Considerando-se que o plantio foi realizado em uma área de 56 ha, a redução total de custo com mão de obra foi de R\$25.760,00, representando uma redução no custo de produção de 60%. Esses resultados foram obtidos na condição de um agricultor empresarial em que a mão de obra foi contratada.

No caso da agricultura familiar, é justamente o elevado comprometimento da mão de obra familiar ou o custo decorrente da mão de obra contratada que inibe ou limita o seu desenvolvimento. Dessa forma, com adoção de técnicas liberadoras de mão de obra com a cobertura viva de solos com leguminosas herbáceas ou arbustivas, o produtor rural familiar poderia usá-la na realização dos tratos culturais necessários para o aumento da produtividade das culturas e ampliação da área cultivada, possibilitando o maior retorno econômico da atividade agrícola e elevação do padrão de vida da família rural.

No município de Anapu, agricultores localizados do Km 73 ao Km 120 da Rodovia Transamazônica, no trecho Altamira-Pacajá, plantaram, em 2001, a leguminosa guandu em consórcio com café, pimenta-do-reino, cacau e cupuaçu, com o objetivo de proporcionar a essas plantas a necessária sombra parcial provisória, bem como reduzir custos de produção em virtude da economia de mão de obra nas operações de capina para controle de mato. O resultado desejado foi plenamente alcançado em todas as culturas,

especialmente no cultivo de cacau, visto ser o de maior representatividade na região e a cobertura do solo com leguminosa guandu representar uma alternativa à recomendação de sombreamento provisório, até então exclusivamente realizado com a bananeira.

Em cultivos anuais, em Irituia, PA, a leguminosa feijão-de-porco foi consorciada com milho também em área de produtor (Galvão et al., 1998). O feijão-de-porco teve excelente desenvolvimento vegetativo e proporcionou uma cobertura uniforme do solo, o que despertou o interesse dos produtores envolvidos no trabalho, tendo em vista que durante o período em que o milho esteve em campo, consorciado com essa leguminosa, a capina de manutenção não se fez necessária, enquanto nas demais parcelas houve a necessidade da efetivação de uma capina. No monitoramento da fertilidade do solo realizado nesse trabalho, foi evidenciado que a adubação química refletiu no aumento dos teores de P e K no solo, sendo maior nos tratamentos em que o milho foi consorciado com a leguminosa feijão-de-porco.

Efeito da formação de palhada da leguminosa guandu no plantio direto para a agricultura familiar

Na discussão acima, foram apresentadas características, uso e efeito de algumas leguminosas em cobertura de solos em cultivos perenes. Outro papel importante dessas plantas é o uso em rotação de culturas. Neste aspecto, desponta como de fundamental importância, especialmente para a agricultura familiar, o sistema de plantio direto para a produção de mandioca e grãos sobre a palhada de leguminosas. Para esta finalidade, a leguminosa deve ter como característica principal, uma elevada relação carbono/nitrogênio, como maior quantidade de celulose e lignina, a fim de que sua decomposição sobre o solo seja mais lenta e, por conseguinte, tenha maior aporte de matéria orgânica.

Entre as leguminosas estudadas, foi selecionada a guandu (*Cajanus cajan*), em razão de possuir as características mencionadas acima. O teste foi realizado no município de Altamira, região da Transamazônica, em um Nitossolo Vermelho Distrófico (terra roxa estruturada), com propriedades físicas deterioradas por processos de compactação causada por uso excessivo de mecanização agrícola.

A leguminosa foi plantada em janeiro de 2000, no espaçamento de 0,50 m x 0,50 m, e conduzida até maio de 2001, quando atingiu 2,0 m de altura. Foi realizado o corte das plantas com terçado na base, com produção de biomassa de 35 t ha⁻¹ de massa verde, correspondente a 10 t ha⁻¹ de massa seca sobre o solo.

Sobre a palhada foi realizado o plantio direto de feijão *Phaseolus vulgaris* variedade Carioca, no espaçamento de 0,50 m x 0,30 m, com máquina tico-tico. Dois meses após, realizou-se a colheita obtendo-se 1.399 kg ha⁻¹ em solo adubado com 150 kg ha⁻¹ da fórmula NPK 10-28-20 e 873 kg ha⁻¹ em solo sem uso de fertilizante. Para comparação, realizou-se o plantio de feijão no sistema convencional, obtendo-se 664 kg ha⁻¹ em solo que recebeu a mesma adubação mencionada acima e 352 kg ha⁻¹ em solo não adubado (Lopes; Celestino Filho, 2003).

Esses resultados mostram o efeito que a palhada de guandu causou ao solo e, por conseguinte, a resposta da cultura do feijão em termos de aumento de produtividade (873 kg ha⁻¹), que foi de 31% em relação à testemunha em solo adubado e 148% em relação à testemunha sem adubação. Os resultados das testemunhas são coerentes com os dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), que, apesar de apresentar produtividade média de 650 kg ha⁻¹ para a região da Transamazônica, registram médias de 283 kg ha⁻¹ para o município de Brasil Novo, 309 kg ha⁻¹ para o município de Uruará e 490 kg ha⁻¹ para o município de Medicilândia. Dessa forma, os resultados obtidos no emprego do método de plantio direto de feijão *Phaseolus* sobre a palhada de leguminosa guandu se constituem em uma alternativa importante para os produtores de feijão da região.

Esses resultados se justificam por causa das transformações ocorridas no solo, principalmente quanto aos efeitos da matéria orgânica aplicada e pela decomposição da palhada da leguminosa guandu, que melhorou a camada superficial do solo, promovendo a diminuição da compactação e recompondo a estrutura, permeabilidade, aeração e retenção de água e de nutrientes.

Ressalta-se que o plantio do feijão *Phaseolus* na Amazônia enfrenta problemas fitossanitarios, especialmente com a doença conhecida como mela, sendo uma das causas da baixa produtividade. Sendo o patógeno um fungo de solo, infere-se que a cobertura deste pela palhada de guandu impede a propagação do fungo para as folhas do feijoeiro, pelo impedimento dos respingos das gotas de chuva diretamente no solo. Na parcela de plantio de feijão sobre a palhada de guandu não ocorreu a mela, enquanto no plantio convencional a

doença se fez presente. Tendo-se como objetivo principal avaliar o efeito da leguminosa sobre o solo, realizou-se a sua amostragem apenas nas condições sem adubação química, cujos resultados estão apresentados na Tabela 8.

Tabela 8. Resultado de análise de solo na profundidade de 0 cm–20 cm de terra roxa estruturada sob sistema de plantio direto de feijão *Phaseolus* sobre a palhada da leguminosa, em Altamira, PA.

Amostra		I	II	III	IV	Média	Testemunha
pH	água	4,8	5,1	5,0	5,0	5,0	5,4
CO	g/dm ³	18,4	24,3	18,7	19,9	20,3	11,2
MO		31,6	41,7	32,2	34,3	35,0	19,3
P	mg/dm ³	1,0	1,0	1,0	2,0	1,2	1,0
K		139,0	127,0	65,0	108,0	109,7	67,0
Ca		24,0	30,0	32,0	32,0	29,5	24,0
Ca+Mg		31,0	36,0	40,00	41,0	37,0	32,0
Al		0,0	0,0	1,0	1,0	0,5	0,0
H+Al	mmol/dm ³	59,0	53,0	54,0	54,0	55,0	43,0
SB		36,0	40,0	43,0	45,0	41,0	35,0
T		95,0	93,0	97,0	99,0	96,0	78,8
V		%	38,0	43,0	44,0	45,0	42,5

Sistema adaptado para agricultura familiar.

Os resultados analíticos evidenciam o efeito melhorador da palhada de guandu decomposta sobre o solo, de modo menos significativo em termos de elevação do pH, P, Ca, Al, SB, CTC (T) e saturação de bases (V), entretanto, o efeito foi bastante significativo em termos de aumento na concentração de K e no teor de matéria orgânica (MO) do solo. O teor de matéria orgânica na condição natural (testemunha) no valor de 19,3 g/dm³ passou para uma média de 35,0 g/dm³ nas parcelas com plantio direto.

É neste aspecto que reside o diferencial, a grande importância do efeito da formação e aplicação da palhada de guandu sobre o solo. Acredita-se que esse efeito esteja relacionado à melhoria da camada superficial do solo, promovendo a diminuição da compactação e recompondo a estrutura, aeração, porosidade, permeabilidade e retenção de água e nutrientes. Há carência no setor produtivo do uso de tecnologia agrícola de baixo custo que promova elevação no teor de matéria orgânica do solo na ordem de 15,7 g/dm³, como já verificado anteriormente.

Esses procedimentos de plantio direto para os agricultores familiares permitem uma comparação com os procedimentos de plantio direto para a agricultura empresarial, levados a efeito nas regiões Centro-Oeste, Sul e Sudeste do País. Nesse sistema, são utilizadas, até o momento, as culturas de milho e sorgo, que

são dissecadas com herbicidas para formação da palhada. O plantio das culturas anuais é feito com máquinas agrícolas especializadas para esse fim e são de alto custo financeiro, enquanto, no plantio direto para a agricultura familiar, há a formação da palhada de guandu sem uso de herbicidas e o plantio direto pode dispensar o uso de mecanização agrícola, permitindo, assim, ser o sistema prático e econômico para o nível atual da grande maioria dos agricultores familiares estabelecidos em condições semelhantes às descritas acima.

No entanto, a adoção dessa tecnologia possibilitará a substituição do ciclo de agricultura de derruba e queima (agricultura nômade ou itinerante) que vem sendo perpetuado no tempo pelos agricultores familiares. O efeito efêmero de fertilização que as cinzas da vegetação queimada promovem ao solo será substituído pelo efeito da aplicação de matéria orgânica produzida pela decomposição da palhada da leguminosa guandu no plantio direto.

Plantio direto x agricultura sem queima

O plantio direto na palhada de leguminosas pode ser a alternativa, visto basear-se em conceitos orgânicos, em que a construção da fertilidade do solo tem como prioridade o suprimento constante de matéria orgânica, cujos efeitos se reverterão na recuperação e/ou melhoria das propriedades físicas do solo, como por exemplo, reestruturação do solo, diminuição da densidade/compactação, aumento da porosidade/aeração e maior permeabilidade/drenagem do solo. A melhoria desses indicadores condiciona a elevação da produtividade das culturas em virtude de possibilitar um melhor e maior desenvolvimento do sistema radicular das plantas, que, por sua vez, garante maior absorção de água e nutrientes nativos do solo.

Na prática de agricultura sem queima utilizando o método de plantio direto, o tamanho da área de plantio será duplicado, sendo metade da área destinada ao plantio das culturas anuais no sistema tradicional e a outra metade destinada à área de pousio com o plantio da leguminosa guandu. No período de estiagem, as plantas irão frutificar e suas sementes serão utilizadas para fomentar o sistema e como suplementação alimentar às criações de galinhas caipiras.

No ano seguinte, na área anteriormente ocupada com culturas anuais no sistema tradicional, será feito o plantio da leguminosa guandu como uma nova área de pousio e na área de pousio anterior com 1 ano de idade será feito o corte rente ao solo das plantas, seguindo-se o plantio direto das culturas anuais sobre a palhada da leguminosa.

A partir do terceiro ano, serão realizadas as alternâncias entre as áreas de pousio e de culturas anuais, tendo-se o cuidado de realizar as rotações de culturas, ou seja, na área onde o primeiro plantio direto foi de milho, o segundo será de feijão, o terceiro de arroz, o quarto de mandioca e assim sucessivamente.

Além da rotação entre as culturas anuais, deverá ser feita também a rotação entre as leguminosas produtoras de biomassa para a formação de palhada, como por exemplo, *Acacia mangium*, ingá e *Chamaecrista rotundifolia*, que, em trabalhos exploratórios, plantadas no espaçamento de 0,50 m x 0,50 m, produziram aos 10 meses de idade 98,0 t ha⁻¹ de massa verde e 37,8 t ha⁻¹ de massa seca, 160,0 t ha⁻¹ de massa verde e 68,0 t ha⁻¹ de massa seca e 40,0 t ha⁻¹ de massa verde e 15,0 t ha⁻¹ de massa seca, respectivamente, mostrando assim, excelente potencial para uso em plantio direto adaptado à agricultura familiar.

A prática de desmatamento e queima da vegetação nativa feita anualmente pelo agricultor familiar, em síntese, é para realizar o plantio das culturas de rendimento em solo fertilizado pelos nutrientes contidos nas cinzas da biomassa queimada. Com a adoção do plantio direto agroecológico, o solo será anualmente fertilizado pela biomassa das leguminosas utilizadas e aportadas ao solo como palhada, cuja decomposição reciclará os nutrientes e matéria orgânica ao solo, favorecendo a manutenção e/ou elevação da produtividade das culturas. Dessa forma, o agricultor familiar não precisará mais desbravar novas áreas, visto que o seu sistema de produção, a partir da adoção do plantio direto agroecológico, será feito sempre na mesma área, sendo, portanto, considerado como uma alternativa de roça sem fogo.

O desenvolvimento dessa tecnologia configura-se na sustentabilidade de um sistema de produção coerente com a realidade socioeconômica e cultural atual da grande maioria dos agricultores familiares. A partir da adoção desse avanço tecnológico, espera-se que, em um curto espaço de tempo, o agricultor familiar tenha maior área explorada com proporcional retorno econômico, o que lhe dará acesso à adoção de tecnologias mais competitivas como a utilização de corretivos agrícolas e fertilizantes químicos, contribuindo mais decisivamente para o desenvolvimento da produção agrícola familiar.

Uso de leguminosas na alimentação humana e animal

As sementes das leguminosas dos gêneros *Phaseolus* e *Vigna*, conhecidas como feijão, são a base alimentar de grande parte da população mundial.

Entretanto, as sementes das leguminosas utilizadas na agricultura como adubação verde são pouco conhecidas, principalmente na alimentação humana, excetuando-se a leguminosa guandu, que se constitui alimento usual na Índia e na África Tropical, consumido como hortaliça de grão. No Brasil, a utilização alimentar é maior nas regiões de concentração africana, como no Nordeste (andú) e no Rio de Janeiro (guandu). A forma de consumo mais frequente é no estágio “verde” (fisiologicamente maduro, mas ainda não seco), preparado como virado ou com frango.

Presta-se para a substituição das ervilhas verdes em qualquer prato, sendo inclusive enlatado na América Central. A leguminosa guandu, quando seca, concentra substâncias amargas nas cascas das sementes, que devem ser eliminadas. A retirada das cascas ou o descarte da água de cozimento são os processos empregados na Índia e no Nordeste brasileiro, respectivamente, sendo ambos considerados satisfatórios.

Na pecuária, as leguminosas são muito utilizadas como forrageiras na suplementação de proteínas para a criação de bovinos, sendo mais usadas as leguminosas dos gêneros *Stilozanthes*, *Centrozema* e *Pueraria*. Entretanto, a maior importância do uso de leguminosas como alimentação animal deve ser considerada no âmbito da agricultura familiar, na qual os pequenos produtores têm a criação de galinha caipira como fonte de subsistência em carne animal e a alimentação dessas aves é realizada basicamente por milho, que poderia ser bastante melhorada se o milho fosse misturado com grãos da leguminosa guandu. O milho possui, em média, 10% de proteína e a leguminosa guandu 25,9% de proteína, sendo, portanto, um alimento fundamental a ser associado ao milho, especialmente em vista de poder ser consumido cru.

No Brasil, os resultados experimentais têm confirmado as expectativas, tanto em relação à produção para alto consumo como comercial. Em estudo conduzido cooperativamente pelo Iapar e pela Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural (Emater) do Paraná, na região de Ivaiporã (Khatounian, 1991), nas condições dos agricultores, a produção de ovos e carne de galinha/frangos caipiras foi multiplicada por cinco quando a ração de milho exclusiva foi substituída pela mistura de 67% de milho com 33% de guandu.

Estes resultados sugerem a necessidade da introdução da leguminosa guandu e de outras no sistema de produção da agricultura familiar, em virtude do benefício/custo dessas leguminosas, que, além de controlar as invasoras nas plantações e manter e/ou elevar a fertilidade do solo, ainda podem ser usadas na alimentação de pequenos animais, especialmente galinhas caipiras, que é a base de alimentação proteica dos pequenos agricultores familiares.

Considerações finais

Os pequenos agricultores familiares poderiam melhorar as propriedades químicas, físicas e biológicas com a incorporação de biomassa nos solos cultivados. Dependendo das características de solo e clima, as leguminosas devem ser experimentadas em virtude de sua adaptação e de seu potencial de produção de biomassa, que, dependendo da espécie cultivada, pode variar de 2 t ha⁻¹ a 25 t ha⁻¹ de massa seca, conforme os resultados obtidos na pesquisa. O cultivo de feijão na palhada de leguminosa pode ser utilizado como um método de controle sobre a mela, doença que afeta drasticamente a produção do feijoeiro. O manejo de leguminosas na pequena produção familiar pode ser um método eficaz no controle de plantas invasoras.

Referências

CALEGARI, A. **Leguminosas para adubação verde de verão no Paraná**. Londrina: IAPAR, 1995. 118 p. (IAPAR. Circular, 80).

GALVÃO, E. V. P.; OLIVEIRA, R. F. de; SOUZA, F. R. S. de; SILVA, J. F. de A. F. da; LOPES, O. M. N.; MENEZES, A. J. A. **Recuperação de área degradada com uso de adubação química e de leguminosas em Irituia, PA**. Belém, PA: Embrapa-CPATU, 1998. 23 p. (Embrapa - CPATU. Boletim de pesquisa, 187).

KHATOUNIAN, C. A. **Sementes de adubos verdes como alimento para o homem, suínos e aves**. Londrina: IAPAR, 1991. (IAPAR. Circular, 69).

LIMA, R. R. **Os efeitos das queimadas sobre a vegetação dos solos arenosos da região da estrada de ferro de Bragança**. Belém, PA: IAN, 1954. 18 p.

LOPES, O. M. N. **Leguminosas para adubação verde na região bragantina, estado do Pará**. Belém, PA: Embrapa-CPATU, 1998a. 5 p. (Embrapa-CPATU. Comunicado técnico, 86).

LOPES, O. M. N. **Feijão-de-porco**: leguminosa para adubação verde e cobertura do solo. Belém, PA: Embrapa-CPATU, 1998b. (Embrapa- CPATU. Recomendações básicas, 37).

LOPES, O. M. N. **Efeito de feijão-de-porco no solo cultivado com pimenta-do-reino**. Belém, PA: Embrapa-CPATU, 1998c. (Embrapa-CPATU. Circular técnica, 74).

LOPES, O. M. N. **Guandu**: leguminosa para controle de mato, adubação verde do solo e alimentação animal. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2000a. (Embrapa Amazônia Oriental. Recomendações técnicas, 10).

LOPES, O. M. N. **Chamaecrista rotundifolia**: leguminosa para controle de mato e adubação verde do solo. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2000b. (Embrapa Amazônia Oriental. Recomendações técnicas, 11).

- LOPES, O. M. N. **Feijão-de-porco**: leguminosa para controle de mato e adubação verde do solo. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2000c. (Embrapa Amazônia Oriental. Recomendações técnicas, 12).
- LOPES, O. M. N. **Crotalaria juncea L. e Crotalaria spectabilis ROTH**: leguminosas para adubação verde do solo e alimentação animal. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2000d. (Embrapa Amazônia Oriental. Recomendações técnicas, 14).
- LOPES, O. M. N. **Mucuna preta Stizolabium aterrimum Piper & Tracy**: leguminosa para controle de mato, adubação verde do solo e alimentação de bovinos. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2000e. (Embrapa Amazônia Oriental. Recomendações técnicas, 15).
- LOPES, O. M. N.; CELESTINO FILHO, P. **Plantio direto de feijão Phaseolus sobre a palhada da leguminosa Guandu na agricultura familiar da Transamazônica**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2003. 4 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Comunicado técnico, 81).
- LOPES, O. M. N.; RODRIGUES, T. E.; OLIVEIRA JÚNIOR, R. C. de. **Determinação de perdas de solo, água e nutrientes em latossolo amarelo argiloso do nordeste paraense**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 1999. 36 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Boletim de pesquisa, 19).
- MESA REDONDA SOBRE RECUPERAÇÃO DE SOLOS ATRAVÉS DO USO DE LEGUMINOSAS, 1991, Manaus. **Trabalhos e recomendações**. Belém, PA: EMBRAPA-CPATU: GTZ, 1992. 131 p. (EMBRAPA-CPATU. Documentos, 67).
- MIYASAKA, S.; CAMARGO, O. A. de; CAVALERI, P. A. **Adubação orgânica, adubação verde e rotação de culturas no Estado de São Paulo**. Campinas: Fundação Cargill, 1983. 138 p.
- NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. **Tropical legumes: resources for the future**. Washington, D. C., 1984. 332 p.
- PENTEADO, A. R. **Problema de colonização e de uso da terra na região bragantina do Estado do Pará**. Belém, PA: UFPA, 1967. v. 1. (Coleção Amazônia. Série José Veríssimo).
- RODRIGUES, T. E.; OLIVEIRA JUNIOR, R. C. de; SILVA, J. M. L. da; VALENTE, M. A.; CAPECHE, C. L. **Caracterização físico-hídrica dos principais solos da Amazônia Legal**. I. Estado do Pará: relatório técnico. Belém, PA: EMBRAPA- SNLCS: FAO, 1991. 228 p. Digitado.
- SANTOS, P. L. dos. **Zoneamento agroclimático da bacia do Rio Candirú-Açú, Pará**. 1993. 153 f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Ciências Agrárias do Pará, Belém, PA.
- SILVA, J. M. L. **Caracterização e classificação de solos do terciário do Nordeste do Estado do Pará**. 1989. 180 f. Tese (Mestrado) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Itaguaí.
- SISTEMA de cobertura de solo com feijão de porco. **A Notícia**, Altamira, PA, 06 jul. 2000. Gerais, p. 6.

MANEJANDO A PLANTA E O HOMEM: o caso dos bacurizeiros nativos no Nordeste Paraense e no Marajó

Alfredo Kingo Oyama Homma
Antônio José Elias Amorim de Menezes
José Edmar Urano de Carvalho

Introdução

O bacuri (Figura 1) é uma das frutas mais populares da região amazônica (Cavalcante, 1996; Daniel, 2004; Homma, 2014). Essa fruta, pouco maior que uma laranja, contém polpa agridoce, rica em potássio, fósforo e cálcio, e é consumida diretamente ou utilizada na produção de doces, sorvetes, sucos, geleias, licores e outras iguarias. Sua casca também é aproveitada na culinária regional e o óleo extraído de suas sementes é usado como anti-inflamatório e cicatrizante na medicina popular e na indústria de cosméticos. O bacurizeiro (*Platonia insignis* Mart.) pode atingir mais de 30 m de altura, com tronco de até 2 m de diâmetro nos indivíduos mais desenvolvidos. Sua madeira, considerada nobre, também tem variadas aplicações. Essa árvore (Figura 2) ocorre naturalmente desde a Ilha de Marajó, na foz do Rio Amazonas, até o Piauí, seguindo a costa do Pará e do Maranhão (Matos et al., 2009).



Foto: Antônio Menezes

Figura 1. Fruto de bacuri para venda.

Foto: Antônio Menezes



Figura 2. Bacurizeiros adultos sem manejo em vegetação secundária no município de Bragança, PA.

A produção atual de polpa de bacuri tem origem basicamente na coleta dos frutos de árvores oriundas de regeneração natural, que escaparam da expansão de povoados, do avanço da agricultura e da pecuária e da extração madeireira no litoral do Pará e do Maranhão nos últimos quatro séculos. No passado, o bacurizeiro foi mais importante como espécie madeireira que como planta frutífera. Sua madeira resistente e de coloração bege-amarelada era muito utilizada na construção de embarcações e de casas, o que ainda é observado em muitas áreas de ocorrência natural (Homma et al., 2010a).

O mercado de frutas amazônicas tinha, até recentemente, consumo local e restrito ao período da safra, mas a crescente exposição da região nos meios de comunicação, no País e no exterior, sobretudo após o assassinato do ambientalista Chico Mendes (1944–1988), chamou a atenção para esses produtos. O aumento da procura pela polpa de bacuri elevou seu valor. O preço por quilo da polpa era R\$ 10,00, em 2005, e o fato de ser comercializado a R\$ 50,00 em 2018 indicou que a produção extrativa não tem condições de atender sequer o mercado local.

Essa maior pressão de demanda teve reflexos nas áreas de ocorrência, induzindo o manejo dos rebrotamentos naturais e o estabelecimento de pomares por agricultores no estado do Pará, em especial da colônia nipo-brasileira de Tomé-Açu. O bacuri, que era uma das “comidas do mato” de Macunaíma, o “herói sem nenhum caráter” do romance modernista (1928) de Mário de Andrade (1893–1945), prepara-se para seguir o caminho de castanha-do-pará (*Bertholletia excelsa* H.B.K.), guaraná (*Paullinia cupana* H.B.K. var. *sorbilis* Mart.), açai (*Euterpe oleracea* Mart.), cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*, Willd. ex Spreng., Schum) e pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth), ganhando dimensão nacional e internacional.

Este estudo de caso nasceu a partir do recebimento do Prêmio Professor Samuel Benchimol 2004, do Projeto Formação e Manejo de Bacurizeiros Nativos como Alternativa Econômica para as Áreas Degradadas da Amazônia, patrocinado pelo Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior, Secretaria de Tecnologia Industrial, Banco da Amazônia e Federações de Indústrias dos Estados da Amazônia Legal, entre outros. Trata-se, ainda, de uma tecnologia social selecionada no 7º Prêmio de Tecnologia Social da Fundação Banco do Brasil 2013, que contou com 1.011 inscritos, no qual foram selecionadas 192 tecnologias sociais.

O objetivo da pesquisa foi aproveitar os rebrotamentos naturais, definindo espaçamentos, e fazer o desbaste para reduzir a competição com o mato e entre os próprios pés de bacurizeiros, que se proliferam com a maior facilidade, ajustando a densidade para cem bacurizeiros por hectare, de forma gradativa, ao longo do tempo, no espaçamento 10 m x 10 m, aproximadamente. Ao mesmo tempo, analisar a dinâmica e as inter-relações entre o sistema extrativo, o sistema manejado e as primeiras tentativas de plantio de bacurizeiro no conjunto das atividades da agricultura familiar nas mesorregiões do Nordeste Paraense e Marajó, tendo em vista o seu potencial para agroindústria e para recompor Áreas de Reserva Legal e de Preservação Permanente. Ademais, aperfeiçoar os sistemas (extrativo, manejado e plantio) desenvolvidos pelos próprios produtores (etnotecnologias), associando-os aos resultados da pesquisa agrônoma e incentivando a prática do manejo de rebrotamentos e do plantio de bacurizeiros.

Tecnologia aperfeiçoada

O crescimento do mercado dessa fruta, atualmente com a polpa mais cara, apresenta-se como uma grande oportunidade de incentivar o manejo,

promovendo a transformação de capoeiras degradadas em bacurizais produtivos, ou incentivar plantios, recuperando ecossistemas destruídos e gerando renda e emprego.

O bacurizeiro é uma das poucas espécies arbóreas amazônicas de grande porte que apresenta reprodução sexuada (sementes) e assexuada (brotações oriundas de raízes) (Homma et al., 2010b; Menezes; Homma, 2014). Dessa forma, nas antigas áreas de ocorrência de bacurizeiros, verifica-se o rebrotamento, cuja formação seria possível mediante o manejo, utilizando-se o espaçamento apropriado, de modo a criar nova alternativa para as áreas degradadas no Pará, Maranhão e Piauí. A densidade de bacurizeiros em algumas áreas em início de regeneração chega a alcançar 40 mil plantas por hectare.

O manejo consiste em selecionar as brotações mais vigorosas que nascem nos roçados abandonados, deixando o espaçamento de 10 m x 10 m, podendo fazer culturas anuais nas entrelinhas nos primeiros anos, para reduzir os custos de implantação, e a semeadura de plantas perenes, formando os sistemas agroflorestais. Esse sistema é desenvolvido de duas maneiras: o que chamamos de manejo radical, em que se retiram todas as outras espécies, deixando somente as plantas de bacurizeiro; e o manejo moderado, no qual se deixam outras espécies vegetais de valor econômico, além do bacurizeiro (Menezes et al., 2010, 2012; Homma et al., 2013).

Para iniciar as intervenções de manejo de bacurizeiros nativos em florestas secundárias, deve-se levar em consideração algumas fases fundamentais. A primeira etapa consiste na escolha da área de ocorrência, procurando evitar somente um tipo de bacurizeiro, ou seja, aqueles que têm origem de uma única planta em que futuramente ocorreria somente sua floração e nunca sua frutificação, uma vez que o bacurizeiro, para dar fruto, precisa cruzar com outro bacurizeiro diferente. Para realizar essa operação, é necessário um dia de trabalho para a escolha e a demarcação da área a ser manejada. Em seguida, inicia-se a eliminação de cipós e desbastes de algumas espécies que estejam competindo com as plantas de bacurizeiro, para facilitar a entrada de luz e liberação dos bacurizeiros.

Após essa operação, a área deve ser acompanhada e supervisionada de 6 em 6 meses. Essa operação deve ser realizada para eliminar o surgimento de vários rebrotos, principalmente de bacurizeiro, que é uma espécie bastante agressiva após sua eliminação. O desbaste deve levar em consideração plantas com diferentes tipos de folhas ou quando ocorrer a floração, a fim de permitir a identificação da diversidade das espécies de bacurizeiros

produtivos, procurando selecionar aqueles com fuste longo e com copa bem distribuída (Figura 3).



Foto: Antônio Menezes

Figura 3. Manejo de bacurizeiros no Nordeste Paraense.

A segunda fase é a eliminação gradual por corte direto das árvores cujas copas estejam competindo com o bacurizeiro selecionado, para que sua eliminação não venha a provocar o tombamento da planta desejada, o que é muito comum no manejo do bacurizeiro, de modo a não causar danos severos nas plantas desejadas. Nesta fase, procura-se deixar os bacurizeiros próximos de um espaçamento que deve iniciar em 2 m x 2 m, 3 m x 3 m, 5 m x 5 m, 8 m x 8 m, até chegar a 10 m x 10 m. As espécies que forem retiradas da área manejada devem ser aproveitadas pelos agricultores na construção de casas rurais, cercas, como lenha na fabricação de farinha de mandioca, na fabricação de carvão, etc. Para realizar essa operação, são necessárias seis diárias para implantação da área manejada e três diárias para manutenção a cada 6 meses.

Na terceira fase, procura-se a implantação de sistema de cultivo com culturas anuais, conforme as necessidades dos agricultores. Procura-se dar maiores condições de desenvolvimento para as culturas introduzidas, tendo se destacado as culturas de mandioca, feijão e milho na mesorregião Nordeste Paraense. Para manter o manejo do bacurizeiro em conjunto com as culturas anuais, o agricultor deve disponibilizar as mesmas quantidades de diárias

que no sistema da roça tradicional e aproveitar as entrelinhas com cultivos de muricizeiro, mangabeira, cajueiro, etc., que suportam a seca e solos pobres, característicos dessas áreas de ocorrência de rebrotamento de bacurizeiros. É necessário evitar que as queimadas efetuadas em terrenos próximos cheguem aos bacurizeiros manejados (Figura 4).

Foto: Antônio Menezes



Figura 4. Bacurizal manejado adulto no Nordeste Paraense.

Reprodução do manejo pelos agricultores

A partir da implantação do projeto, uma estimativa de pelo menos 350 produtores, com área total de 250 ha no Nordeste Paraense e no Marajó, já estão utilizando as práticas de manejo preconizadas pela Embrapa Amazônia Oriental, em colaboração com a Emater-PA, Banco da Amazônia, Sindicatos de Produtores, Secretarias Municipais de Agricultura, Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, Cooperativa Agrícola Mista de Tomé-Açu, Secretaria de Desenvolvimento Agropecuário e da Pesca (Sedap), entre outros. Já existem os primeiros bacurizeiros produzindo nas áreas manejadas, bem como plantios enxertados e de pé-franco, formando sistemas agroflorestais, visando ao grande mercado dessa fruta (Menezes et al., 2016).

Nos últimos 15 anos de atuação do projeto (2004 a 2019), a Embrapa Amazônia Oriental realizou 53 cursos de manejo de bacurizeiros para 1.628

produtores e técnicos nos municípios de Abaetetuba, Acará, Augusto Corrêa, Barcarena, Belém, Bragança, Cachoeira do Arari, Castanhal, Chaves, Curuçá, Irituia, Limoeiro do Ajuru, Magalhães Barata, Maracanã, Marapanim, Portel, Salinópolis, Salvaterra, Santarém Novo, São João de Pirabas, São Sebastião de Boa Vista, Tracuateua e Viseu. Em muitos municípios onde não foram realizados cursos de treinamento também existem produtores que estão adotando práticas de manejo nas comunidades.

Os resultados dos cursos de manejo estão mais visíveis nos municípios de Maracanã, Bragança e Augusto Corrêa, em plantios no município de Tomé-Açu, compondo sistemas agroflorestais, e o interesse pelo plantio nos municípios de Altamira, Mãe do Rio, Marabá, no qual o projeto já efetuou distribuições de sementes de bacurizeiros, em área fora de ocorrência dessa espécie (Homma et al., 2007, 2011) (Figuras 5 e 6).



Foto: Antonio Menezes

Figura 5. Bacurizeiro sem enxertia plantado no Campo Experimental de Tomé-Açu, PA.

Foto: José Edmar Urano de Carvalho



Figura 6. Bacurizal enxertado adulto na sede da Embrapa Amazônia Oriental.

Recursos materiais necessários para implementação da tecnologia

Essa tecnologia pode ser adotada por qualquer agricultor familiar, por ser uma atividade de baixo custo, utilizando somente a mão de obra existente no estabelecimento agrícola. É uma atividade que deve ser realizada em paralelo com as outras atividades desenvolvidas no estabelecimento agrícola. Os gastos com mão de obra para efetuar a demarcação e a limpeza das entrelinhas de 1 ha da área a ser manejada, aproveitando os rebrotamentos de bacurizeiros, são estimados em 18 a 20 dias/homens. Antes de iniciar o trabalho, é preciso que os agricultores se equipem com alguns instrumentos necessários para execução das atividades de forma segura, evitando acidentes e otimizando o processo.

Valor estimado para a implementação da tecnologia

O manejo do rebrotamento de bacurizeiros deve ser acompanhado do plantio de feijão-caupi e de mandioca, uma vez que a receita da venda dos frutos só vai ocorrer entre 8 e 10 anos. O custo total é de R\$ 4,3 mil por hectare

amortizado com a venda de 25 sacos de farinha por hectare (R\$ 5.750,00) e 6 sacas de feijão-caupi por hectare (R\$ 1,5 mil), permitindo um lucro de R\$ 2.950,00 por hectare em 2 anos e gastos de 90 dias/homens, finalizando com o bacurizal implantado (Homma et al., 2008; Menezes; Homma, 2014). Este valor foi estimado em 2014, quando o salário mínimo era de R\$ 724,00.

Impacto ambiental

Com a adoção das técnicas de manejo do rebrotamento de bacurizeiros, é possível transformar roçados improdutivos à espera da recuperação da capoeira, para nova derrubada, em bacurizais econômicos, aumentando a renda em médio prazo e desestimulando a prática da derrubada e queimada. Por ser árvore perene de grande porte, possibilitaria a recuperação das áreas degradadas, recompondo Áreas de Reserva Legal e de Preservação Permanente, a valorização da propriedade como fonte de madeira, além de promover o sequestro de carbono.

Forma de transferência

Mediante treinamento de produtores, técnicos, envolvimento de prefeitos, secretários municipais de Agricultura, Emater-PA, liderança de produtores, estudantes e visitas. Os cursos realizados são práticos, com duração de um dia ou um dia e meio, são ministradas palestras, com distribuição de cartilha de manejo e outros materiais didáticos, e aula prática sobre como se desenvolve um manejo em uma área de produtor. A divulgação também é efetuada nas rádios dos municípios onde o curso é realizado, em entrevistas nas rádios e TVs de Belém, e em jornais e artigos técnico-científicos.

O plantio e manejo de rebrotamento do bacurizeiro já foi veiculado em diversos meios de comunicação: Cumpadre Wagner (TV Record); Programa É do Pará (TV Liberal), TV Amazônia, O Futuro na Beira do Cais e Como Plantar Bacuri (*Revista Globo Rural*, duas inserções), Programa Globo Rural, Club no Campo (Rádio Clube do Pará), Dia de Campo na TV (Embrapa Informação Tecnológica), Prosa Rural (Embrapa Informação Tecnológica), entrevistas (Rádio Nazaré, Rádio CBN, jornal *O Diário do Pará*, etc.).

Considerações finais

A técnica do manejo de rebrotamentos de bacurizeiros, a despeito de não garantir uma renda imediata, constitui uma alternativa que precisa ser estimulada nas áreas de ocorrência nas mesorregiões do Nordeste Paraense

e Marajó. Existe um grande mercado para a polpa dessa fruta com preço compensador. Além disso, valoriza-se a propriedade, recompõem-se as Áreas de Reserva Legal e de Preservação Permanente, com geração de renda e emprego em um horizonte de longo prazo.

O atual consumo do bacuri in natura direcionado para frutos doces deverá mudar no mercado futuro, orientado para a polpa, independentemente de serem frutos ácidos ou pequenos, permitindo aumentar o rendimento dos agricultores. O desenvolvimento de novas tecnologias visando ao aproveitamento da casca e do caroço, que representam 80% a 85% do peso do fruto, de despoldadeiras e de quebradeiras de frutos de bacuri e o avanço da sua domesticação são desafios que se apresentam para o futuro.

O esforço dos produtores no manejo de bacurizeiros representa a compreensão das forças de mercado urbano dessa fruta. O bacurizeiro representa uma biodiversidade concreta, cujas potencialidades já são conhecidas, e é preciso incentivar o seu manejo ou seu plantio.

A maioria dos municípios onde ocorrem os rebrotamentos de bacurizeiros se caracteriza por alto contingente de produtores que dependem de transferências governamentais (Programa Bolsa Família, aposentadorias, Seguro Defeso, etc.). Por isso, a criação de novas alternativas econômicas revela-se indispensável para a melhoria do padrão de vida dessas populações no longo prazo.

Agradecimentos

Ao Banco da Amazônia, ao Fundo Estadual de Apoio à Pesquisa Científica e Tecnológica (Funtec) da extinta Secretaria Especial de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente (Sectam), à Fundação Amazônia de Amparo a Estudos e Pesquisa (Fapespa) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela Bolsa de Produtividade de Pesquisa concedida.

Referências

CAVALCANTE, P. B. **Frutas comestíveis da Amazônia**. 6. ed. Belém, PA: Museu Paraense Emílio Goeldi, 1996. 279 p. (Coleção Adolfo Ducke).

DANIEL, J. **Tesouro descoberto no máximo rio Amazonas**. Rio de Janeiro: Contraponto, 2004. v. 1, 450 p.

HOMMA, A. K. O. (Ed.). **Extrativismo vegetal na Amazônia**: história, ecologia, economia e domesticação. Brasília, DF: Embrapa, 2014. 468 p.

HOMMA, A. K. O.; CARVALHO, J. E. U.; MENEZES, A. J. E. A. Bacuri: fruta amazônica em ascensão. **Ciência Hoje**, v. 46, n. 271, p. 40-45, jun. 2010a.

HOMMA, A. K. O.; MENEZES, A. J. E. A.; CARVALHO, J. E. U.; SOUTO, G. C.; GIBSON, C. P. (Ed.). **Manual de manejo de bacurizeiros**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2010b. 37 p.

HOMMA, A. K. O.; CARVALHO, J. E. U.; REBELLO, F. K.; MATOS, G. B.; PEROTES, K. F.; SANTOS, W. N. M.; MENEZES, A. J. E. A.; PEREIRA, P. R. S. **Viabilidade técnica e econômica da formação de bacurizal mediante manejo de rebrotamento**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2008. 27 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 324).

HOMMA, A. K. O.; CARVALHO, J. E. U.; MATOS, G. B.; MENEZES, A. J. E. A. Manejando a planta e o homem: os bacurizeiros do Nordeste Paraense e da Ilha de Marajó. **Amazônia: Ciência & Desenvolvimento**, v. 2, n. 4, p. 119-135, jan./jun. 2007.

HOMMA, A. K. O.; MENEZES, A. J. E. A.; CARVALHO, J. E. U.; MATOS, G. B. Manejo de rebrotamento de bacurizeiros nativos no Estado do Pará: recuperação de áreas degradadas com geração de renda e emprego. **Inclusão Social**, v. 6, n. 2, p. 77-83, jan./jun. 2013.

HOMMA, A. K. O.; MENEZES, A. J. E. A.; MATO, G. B.; FERREIRA, C. A. P. Manejando a planta e o homem: os bacurizeiros no Nordeste Paraense. In: LIMA, M. C. (Org.). **Bacuri: agrobiodiversidade**. São Luís: Eduaema, 2011. p. 166-205.

MATOS, G. B.; HOMMA, A. K. O.; MENEZES, A. J. E. A. **Levantamento socioeconômico do bacurizeiro (*Platonia Insignis* Mart.) nativos das Mesorregiões do Nordeste Paraense e do Marajó**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2009. 81 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 351).

MENEZES, A. J. E. A.; HOMMA, A. K. O. **Bacurizeiro nativo: práticas de manejo e de produção no Nordeste Paraense**. Brasília, DF: Embrapa, 2014. 20 p.

MENEZES, A. J. E. A.; HOMMA, A. K. O.; SCHÖFFEL, E. R. **Do extrativismo à domesticação: o caso do bacurizeiro no Nordeste Paraense e na Ilha de Marajó**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2012. 66 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 379).

MENEZES, A. J. E. A.; SCHÖFFEL, E. R.; HOMMA, A. K. O. Caracterização de sistemas de manejo de bacurizeiro (*Platonia insignis* Mart.) nas Mesorregiões do Nordeste Paraense e do Marajó, Estado do Pará. **Amazônia: Ciência & Desenvolvimento**, v. 6, n. 11, p. 49-62, jul./dez. 2010.

MENEZES, A. J. E. A.; WATRIN, O. S.; HOMMA, A. K. O.; GUSMÃO, L. H. A. **Manejo de rebrotamentos de bacurizeiros (*Platonia insignis* Mart.): distribuição espacial e considerações tecnológicas dos produtores nas mesorregiões Nordeste Paraense e Ilha do Marajó**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2016. 47 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 420).



BINGO BANANA: uma estratégia de transferência de tecnologia

Moisés de Souza Modesto Júnior

Raimundo Nonato Brabo Alves

Antônio José Elias Amorim de Menezes

Introdução

De 1998 até 2000, o estado do Pará se destacou como maior produtor de banana do Brasil, com 77.662 t e 13,7% da produção brasileira (IBGE, 2000), seguido pelos estados da Bahia, São Paulo, Amazonas e Pernambuco. Atualmente, São Paulo é o maior produtor de banana, com 1.084.514 t, e o estado do Pará ocupa a quinta posição, com 514.205 t de banana e 7,7% da produção brasileira (IBGE, 2017).

A cultura da bananeira ocupa, no Brasil, o segundo lugar em volume de frutas produzidas e a terceira posição em área colhida. Entre as frutas mais consumidas nos domicílios das principais regiões metropolitanas do País, a banana somente é superada pela laranja. Consumidas pelas mais diversas camadas da população, faz-se presente na mesa dos brasileiros não apenas como sobremesa, mas também como alimento, com consumo per capita em torno de 25 kg ano⁻¹ (Morreira et al., 2009). De acordo com IBGE (2017), a produção brasileira de banana está distribuída por todo o território nacional, sendo a região Nordeste a maior produtora (33,73%), seguida das regiões Sudeste (32,91%), Sul (15,32%), Norte (13,48%) e Centro-Oeste (4,55%).

A bananicultura é uma das atividades de maior relevância para o agronegócio da região Norte do Brasil, principalmente para o estado do Pará, que passou de maior produtor do Brasil para importador de banana. A banana é, portanto, uma das principais bases alimentares da população paraense. Apesar de a região apresentar boas condições de clima e solo para a produção de banana de alto padrão de qualidade, ainda é preciso suprir, em grande parte, a baixa eficiência na produção e no manejo de pós-colheita de frutos.

O município de Mãe do Rio, PA, por intermédio da Secretaria Municipal de Agricultura, incentivou agricultores familiares a produzir alimentos para a

merenda escolar, principalmente a banana, e convidou a Embrapa Amazônia Oriental para conduzir ações de capacitação de técnicos e agricultores sobre o sistema de produção da bananeira e o fomento de mudas da cultivar BRS Pacoua.

Ocorre que a cultura da bananeira apresenta sérios problemas fitossanitários, com destaque para o mal-do-panamá, causado pelo fungo *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense*, para a sigatoka-amarela, provocada pelo fungo *Mycosphaerella musicola* Leach (fase sexuada) ou *Pseudocercospora musae* (Zimm) Deighton (fase assexuada), e para a sigatoka-negra, causada pelo fungo *Mycosphaerella fijiensis* Morelet forma imperfeita: *Paracercospora fijiensis* (Morelet) Deighton. Esta doença vem sendo considerada a mais temida no mundo e, no Brasil, é considerada praga quarentenária A2 de importância econômica potencial para a área posta em perigo, podendo causar até 100% de perda na produção de bananas (*Musa* spp.) em cultivares suscetíveis (Homma et al., 2001; Benchimol et al., 2006).

Existem medidas integradas de controle genético, cultural e químico que podem ser adotadas para que seja possível conviver com essas doenças. Destaca-se o controle genético, utilizado por meio de distribuição de mudas de cultivares tolerantes a essas doenças, como a opção mais econômica e eficaz, principalmente no caso do município de Mãe do Rio, que não dispõe de área de cultivo de bananeira. Foi com objetivo de difundir tecnologias de manejo da cultura e da cultivar BRS Pacoua que o Bingo Banana foi idealizado e implementado em área de agricultores familiares, em 2013.

Importância da produção e distribuição de mudas melhoradas

A modernização da agricultura depende de novas tecnologias desenvolvidas pelas universidades, instituições e empresas de pesquisas tecnológicas. Uma das formas de se transferir tecnologias para agricultores familiares consiste em induzir a mudança de hábitos por meio de práticas simples de serem adotadas nos sistemas de produção, como é o caso do Trio da Produtividade da Mandioca (Alves et al., 2008), que tem no seu escopo orientações para seleção de manivas-semente.

No caso de produção de mudas, cada nova cultivar é um novo conjunto de combinações de genes que definem o potencial genético das plantas. Novas cultivares, juntamente com preparo de área sem uso do fogo, aplicação adequada de fertilizantes, de irrigação e tratamentos culturais mais intensivos têm sido a forma de modo geral para modernização do setor agrícola familiar.

A elevação da taxa de utilização de sementes e mudas melhoradas em culturas de maior caráter socioeconômico tem aumentado a produtividade agrícola brasileira e estimulado a organização da iniciativa privada para assumir crescentes responsabilidades na produção e comercialização. Neste contexto, a produção de sementes e mudas desponta como mais uma alternativa para os agricultores paraenses, que poderão diversificar suas atividades no setor primário, porém precisa ser estimulada e organizada.

A transferência de tecnologias por meio da distribuição de sementes e mudas melhoradas consiste no principal processo de incorporação dos conhecimentos e tecnologias geradas e/ou adaptadas pela pesquisa, sendo o principal veículo do progresso tecnológico na área agrícola. Consiste no elo/insumo inicial da cadeia agroindustrial e alimentar. Sem sementes e mudas com origem garantida e com qualidade comprovada, é muito difícil desenvolver uma agricultura sustentável e competitiva.

Metodologia do Bingo Banana

Os jogos invadiram a sociedade em escala mundial pelos computadores, tablets, smartphones e também como ferramenta pedagógica. O bingo tem origem italiana, surgiu por volta de 1530 e sua profissionalização como negócio lucrativo ocorreu no século 20, pelo vendedor de brinquedos Edwin S. Lowe (1910–1986), grande empreendedor em Nova Iorque, tornando-se um dos jogos mais populares do mundo.

Observou-se que, nas comunidades de agricultores familiares paraenses, principalmente na ocasião das confraternizações, festivais regionais e eventos religiosos, o jogo do bingo sempre está presente como forma de angariar fundos em prol da comunidade. Foi com essa percepção que se adotou o jogo na criação do Bingo Banana, que consiste de um processo lúdico e pedagógico destinado a agricultores familiares para facilitar a adoção de conteúdos técnicos sobre o manejo e cultivo da bananeira, permitindo que o agricultor conduza seu próprio bananal, com cultivares mais produtivas e tolerantes a pragas e doenças, desenvolvendo habilidades e entendendo melhor a aplicação de tecnologias na prática.

O Bingo Banana iniciou com o fornecimento a cada agricultor de um kit, contendo 16 mudas de bananeiras da cultivar BRS Pacoua, do tipo chifre ou chifrinho (Figura 1) e um pôster com recomendações e orientações técnicas para plantio e os principais tratamentos culturais para o cultivo da bananeira. O pôster também continha um croqui de orientação, semelhante a uma cartela de bingo, dividido em cem quadradinhos, que correspondem ao número de mudas para preenchimento da

cartela. As 16 mudas recebidas foram imediatamente plantadas como indicado nas casas centrais da cartela (Figura 2).

Foto: Antônio Menezes



Figura 1. Mudanças tipo chifrinho da variedade BRS Pacoua utilizada na implantação do Bingo Banana.

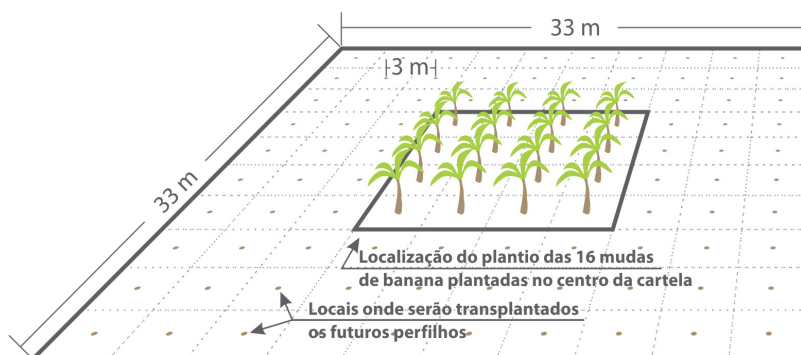


Figura 2. Croqui da área do Bingo Banana mostrando a localização do plantio inicial das 16 mudas de bananeira entregues aos agricultores.

Ilustração: Vitor Lôbo

A bananeira é uma espécie que produz perfilhos em abundância formando touceiras e, como regra do jogo, em cada touceira, só foi permitida a existência de dois perfilhos (mãe, filha, neta), conforme as recomendações técnicas descritas no sistema de produção da cultura (Cordeiro, 2003). Os demais perfilhos que brotarem serviram de mudas para serem plantadas nas casas vazias. O objetivo do bingo banana era que o agricultor completasse os quadros com as cem touceiras de bananeira no menor tempo possível. Entre os agricultores selecionados, o que primeiro completou o Bingo Banana, recebeu um prêmio de reconhecimento.

Para implantação do Bingo Banana, os agricultores sob orientação técnica selecionaram uma área no tamanho de 33 m x 33 m, preparando o solo com as orientações técnicas da Roça Sem Fogo (Alves; Modesto Júnior, 2011) e fazendo o plantio inicial das 16 mudas de bananeiras no centro da quadra, no espaçamento de 3 m x 3 m, conforme descrito no verso da cartela. Essa área foi dimensionada no tamanho de 1.089 m², de tal maneira que não viesse a competir com as atividades já desenvolvidas pelo agricultor no seu cotidiano.

Recomendações técnicas

As recomendações repassadas aos agricultores corresponderam às quatro principais práticas agrícolas do sistema de produção da bananeira, conforme seguem:

- 1) Preparo de área: preparar a área sem uso do fogo, seguindo as orientações da Roça Sem Fogo (Alves; Modesto Júnior, 2011), cujo processo permite manter a biomassa da capoeira cobrindo o solo, evitando a erosão e mantendo a umidade, com benefícios para a bananeira, que é exigente em água. A fertilidade do solo também é melhorada pela liberação gradativa de macro e micronutrientes provenientes da mineralização da matéria orgânica oriunda da biomassa da capoeira.
- 2) Desbaste das touceiras e seleção de mudas: desbastar as touceiras sempre que vierem novos perfilhos, mantendo uma formação da família, ou seja, mãe, filha e neta. Daí em diante, todos os perfilhos que surgirem podem ser retirados para serem plantados. A retirada das mudas deve ser feita quando os perfilhos atingirem de 20 cm a 40 cm de tamanho, sendo aproveitados como mudas para plantio nos quadros vazios do Bingo Banana, até completar cem touceiras.

- 3) Tratos culturais (desbrotas e capinas): deve-se fazer o corte de brotos germinados de tocos remanescentes da capoeira e capinar ao redor da touceira de bananeira num raio de até 1,5 m, para evitar a mato-competição, mantendo-se a palhada (restos de mato) como cobertura morta no solo ao redor das touceiras.
- 4) Adubação: adubar conforme análise de solo, com base nas exigências das culturas plantadas. Em locais onde ocorre período seco definido, fazer adubação no plantio e no período chuvoso, parcelado em três vezes (início, meio e final das chuvas). Em áreas irrigadas, parcelar em quatro vezes. Quando a planta está nova ou solteira, deve-se adubar a bananeira fazendo um círculo no entorno da planta e o adubo deve ser colocado em uma faixa de 10 cm a 20 cm de largura. Se a planta estiver adulta com filho e neto, a adubação deve ser sempre na frente do filho ou do neto, a uma distância de 40 cm, aumentando-se gradativamente essa distância com a idade da planta, conforme Figura 3.



Figura 3. Local de aplicação do adubo em cobertura na fase de desenvolvimento da bananeira a 40 cm de distância da planta solteira, do filho ou do neto.

Ilustração: Vitor Lôbo

- 5) Irrigação: a cultura da bananeira é muito exigente em água, recomendando-se aplicar por touceira, pelo menos manualmente com regador, 30 L de água por dia, em dias ensolarados e de baixa umidade relativa do ar; 20 L por dia em dias semicobertos e 15 L em dias completamente nublados (Borges; Brasil, 2014).

Processo de transferência de tecnologia em Mãe do Rio

Consistiu em ações integradas de capacitação continuada envolvendo um curso inicial para 50 pessoas, entre técnicos e agricultores familiares, instalação de duas Unidades de Observação (UO) na propriedade de dois agricultores e dois Dias de Campo. Essas ações de transferência de tecnologia também abrangeram a distribuição de kits com 16 mudas de bananeira da cultivar BRS Pacoua para 20 novos agricultores do município de Mãe do Rio. Durante o evento inicial de capacitação dos técnicos e agricultores, foi negociada uma gincana em que o agricultor que completasse o bingo (formação do bananal com cem touceiras em produção), seguindo as orientações técnicas do processo, receberia como prêmio um certificado de reconhecimento.

O processo de instalação do Bingo Banana foi inicialmente conduzido em parceria com a Secretaria Municipal de Agricultura de Mãe do Rio, estado do Pará, nas áreas de dois agricultores familiares, em 10 de maio de 2013, pertencentes à comunidade Nossa Senhora do Perpétuo Socorro. Os tratos culturais e adubação foram realizados conforme a disponibilidade de recursos financeiros dos agricultores assistidos. Utilizou-se na adubação de plantio 4 L de esterco de frango por cova (cama de aviário), 100 g por cova de NPK formulação 10-28-20 e 60 g por cova de KCl. No segundo ano, aplicou-se 300 g por planta de NPK formulação 10-28-20, parcelados em três vezes no período chuvoso.

Utilizou-se a cultivar BRS Pacoua, que é um híbrido tetraploide (AAAB), gerado na Embrapa Mandioca e Fruticultura, em Cruz das Almas, BA, resultante do cruzamento da cultivar Pacovan (AAB) com o diploide Calcutta 4 (AA). Essa cultivar foi avaliada, recomendada e lançada em 24 de novembro de 2016, para cultivo nas condições edafoclimáticas do estado do Pará. Dentre as características produtivas da BRS Pacoua cultivada no espaçamento de 3 m x 3 m destacam-se a produção de 8 pencas por cacho, 16 frutos por penca e produtividade de 16,9 t ha⁻¹ no segundo ciclo, conforme Tabela 1.

Tabela 1. Características produtivas da cultivar BRS Pacoua avaliada nas condições edafoclimáticas do estado do Pará.

Característica	Primeiro ciclo	Segundo ciclo
Altura da planta (m)	2,5	3,3
Nº de dias do florescimento à colheita	133	124
Nº de folhas vivas na floração	14	12
Nº de folhas vivas na colheita	6	4
Diâmetro do pseudocaule (cm)	17,5	23
Nº de pencas por cacho	12	16
Peso médio da penca (kg)	1,8	1,9
Peso médio do cacho (kg)	9,8	15,2
Produtividade média (t/ha)	10,9	16,9

Fonte: Nascimento et al. (2009).

A cultivar BRS Pacoua apresenta bom perfilamento, porte médio-alto, com bom desenvolvimento e rendimento, idênticas às da Pacovan. Os frutos são do tipo prata, menores que a cultivar materna, porém o sabor é semelhante. Ela se diferencia da Pacovan por ser resistente à sigatoka-amarela e ao mal-do-panamá, além de medianamente suscetível à sigatoka-negra.

Resultados

Como resultado dessa primeira iniciativa, observou-se que cada UO de Bingo Banana com cem mudas foi completada após 12 meses de plantio. Na Figura 4, observa-se o bananal com 15 meses de idade, com as plantas da extremidade ainda em desenvolvimento vegetativo. Passados 18 meses de plantio, 50% das touceiras encontravam-se em produção e 2 anos foi o período necessário para os Bingos Banana alcançarem a produção nas cem touceiras (Figura 5).

Foto: Moises Modesto



Figura 4. Bingo Banana com 15 meses de idade, com as plantas da extremidade ainda em desenvolvimento vegetativo.



Foto: Moises Modesto

Figura 5. Bingo Banana com 2 anos de idade, com todas as plantas produzindo.

Investimento inicial

A cultura da bananeira é muito exigente em água, podendo consumir entre 15 L água por dia em dias completamente nublados até 30 L de água por dia, em dias ensolarados (Cordeiro, 2003). Em locais onde ocorrem períodos secos definidos, recomenda-se investir na instalação de sistemas de irrigação. Basicamente, a escolha do sistema de irrigação deve levar em conta o tipo de solo (arenoso, argiloso ou textura média), o tipo de clima, a evapotranspiração e a umidade relativa do ar.

No segundo ano de cultivo da bananeira, os dois agricultores selecionados optaram pela montagem de um sistema de irrigação por gotejamento superficial, por ser de baixo custo e com grande probabilidade de aplicar água nas zonas de maior concentração das raízes das plantas, porém sugere-se cuidado nas operações de tratos culturais para não danificar as tubulações que ficam expostas na superfície do solo. O investimento foi em 2013 na ordem de R\$ 3.822,00, com materiais suficientes para irrigar quatro Bingos Banana (400 touceiras) (Tabela 2).

Tabela 2. Materiais para o sistema de irrigação por gotejamento superficial necessários para quatro Bingos Banana, 2013.

Material	Unidade ⁽¹⁾	Quantidade	Preço unitário (R\$)	Total
Tanque escavado	hora/máquina	2	150,00	300,00
Bomba sapo com válvula	unidade	1	315,00	315,00
Disjuntor monofásico	unidade	1	80,00	80,00
Cimento	saco	10	28,00	280,00
Tijolo de seis furos	mil	0,6	320,00	192,00
Caixa-d'água de 3 mil litros	unidade	1	1220,00	1.220,00
Mão de obra para montagem do sistema	dia/homem	5	70,00	350,00
Tubo PVC de 40 mm (linha principal)	vara	5	17,00	85,00
Mangueira de polietileno de baixa densidade de ½ polegada	m	600	0,60	360,00
Gotejador	unidade	400	0,55	220,00
Borracha de vedação	unidade	400	0,10	40,00
Adaptadores de ½ polegada	unidade	400	0,50	200,00
Adesivo plástico 850 g	unidade	1	30,00	30,00
Outras conexões	unidade	1	100,00	100,00
Total				3.822,00

⁽¹⁾hora/máquina – custo por hora de um trator com escavadeira; dia/homem – diária de um pedreiro.

O agricultor fez investimento para irrigar quatro Bingos Banana, pois estava interessado em expandir a área de cultivo.

Custos de implantação e produção de banana até 2,5 anos

Os custos de implantação e manutenção do bananal são mostrados na Tabela 3. O custo total de implantação no primeiro ano foi de R\$ 934,94, sendo o preparo da área correspondente a 39,57% do custo total. A bananeira é uma cultura muito exigente em água, porém não houve necessidade de investimento em irrigação no primeiro ano devido à permanência da biomassa da capoeira proveniente do preparo de área seguindo as orientações da Roça Sem Fogo e irrigação eventual por meio de rega manual. No segundo ano, o maior custo foi com a depreciação, manutenção e energia para funcionamento do sistema de irrigação, na ordem de R\$ 657,20, o equivalente a 47,95% dos custos de produção.

Tabela 3. Custos de implantação e produção de um bananal com até 2,5 anos de idade, no Bingo Banana em Roça sem Fogo, no município de Mãe do Rio, Pará, de 2013 a 2015.

Descrição	Unidade	Quantidade	Valor 1 ano (R\$)			Valor 2,5 ano (R\$)		
			Unitário	Total	%	Unitário	Total	%
Preparo da área			370,00			39,57		
Demarcação da área e piqueteamento	dH ⁽¹⁾	1	35,00	35,00	3,74			
Broca, corte rente ao solo	dH	4	35,00	140,00	14,97			
Retirada da lenha	dH	1	35,00	35,00	3,74			
Operação de motosserra	dH	1	160,00	160,00	17,11			
Sistema de irrigação						592,70	45,38	
Depreciação anual do sistema de irrigação	ano	1				317,70	317,70	24,32
Manutenção anual do sistema de irrigação	ano	1				200,00	200,00	15,31
Energia elétrica durante 5 meses da irrigação	mês	5				15,00	75,00	5,74
Insumos/plantio			267,44			28,61		
Abertura de cem covas	dH	2	35,00	70,00	7,49			
Calcário dolomítico	kg	10	0,35	3,50	0,37			
Estero de galinha	saco	8	5,00	40,00	4,28			
Adubo NPK (100 g/planta)	kg	10	2,10	21,00	2,25			
Adubo NPK (300 g/planta/ano)	kg	30				2,10	63,00	4,62
Adubo KCl (60 g/planta/ano)	kg	6	1,74	10,44	1,12	1,74	10,44	0,80
Aplicação dos adubos	dH	1,5	35,00	52,50	5,62	40,00	40,00	3,06
Plantio	dH	2	35,00	70,00	7,49			
Tratos culturais			262,50			28,08		
Duas desbrotas com facão	dH	1	35,00	35,00	3,74			
Capina manual	dH	1,5	35,00	52,50	5,62	40,00	120,00	9,19
Irrigação manual eventual	dH	5	35,00	175,00	18,72			

Continua...

Tabela 3. Continuação

Descrição	Unidade	Quantidade	Valor 1 ano (R\$)			Valor 2,5 ano (R\$)		
			Unitário	Total	%	Unitário	Total	%
Irrigação por gotejamento durante 5 meses	dH	10				40,00	400,00	30,62
Colheita				35,00	3,74		80,00	6,12
Colheita de cachos	dH	1	35,00	35,00	3,74	40,00	80,00	6,12
Subtotal				934,94	100,00		1.306,14	100,00
Custos de frete para comercialização				19,00			78,00	
Transporte externo por cacho no primeiro ano	cacho	38	0,50	19,00				
Transporte externo por cacho no segundo ano	cacho	156				0,50	78,00	
Total geral				953,94			1.384,14	

⁽¹⁾ dH: dia-homem.

No primeiro ano houve uma produção de 38 cachos, com média de seis pencas com uma dúzia de bananas comercializáveis, enquanto no segundo ano a produção foi de 156 cachos. O agricultor classificou as pencas conforme o tamanho em grandes (60%) e pequenas (40%) e comercializou na feira municipal de Mãe do Rio, ao preço médio unitário de R\$ 3,60. Observam-se na Tabela 4 as receitas obtidas no período de cultivo do Bingo Banana.

Tabela 4. Receitas obtidas com 1 e 2,5 anos de cultivo da bananeira no Bingo Banana, de 2013 a 2015.

Descrição	Unidade	Valor 1 ano (R\$)			Valor 2,5 ano (R\$)		
		Quantidade	Unitário	Total	Quantidade	Unitário	Total
Venda de Banana	Pencas com 12 bananas	228,00	3,60	820,80	936	3,60	3.369,60
Venda de carvão	Saco	18,00	5,00	90,00			
Total				910,80			3.369,60

Realizou-se a análise financeira para determinação da receita bruta, que corresponde às operações normais de venda da produção. Os custos operacionais correspondem aos custos de produção e de comercialização da produção. A margem bruta refere-se ao lucro líquido obtido pela diferença entre a receita bruta e o custo operacional. A relação benefício/custo foi obtida pela divisão entre a receita bruta e o custo operacional. O ponto de nivelamento em dinheiro, que é o momento quando despesas e lucros se igualam, ou seja, quando o produto deixa de custar e passa a dar

lucro, foi obtido pela razão entre o custo operacional e o número de pencas comercializadas, e o ponto de nivelamento em pencas de banana foi obtido pela razão entre o custo operacional e o preço da penca com 12 bananas comercializada pelo agricultor no valor médio de R\$ 3,60. A margem de segurança do sistema foi gerada pela diferença entre o custo operacional e a receita bruta, dividindo-se pela receita bruta em percentagem.

Analisando-se os dados da Tabela 5, percebe-se no primeiro ano uma margem bruta negativa indicando um prejuízo de R\$ 43,14, bem próximo do ponto de nivelamento. Já no segundo ano, quando o Bingo Banana fica completo e todas as plantas entraram em produção, a margem bruta foi de R\$ 1.985,45, com uma relação benefício/custo de 2,43, indicando que, para cada real investido, retornou R\$2,43 com a venda de bananas.

Tabela 5. Indicadores de rentabilidade do sistema com 1 e 2,5 anos de cultivo da bananeira no Bingo Banana, 2015.

Especificação	1 ano	2,5 ano
Receita bruta (R\$)	910,80	3.369,60
Custo operacional (R\$)	953,94	1.384,14
Margem bruta (R\$)	-43,14	1.985,45
Relação benefício/custo (B/C)		2,43
Ponto de nivelamento (preço da penca em R\$)		1,48
Ponto de nivelamento (nº de pencas)		384,48
Margem de segurança (%)		58,92

Reconhecimento do Bingo Banana como tecnologia social

O Bingo Banana, um método lúdico de difusão de cultivares de bananeira melhoradas pela Embrapa, foi inscrito no processo do Prêmio de Tecnologia Social da Fundação Banco do Brasil de 2017. De um total de 735 iniciativas inscritas em todo o Brasil, a tecnologia social criada pela Embrapa Amazônia Oriental para agricultores familiares do Pará foi uma das 173 que receberam a certificação como tecnologia social neste ano (Modesto Junior; Alves, 2017).

Considerações finais

O processo de transferência de tecnologia denominado Bingo Banana se constituiu em uma alternativa de inovação tecnológica por intermédio da adoção de tecnologias pelos agricultores familiares sobre o sistema de cultivo da bananeira e propagação de cultivares melhoradas.

O valor para implementação da tecnologia foi de R\$ 2.338,08,00, no período de 2013 a 2015, e envolve insumos (mudas de bananeira, adubos, combustível, utensílio de amolar e lubrificante) e mão de obra para preparo da área por meio da Roça sem Fogo, plantio da bananeira, tratos culturais e colheita até a formação do bananal com cem touceiras (2 anos). Ferramentas como facão, enxada, foice, machado e/ou motosserra não estão inclusas, pois já existem na maioria das propriedades.

No caso específico do município de Mãe do Rio, além da introdução da cultura da bananeira no setor produtivo, o Bingo Banana vem viabilizando o fornecimento da fruta para consumo na merenda escolar, numa parceria entre a Secretaria Municipal de Agricultura, a Companhia Nacional de Abastecimento (Conab) e os agricultores familiares.

O cultivo da bananeira no Bingo Banana vem se constituindo em uma estratégia simples de transferência de tecnologias para agricultores familiares que não dispõem de capital para aquisição de mudas melhoradas, pois promove rentabilidade ao agricultor a partir do segundo ano de cultivo.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Prefeitura Municipal de Mãe do Rio, nas pessoas do secretário municipal de Agricultura Sr. Isaias Martins de Castro e da técnica em Agropecuária Marciane Silva, que não mediram esforços na condução deste trabalho.

Os autores expressam seus reconhecimentos aos agricultores Francisco das Chagas Santos e Luiz Gonzaga Moreira, pelo trabalho dedicado na condução do Bingo Banana e da Roça sem Fogo. Suas contribuições foram e continuarão sendo fundamentais para que a pesquisa agropecuária e a transferência de tecnologia consolidem-se cada vez mais na Amazônia.

Referências

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: resumos.** Brasília, DF: ABIPTI, 2008. 1. CD-ROM. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/60334/1/18-Trio-Produtividade-Cultura-Mandioca.pdf>>. Acesso em: 02 jun. 2015.

ALVES, R. N. B.; MODESTO JÚNIOR, M. de S. **Rocha sem fogo**: uma alternativa agroecológica para agricultura familiar. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2011. 22 p. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/42989/1/Roca-sem-fogo.pdf>>. Acesso em: 03 jun. 2015.

BENCHIMOL, R. L.; VERZIGNASSI, J. R.; MATOS, A. P.; SANTOS, M. F.; POLTRONIERI, L. S.; TREMACOLDI, C. R.; SILVA, C. M. **Sigatoca-Negra**: disseminação e estratégias de controle no Estado do Pará. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2006. 3 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Comunicado técnico, 183). Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/409743/1/Com.tec183.pdf>>. Acesso em: 02 jun. 2015.

BORGES, A. L.; BRASIL, E. C. (Ed.). **Sistema de Produção de Banana para o Estado do Pará**. 2. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2014. (Embrapa Mandioca e Fruticultura. Sistema de produção, 9; Embrapa Amazônia Oriental. Sistema de Produção, 8). Disponível em: <https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?p_p_id=conteudoportlet_WAR_sistemasdeproducaolf6_1ga1ceportlet&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-1&p_p_col_count=1&p_r_p_-76293187_sistemaProducaold=8016&p_r_p_-996514994_topicoid=9050>. Acesso em: 30 jun. 2017.

COELHO, E. F. Irrigação. In: CORDEIRO, Z. J. M. (Org.). **Sistema de produção de banana para o Estado do Pará**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2003. (Embrapa Mandioca e Fruticultura. Sistema de produção, 9). Versão eletrônica. Disponível em: <https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?p_p_id=conteudoportlet_WAR_sistemasdeproducaolf6_1ga1ceportlet&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-1&p_p_col_count=1&p_r_p_-76293187_sistemaProducaold=8016&p_r_p_-996514994_topicoid=1310>. Acesso em: 19 fev. 2019.

LIMA, M. B.; MENEZES, A. J. E. A. de. Tratos Culturais. In: CORDEIRO, Z. J. M. (Org.). **Sistema de produção de banana para o Estado do Pará**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2003. (Embrapa Mandioca e Fruticultura. Sistema de produção, 9). Versão eletrônica. Disponível em: <https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?p_p_id=conteudoportlet_WAR_sistemasdeproducaolf6_1ga1ceportlet&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-1&p_p_col_count=1&p_r_p_-76293187_sistemaProducaold=8016&p_r_p_-996514994_topicoid=1311>. Acesso em: 19 fev. 2019.

HOMMA, A. K. O.; CARVALHO, R. A.; MENEZES, A. J. E. **Custo de produção de banana no Sudeste Paraense**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2001. 20 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Circular técnica, 21). Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/403361/1/CircTecOriental21.pdf>>. Acesso em: 02 jun. 2015.

IBGE. Sistema IBGE de Recuperação Automática - SIDRA. **Produção de Banana, 2000**. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl.asp?c=1613&z=t&o=11>>. Acesso em: 02 jun. 2015.

IBGE. Sistema IBGE de Recuperação Automática - SIDRA. **Tabela 1613**: área plantada, área colhida, quantidade produzida, rendimento médio e valor da produção das lavouras permanentes. Produção de Banana, 2017. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1613>>. Acesso em: 01 out. 2018.

MODESTO JUNIOR, M. de S.; ALVES, R. N. B. Bingo banana. **Fundação BB**, 19 jun. 2017. Disponível em: <<http://tecnologiasocial.fbb.org.br/tecnologiasocial/banco-de-tecnologias-sociais/pesquisar-tecnologias/detalhar-tecnologia-610.htm>>. Acesso em: 2 ago. 2017.

MOREIRA, A.; PEREIRA, J. C. R.; FONTES, J. R. A.; GASPAROTTO, L.; FANCELLI, M.; PEREIRA, M. C. N.; ARRUDA, M. R. **Cultura da bananeira no Estado do Amazonas**. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2009. 66 p. (Embrapa Amazônia Ocidental. Sistema de produção, 4).

NASCIMENTO, W. M. O.; MÜLLER, C. H.; CARVALHO, J. E. U.; MARTINS, L. L.; LEMOS, O. F. **Avaliação de cultivares de bananeira em resistência à sigatoka-negra em Belém, PA**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2009. 4 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Comunicado técnico, 218).

Embrapa

Amazônia Oriental

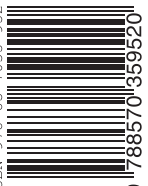


MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO



PÁTRIA AMADA
BRASIL
GOVERNO FEDERAL

ISBN 978-85-7035-952-0



9 788570 359520 >

CGPE 15840