



Miguel Alves Júnior
Pedro Celestino Filho
(Organizadores)

**Roça sem Queimar:
Experiência Produtiva Agroecológica
de Agricultores Familiares na Amazônia**

 **Atena**
Editora
Ano 2020



Miguel Alves Júnior
Pedro Celestino Filho
(Organizadores)

**Roça sem Queimar:
Experiência Produtiva Agroecológica
de Agricultores Familiares na Amazônia**

 **Atena**
Editora
Ano 2020

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação: Natália Sandrini

Edição de Arte: Lorena Prestes

Revisão: Os Autores



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima
Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie di Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná

Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Prof. Dr. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Conselho Técnico Científico

Prof. Msc. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Msc. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
Prof. Dr. Adailson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Profª Msc. Bianca Camargo Martins – UniCesumar
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Msc. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Profª Msc. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil
 Prof. Msc. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
 Prof. Msc. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
 Prof. Msc. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
 Prof^a Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
 Prof. Msc. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco
 Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
 Prof^a Msc. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
 Prof^a Msc. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
 Prof^a Dr^a Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
 Prof. Msc. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
 Prof. Msc. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual de Maringá
 Prof. Msc. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados
 Prof^a Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
 Prof^a Msc. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
 Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)**

R669 Roça sem queimar [recurso eletrônico] : experiência produtiva agroecológica de agricultores familiares na Amazônia/ Organizadores Miguel Alves Júnior, Pedro Celestino Filho. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2020.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-7247-938-7

DOI 10.22533/at.ed.387200402

1. Agroecologia – Pesquisa – Brasil. 2. Meio ambiente – Pesquisa – Brasil. 3. Sustentabilidade. I. Alves Júnior, Miguel. II. Celestino Filho, Pedro.

CDD 630

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

Atena Editora
 Ponta Grossa – Paraná - Brasil
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

Este livro pretende contribuir com agricultores e agricultoras familiares que tenham em sua pauta de atividades o anseio pela sustentabilidade principalmente os agricultores amazônicos por ser neste ecossistema em que o trabalho se desenvolve.

É fruto do apoio financeiro do Ministério do Meio Ambiente (MMA), através do Projeto Demonstrativo Alternativo (PDA). Desenvolve-se no âmbito do movimento sindical tendo como âncora o Sindicato dos Trabalhadores e Trabalhadoras Rurais de Medicilândia-Pará (STTR-PA) e a Cooperativa Agroindustrial da Transamazônica (COOPATRANS). Conta com a parceria da Universidade Federal do Pará (UFPA), Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira (CEPLAC) e da Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado do Pará (EMATER-PA).

A proposta tem como objetivo apresentar e discutir a sustentabilidade ambiental, econômica e social do Projeto Roça Sem Queimar (RSQ), que inicia apresentando alternativa a eliminação do uso do fogo no processo de preparo de área para fins agrícolas; perpassa pela proteção, conservação e enriquecimento do solo; discute o manejo de sombra e luz nos Sistemas Agroflorestais (SAFs); propõe o controle de pragas e doenças por métodos alternativos como a indução de resistência contra fitopatógenos; promove a seleção de plantas nas próprias propriedades com potencial genético de alta produção e boa tolerância a pragas e doenças e evidencia a importância da biodiversidade nos sistemas agrícolas.

O RSQ se apresenta como uma experiência exitosa de alguns agricultores de cacau, no município de Medicilândia, que evoluiu quando foi compartilhada com outros agricultores da região e que permanece em constante construção participativa por todos aqueles que acreditam, valorizam e se interessam pela viabilidade da agricultura familiar na Amazônia.

Francisco de Assis Monteiro
Raimundo Rodrigues Xavier
Ademir Venturi

AGRADECIMENTOS

O Movimento Sindical da Transamazônica através do Sindicato dos Trabalhadores e Trabalhadoras Rurais de Medicilândia-PA (STTR-PA) vem de pronto agradecer ao Ministério do Meio Ambiente (MMA) pelo apoio financeiro e logístico prestado ao projeto Roça Sem Queimar (RSQ), por meio da Secretaria de Coordenação da Amazônia e do Projeto de Desenvolvimento Alternativo (PDA), sem o qual a proposta não teria avançado e alcançado os níveis que estamos comemorando.

Nós agricultores sentimo-nos honrados em ter participado desta parceria bem sucedida em que contamos com o apoio e empenho de entidades como a da Universidade Federal do Pará (UFPA), Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA - AMAZÔNIA ORIENTAL), Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira (CEPLAC), Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado do Pará (EMATER-PA) e Instituto de Desenvolvimento Florestal e da Biodiversidade do Estado do Pará (IDEFLOR-BIO). Além de Organizações Não Governamentais (ONGs) como a Fundação Viver Produzir e Preservar (FVPP), Instituto de Pesquisa Agro Ambiental da Amazônia (IPAM) e a Federação dos Trabalhadores e Trabalhadoras Rurais do Estado do Pará (FETAGRI) que teve um papel importante nas articulações com o MMA. O empenho e dedicação que a maioria dos técnicos dessas entidades dispensaram as atividades do projeto foi impressionante, demonstrando compromisso com a nossa causa. Portanto, é justo que nos sentimos gratos e contemplados com os resultados alcançados com os trabalhos realizados por essas equipes.

No campo pessoal a lista de colaboradores é enorme e não quero correr o risco de ser indelicado com você deixando seu nome, que é tão importante, fora desta lista. Portanto, considere-se incluso por mais que você ache que sua contribuição tenha sido simples. Não esqueça que foi com simplicidade que o mestre Jesus promoveu a maior revolução que a história conhece, e essa proposta só se tornará revolucionária se contar com seu apoio e sua simplicidade.

Nós agricultores da região Transamazônica queremos externar nossos agradecimentos, em especial, a Federação dos Trabalhadores e Trabalhadoras Rurais (FETAGRI) e a Fundação Viver Produzir Preservar (FVPP), pelo papel desempenhado junto ao Ministério do Meio Ambiente (MMA) no Grito da Terra Brasil, no ano 2000, que culminou com o apoio financeiro e logístico deste Ministério, através da Secretaria e Coordenação da Amazônia e do Projeto de Desenvolvimento Alternativo (PDA) ao Projeto Roça Sem Queimar (RSQ), sem o qual esta proposta não teria avançado e alcançado os níveis que estamos comemorando.

Francisco de Assis Monteiro

Coordenador do Projeto Roça Sem Queimar (RSQ)

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
HISTÓRICO DO PROJETO ROÇA SEM QUEIMAR	
Francisco de Assis Monteiro	
Denise Reis do Nascimento	
José Matuzalém Chaves Almeida	
Thomaz Lucas Tavares Monteiro	
DOI 10.22533/at.ed.3872004021	
CAPÍTULO 2	5
ASPECTOS DE LUMINOSIDADE DA ROÇA SEM QUEIMAR	
Francisco de Assis Monteiro	
DOI 10.22533/at.ed.3872004022	
CAPÍTULO 3	11
MUDANÇAS NAS PRÁTICAS DE PREPARO DE ÁREA PARA O CULTIVO REALIZADAS POR AGRICULTORES FAMILIARES DO MUNICÍPIO DE MEDICILÂNDIA-PA	
Guilherme Coelho Britto	
Fabiola Andressa Moreira Silva	
DOI 10.22533/at.ed.3872004023	
CAPÍTULO 4	26
A QUEIMA SOBRE O SOLO	
Sandra Andréa Santos da Silva	
Ana Paula Cerqueira Santos	
Fábio Miranda Leão	
Jaime Barros dos Santos Júnior	
DOI 10.22533/at.ed.3872004024	
CAPÍTULO 5	33
FERTILIDADE DOS SOLOS EM CULTIVO DE CACAU EM ROÇA SEM QUEIMAR E CULTIVO DE CACAU COM USO DO FOGO	
Anderson Borges Serra	
Tatiana Deane de Abreu Sá	
Cláudio José Reis de Carvalho	
DOI 10.22533/at.ed.3872004025	
CAPÍTULO 6	52
OCORRÊNCIA DE INSETOS NOCIVOS E DE INIMIGOS NATURAIS, EM CACAUAIS, NO MUNICÍPIO DE MEDICILÂNDIA-PARÁ	
Pedro Celestino Filho	
Miguel Alves Júnior	
DOI 10.22533/at.ed.3872004026	

CAPÍTULO 7	60
AVALIAÇÃO DO NÍVEL DE DOENÇAS EM DIFERENTES SISTEMAS DE PRODUÇÃO DO CACAU NO MUNICÍPIO DE MEDICILÂNDIA-PA	
Miguel Alves Júnior	
Pedro Celestino Filho	
Bruno da Costa Venturin	
Luciana da Costa Antonio	
DOI 10.22533/at.ed.3872004027	
CAPÍTULO 8	65
FUNGOS ENTOMOPATOGÊNICOS, UMA ALTERNATIVA VIÁVEL	
Simone Maria Costa de Oliveira Moreira	
Djair Alves Moreira	
João Lúcio de Azevedo	
Bruno da Costa Venturin	
DOI 10.22533/at.ed.3872004028	
CAPÍTULO 9	73
INDUÇÃO DE RESISTÊNCIA AS DOENÇAS DO CACAUEIRO EM LAVOURAS NO MUNICÍPIO DE MEDICILÂNDIA-PA	
Miguel Alves Júnior	
Ailton Araújo	
Eielze Coelho Valente	
Jeosivan Andrade de Sousa	
Fabiana Oliveira de Sousa	
Weldes de Sousa Menezes	
Deraldo Ramos Vieira	
DOI 10.22533/at.ed.3872004029	
CAPÍTULO 10	84
SELEÇÃO PARTICIPATIVA DE MATRIZES DE CACAUEIROS EM LAVOURAS DO ROÇA SEM QUEIMAR PARA OBTENÇÃO DE PLANTAS PRODUTIVAS E GENETICAMENTE PROMISSORAS	
Sebastião Geraldo Augusto	
Djair Alves Moreira	
Ailton Araújo	
Denise Reis do Nascimento	
Bruno da Costa Venturin	
Israel Alves de Oliveira	
DOI 10.22533/at.ed.38720040210	
CAPÍTULO 11	90
A CONSTRUÇÃO DOS SABERES AGROECOLÓGICOS NO PROJETO ROÇA SEM QUEIMAR	
Maristela Marques da Silva	
DOI 10.22533/at.ed.38720040211	
SOBRE OS ORGANIZADORES.....	101
SOBRE OS AUTORES	102

FERTILIDADE DOS SOLOS EM CULTIVO DE CACAU EM ROÇA SEM QUEIMAR E CULTIVO DE CACAU COM USO DO FOGO

Anderson Borges Serra
Tatiana Deane de Abreu Sá
Cláudio José Reis de Carvalho

RESUMO: A agricultura é uma atividade antrópica essencial para toda e qualquer sociedade, independentemente do nível de desenvolvimento. A grande questão contemporânea é saber como mantê-la produtiva sem afetar drasticamente os diferentes ecossistemas terrestres. O solo pode ser considerado a base de sustentação dos sistemas agrícolas. Assim, perdas nas propriedades, que reduzam a capacidade de sustentar o crescimento vegetal ou que impliquem riscos ambientais, causam impacto negativo de grande significação para as comunidades rurais, com repercussões no meio urbano. Entre os fatores que tornam o solo insustentável em termos produtivos e ambientais, está o uso do fogo como forma de limpeza das áreas para a implantação de cultivos agrícolas. O fogo, uma das mais antigas tecnologias incorporadas aos sistemas de produção, é utilizado até os dias atuais, por facilitar a limpeza da área e por tornar os nutrientes da vegetação prontamente disponíveis para a fase de cultivo, através das cinzas. Apesar disso, constitui grande problema devido aos seus efeitos negativos. Foi dentro desse contexto, que um grupo de

agricultores familiares, sob articulação de uma organização regional, a Fundação Viver, Produzir e Preservar (FVPP), resolveu iniciar uma experiência objetivando testar práticas de implantação de sistema agrícolas sem o uso do fogo, pretendendo manter a fertilidade do solo. Esses sistemas alternativos, que se convencionou chamar de “Roça Sem Queimar”, são caracterizados pela implantação de Sistemas Agroflorestais baseados nos princípios da agroecologia. O presente estudo busca entender de que forma esses “sistemas de roça sem queimar”, podem influenciar na manutenção da sustentabilidade do solo, perpetuando sua capacidade de colheita e renovação da biomassa dos sistemas. Para tanto, foram estudados como indicadores de sustentabilidade do solo alguns atributos ligados à matéria orgânica e a biomassa microbiana do solo, por haver uma crescente percepção de considerá-los indicadores de sustentabilidade. Foram feitas coletas de solo nos municípios de Medicilândia e Uruará no Pará, no final do período seco, janeiro de 2005, em quatro diferentes profundidades. Os sistemas escolhidos para serem acompanhados tinham como componente principal o cacau, por ser uma cultura importante economicamente na região Transamazônica e Xingu. Os resultados permitem dizer que os agroecossistemas de “roça sem queimar”, são capazes de estocar

grandes quantidades de material orgânico, com tendência para estoque de carbono e manutenção da fertilidade do solo, tornando-se, portanto, uma prática agrícola promissora para o desenvolvimento da agricultura familiar em bases sustentáveis.

PALAVRAS-CHAVE: Alternativa ao uso do fogo. Indicadores de sustentabilidade do solo. Matéria orgânica do solo.

INTRODUÇÃO

A agricultura é uma atividade antrópica essencial para toda e qualquer sociedade, independentemente do nível de desenvolvimento. A grande questão contemporânea é saber como mantê-la produtiva sem afetar drasticamente os diferentes ecossistemas terrestres (GUALBERTO et al., 2003). O desenvolvimento da agricultura nos ambientes tropicais evolui à custa da perda progressiva dos recursos naturais, em função da perda da biodiversidade associada à remoção da vegetação original e consequente degradação do solo, em função da redução da fertilidade e aumento da erosão. A definição de um manejo sustentável do solo requer o entendimento do funcionamento do ecossistema em resposta às práticas agrícolas utilizadas.

O solo pode ser considerado a base de sustentação dos sistemas agrícolas. Perdas na fertilidade dos solos que reduzam a capacidade de sustentar o crescimento vegetal ou que impliquem riscos ambientais, causam impacto negativo de grande significação para as comunidades rurais, com repercussões no meio urbano. Por outro lado, a melhoria do ambiente edáfico tem efeitos positivos sobre todo o ambiente, revestindo de grande importância o conhecimento da qualidade do solo e sua quantificação via indicadores físicos, químicos e biológicos (REICHERT et al., 1990). São vários os fatores que contribuem para a perda da fertilidade dos solos, como por exemplo: i) retirada da vegetação natural (MARCHIORI JÚNIOR; MELO, 2000); ii) cultivo contínuo e intensivo (PAIVA et al., 2001); iii) retirada dos nutrientes do sistema pelas colheitas sucessivas (ALVIN, 1989); iv) sistemas de cultivo com revolvimento do solo (GONÇALVES; CERETTA, 1999) e v) uso da mecanização (ALVARENGA; DAVIDE, 1999).

Entre os fatores que tornam o solo insustentável em termos produtivos e ambientais, está o uso do fogo como forma de limpeza das áreas para a implantação de cultivos agrícolas (FEARNSIDE, 1993; HOMMA, 1998; NEPSTAD et al., 1999). O fogo, uma das mais antigas tecnologias incorporadas aos sistemas de produção, é utilizado por facilitar a limpeza da área e por tornar os nutrientes da vegetação prontamente disponíveis para a fase de cultivo, através das cinzas (CERRI et al., 1985; EMBRAPA AMAZÔNIA ORIENTAL, 2002; KATO; KATO, 1999).

Contudo, o uso do fogo gera efeitos negativos devido a perdas de nutrientes chegando a valores como 96% do nitrogênio, 47% do fósforo, 48% do potássio, 35% do cálcio, 40% do magnésio e 76% do enxofre, comprometendo a sustentabilidade

do sistema (EMBRAPA AMAZÔNIA ORIENTAL, 2002). O problema relacionado ao fogo é especialmente relevante na Amazônia devido à perda de biodiversidade da floresta. Na região Amazônica, o uso do fogo além do imediato comprometimento na fertilidade do solo, ganha maior repercussão pelo impacto ambiental causado, pois com o desmatamento que o antecede, contribui para a diminuição da biodiversidade da floresta amazônica (FEARNSIDE, 2003), e emissão de gases do efeito estufa (NOBRE, 2002). O objetivo deste estudo foi verificar o impacto na fertilidade de solos em cultivos de cacau que utilizam o fogo no preparo da área e cultivo de cacau sem uso do fogo, em sistema de roça sem queimar. Para tanto, foram analisados alguns dos principais indicadores de fertilidade dos solos e partiu-se da hipótese de que o sistema de cultivo de cacau em roça sem queimar apresente o melhor desempenho em termos de fertilidade.

REVISÃO DE LITERATURA

Os principais indicadores de fertilidade dos solos são relacionados ao teor de matéria orgânica do solo e à atividade microbiana do solo. O teor de matéria orgânica por sua vez é medido pelo estoque de serapilheira no solo, carbono orgânico, nitrogênio total, relação carbono orgânico e nitrogênio total. A atividade microbiana do solo é medida pelo carbono da biomassa microbiana, relação carbono microbiano e carbono orgânico, respiração basal e quociente metabólico, dado pela relação entre respiração basal e carbono microbiano.

Serapilheira

O compartimento formado pela serapilheira e pelo solo é o sítio de todas as etapas da decomposição da matéria orgânica e da ciclagem de nutrientes. Entretanto, não significa que os diversos fenômenos envolvidos nesse processo ocorram exclusivamente nessa estreita porção de ambiente, porque assim que um tecido vegetal é formado, começa a ocorrer a sua decomposição. É na serapilheira que se concentram os organismos responsáveis pela tarefa de fragmentar as cadeias carbônicas, elaboradas de maneira complexa pelos outros organismos autotróficos (CORREIA; ANDRADE, 1999).

O conjunto serapilheira-solo não só representa fonte de carbono e energia para os organismos do solo, mas também o habitat onde todas as ações do organismo ocorrem, garantindo a sua sobrevivência e reprodução. A serapilheira é a porção mais dinâmica desse conjunto e, possivelmente, a mais variável não só entre ecossistemas, mas também dentro de um mesmo ecossistema (CORREIA; ANDRADE, 1999). Parte do processo de retorno de matéria orgânica e de nutrientes para o solo se dá através da produção de serapilheira, sendo considerada o meio

mais importante de transferência de elementos essenciais da vegetação para o solo (VITAL et al., 2004).

Matéria Orgânica do Solo

A Matéria Orgânica do Solo (MOS) é toda fração orgânica, localizada abaixo da superfície do solo, e consiste de matéria morta (98% do total de carbono orgânico do solo) e viva (raramente ultrapassa 4% do total de carbono orgânico do solo), que provenha de plantas, microrganismos, da meso e macrofauna morta, e de resíduos de animais e microrganismos do solo (VAZ DA SILVA; PASCAL, 2000).

A matéria orgânica do solo se constitui num componente importante da fertilidade do mesmo, segundo acredita a maioria dos autores, a despeito do fato de, ultimamente, terem surgido algumas controvérsias a esse respeito. A matéria orgânica exerce múltiplos efeitos sobre as propriedades físicas, químicas e biológicas do terreno, com efeito no nível de fertilidade e produtividade dos solos (MELLO et al., 1989).

A matéria orgânica do solo é citada em diversas literaturas sobre o assunto como uma das variáveis capazes de detectar as alterações na qualidade do solo em função do manejo, por conseguinte, como indicador da boa fertilidade do solo (KAISER et al., 1995; VAZ DA SILVA; PASCAL, 2000; FEIDEN, 2002).

O consenso em relação a Matéria Orgânica (MO) como indicador de qualidade do solo emana de dois fatores principais. O primeiro, o teor de matéria orgânica no solo é muito sensível em relação às práticas de manejo, principalmente nas regiões tropicais e subtropicais, onde, nos primeiros anos de cultivo, mais de 50% da MO previamente acumulada é perdida por diversos processos, entre esses, a decomposição microbiana e a erosão. Segundo a maioria dos atributos do solo e do ambiente relacionados às funções básicas do solo, citadas na definição, tem estreita relação com a MO. Destacam-se a estabilidade dos agregados, estrutura, infiltração e retenção de água, resistência à erosão, atividade biológica, Capacidade de Troca de Cátions (CTC), disponibilidade de nutrientes para as plantas, lixiviação de nutrientes, liberação de CO₂ e outros gases para a atmosfera.

A adição de materiais orgânicos é fundamental à qualidade do solo, caracterizando-se pela liberação gradativa de nutrientes, que reduz processos como lixiviação, fixação e volatilização, embora dependam essencialmente da taxa de decomposição, controlada pela temperatura, umidade, textura e mineralogia do solo, além da decomposição química do material orgânico utilizado (LEITE et al., 2003).

Os estoques de matéria orgânica do solo e seus compartimentos são importantes na disponibilidade de nutrientes, agregação do solo e no fluxo de gases do efeito estufa entre a superfície terrestre e a atmosfera (LEITE et al., 2003). A matéria orgânica do solo representa o principal reservatório de energia para os microrganismos e de nutrientes para as plantas. O declínio ou acréscimo da matéria

orgânica serve para mensurar a preservação dos ecossistemas naturais e os desequilíbrios dos agroecossistemas, ou seja, é utilizado como critério na avaliação da sua sustentabilidade (KAISER et al., 1995 apud PEREZ; RAMOS, 2004).

Carbono Orgânico do Solo

O carbono orgânico é o elemento de maior participação na composição da matéria orgânica do solo. Portanto, comumente ele é usado para dosar a quantidade de MO do solo, pela convenção de que a matéria orgânica do solo é constituída de 58% de carbono orgânico (MELLO, 1989).

Estudos a respeito do carbono orgânico do solo sob diferentes sistemas fornecem subsídios importantes para a avaliação da qualidade do solo. Existe interesse cada vez mais na identificação dos sistemas de manejo de culturas e pastagens que promovam a melhoria do estoque de carbono no solo (FREITAS et al., 2000). O menor teor do carbono orgânico estocado no solo está diretamente relacionado com o aumento da emissão de CO₂ para a atmosfera, que pode estar aumentando o efeito estufa. Isso porque o gás carbônico é um dos principais gases causadores desse efeito e cujas emissões no mundo cresceram vertiginosamente nos últimos 40 anos (ROCHA, 2000). Daí a importância do acompanhamento dos sistemas de roça sem queimar, pelo indicador do carbono orgânico do solo.

Nitrogênio Total do Solo

O nitrogênio ocupa uma posição de destaque entre os elementos essenciais ao desenvolvimento das plantas. Apesar de apresentar-se na camada arável do solo, em alguns casos em quantidades relativamente elevadas (mais de 7.000 kg ha⁻¹), sua baixa disponibilidade, somada à grande necessidade pelos vegetais, faz com que seja um dos nutrientes mais limitantes à produtividade da maioria das culturas. Sua baixa disponibilidade é decorrente de que 95% ou mais do nitrogênio do solo encontra-se complexado na forma orgânica, sendo somente uma pequena parte mineralizada pela microbiota do solo durante o ciclo de uma determinada cultura (CAMARGO, 1996).

Relação entre Carbono Orgânico/Nitrogênio Total

A relação C/N da matéria orgânica do solo em geral varia entre 10/1 e 12/1, podendo ser maior ou menor, de acordo com o estado de decomposição da matéria orgânica (MELLO, 1989). A relação C/N tem sido comumente usada como indicador da qualidade da matéria orgânica do solo (BAYER; MIELNICZUK, 1997; MERCADANTE et al., 2000).

Carbono da Biomassa Microbiana do Solo

A Biomassa Microbiana do Solo (BMS) é definida como o componente microbiano vivo e é composta de bactérias, fungos, microfauna e algas. A atividade dos microrganismos que compõem a biomassa microbiana, incluindo bactérias, actinomicetos, fungos, protozoários, algas e microfauna, resulta na decomposição da matéria orgânica do solo, participando diretamente do ciclo-biogeoquímico dos nutrientes e, conseqüentemente, mediando a sua disponibilidade no solo (MERCADANTE et al., 2000). Assim, a biomassa microbiana representa o compartimento central do ciclo de composição dos resíduos vegetais existentes sobre a superfície do solo, pode funcionar como compartimento de reserva, dreno ou como catalisador na decomposição da matéria orgânica (PAUL; CLARK, 1989).

A BMS é fonte potencial de nutrientes para plantas por ser o compartimento de mais rápida ciclagem que ocorre a matéria orgânica. A sua quantificação é essencial para estudos da dinâmica de nutrientes e da matéria orgânica, facilitando o entendimento de processos biológicos em solos. Estimativas de C e N da biomassa microbiana do solo, juntamente ao carbono orgânico e nitrogênio orgânico total do solo e respiração basal microbiana, fornecem índices que podem funcionar como parâmetros cinéticos para o estudo da dinâmica do C e N do solo (VASCONCELOS, 2002).

A quantificação da BMS em sistemas agrícolas é essencial nos estudos de ciclagem da matéria orgânica e de nutrientes, pois permite avaliar a contribuição da biomassa microbiana na decomposição da matéria orgânica e, conseqüentemente, na fertilidade dos solos (GAMA-RODRIGUES, 1997). A importância da quantificação da biomassa microbiana deve-se, portanto, à conveniência de usá-la como um índice mais sensível das alterações edáficas oriundas de dado manejo, por ser o compartimento de mais rápido “turnover” da matéria orgânica do solo (GAMA-RODRIGUES, 1997). São diversos os fatores ambientais bióticos e abióticos que interferem na biomassa microbiana, fatores químicos - teores de carbono e nitrogênio, relações com plantas, pH do solo, metais pesados e pesticidas, fatores físicos - textura, estrutura, microclima do solo, interações tróficas, protozoários e nematoides, ácaros e colêmbolos e macrofauna.

A manutenção da produtividade dos ecossistemas agrícolas e florestais depende, em grande parte, do processo de transformação da matéria orgânica e, conseqüentemente, da biomassa microbiana do solo. Esta representa um importante componente ecológico, pois é responsável pela decomposição e mineralização dos resíduos vegetais no solo, que são constituídos por material facilmente e lentamente decomposto e material recalcitrante. Sendo também responsável pelos fluxos de C dos constituintes da matéria orgânica velha, de compostos recalcitrantes não protéidos

e de material microbiano. Assim, a biomassa microbiana seria o compartimento central do ciclo de C no solo, e de acordo com as condições edafoclimáticas do ecossistema e da qualidade da serapilheira, poderia funcionar como compartimento de reserva, dreno, ou como um catalisador na decomposição da matéria orgânica (PAUL; CLARK, 1989 *apud* GAMA-RODRIGUES, 1997).

A biomassa microbiana responde rapidamente à adição de carbono (C) e nitrogênio (N) prontamente disponíveis, o que sugere que a maioria dos componentes da microflora está limitada pelo C e pelo N (GAMA-RODRIGUES, 1997). A quantidade e qualidade dos resíduos vegetais nos sistemas produtivos provocam alterações na composição da comunidade microbiana, influenciando a sua taxa de decomposição. Neste sentido, os sistemas de manejo do solo atuam diretamente na persistência dos resíduos no solo, no tamanho da biomassa microbiana e, conseqüentemente, na sustentabilidade dos agroecossistemas. Assim, a biomassa microbiana pode ser utilizada para indicar o nível de degradação do solo, em função do sistema de manejo utilizado (GAMA-RODRIGUES, 1997).

Considerando que os princípios que nortearam as técnicas e práticas agrícolas no processo de implantação do cacau nas roças passa basicamente pela preocupação na produção de biomassa vegetal para fins de depósito no solo, parte-se do princípio de que estas estratégias serão “sentidas” pelo indicador “biomassa microbiana do solo”.

Respiração Basal

A atividade dos microrganismos é medida em termos metabólicos, através de indicadores do CO₂ liberado, O₂ absorvido, atividades enzimáticas e caloríficas, P e S mineralizados. O termo respiração do solo é definido como a absorção de O₂ e/ou liberação de CO₂ pelas entidades vivas e metabolizantes do solo. Já a respiração microbiana é definida como a absorção de O₂ ou a liberação de CO₂ pelas bactérias, fungos, algas e protozoários no solo, incluindo as trocas gasosas que resultam de ambos os metabolismos aeróbio e anaeróbio. A vantagem de se medir CO₂, ao invés de O₂, está no fato do CO₂ refletir a atividade tanto de microrganismos aeróbios quanto de anaeróbios (GAMA-RODRIGUES, 1997).

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Área de Estudo

A experiência de roça sem queimar está localizada no município de Medicilândia, em propriedade de agricultor familiar. Medicilândia está situada à 90 km, na Rodovia Transamazônica (BR-230), no sentido Altamira para Itaituba, região sudoeste do

Pará (Figura 1).

O clima na região da área de estudo é caracterizado por temperatura do ar sempre elevado, com média térmica anual de 25,6°C e valores médios para a máxima de 31°C e para a mínima de 22,5°C. A umidade relativa apresenta valores acima de 80% em quase todos os meses do ano. A pluviosidade se aproxima dos 2.000mm anuais, entretanto, é um tanto irregular durante o ano. A estação chuvosa coincide com os meses de dezembro a junho e, a menos chuvosa, de julho a novembro (CEPLAC, 1994).

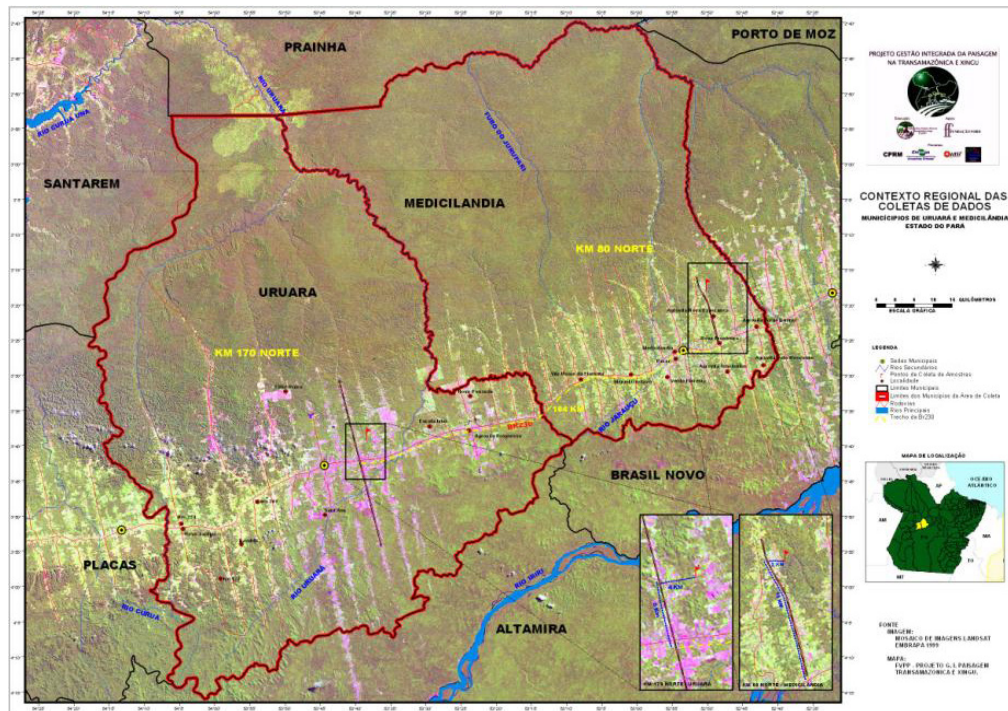


Figura 1. Mapa de localização das áreas onde foram feitas as coletas de campo. Municípios de Medicilândia e Uruará.

Fonte: Laboratório de Sensoriamento Remoto da FVPP - Altamira, Pará.

A vegetação é representada, em sua maior extensão, pela Floresta Densa Xingu Tapajós, pela Floresta Densa Submontana da sub-região da superfície arrasada da Serra dos Carajás e pela Floresta Densa de baixo platôs. Às margens da rodovia Transamazônica, intensos desmatamentos propiciaram o aparecimento da Floresta Secundária ou Capoeira.

Os solos são representados, em maior percentagem, pelo Latossolo Amarelo distrófico, em várias associações, incluindo a Areia Quantzosa distrófica. Concrecionário Laterítico. Hidromórficos Indiscriminados e Gleyzados, até Latossolo Vermelho. Em pequena ocorrência, em Medicilândia e Uruará, está o Podzólíio Vermelho-Amarelo, também em associações com Solos Litólicos distróficos, Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico e Concrecionário Laterítico. Com grande presença nos dois municípios, em torno de 28% de sua área, está presente a Terra Roxa Estruturada eutrófica em associações com Latossolo Vermelho distrófico ou

com Latossolo Roxo distrófico (CEPLAC, 1994; RADAM BRASIL 1973).

As Experiências de Cultivo de Cacau com e sem Uso do Fogo

As áreas selecionadas para a pesquisa são de cultivo de cacau com seis anos de idade. Foram implementados em área com cobertura de vegetação secundária com idade de 15 anos, onde outrora havia sido implantado o cultivo de arroz por três anos consecutivos depois da derrubada da floresta primária. Foram feitas coletas em três locais, uma área de roça sem queima, uma de cacau com fogo e outra de floresta nativa (Figura 2).



Figura 2. Cultivo do cacau sem fogo (A e B) e com fogo (C e D) em Medicilândia-PA.

Fonte: Anderson Serra.

O cultivo de cacau sem uso do fogo em Medicilândia-PA foi feito em sistema abafado, com uso de mucuna-preta e banana. O cacau é plantado com árvores para fins madeireiros como mogno (*Swietenia macrophylla*), jacarandá (*Jacaranda mimosifolia*) e craubeira (*Tabebuia aurea*), frutos de açaí (*Euterpe oleracea*) e espécies para produção de matéria orgânica e cobertura do solo {feijão guandu (*Cajanus cajan*), feijão de porco (*Canavalia ensiformis*) e urucum (*Bixa orellana*)}. Para o cacau implantado com fogo em Medicilândia foi utilizada a bananeira para sombreamento provisório e produção de frutos, teca (*Tectona grandis*) e mogno, para o sombreamento definitivo e fins madeireiros.

Coleta e Preparo das Amostras no Campo

As coletas de solo foram para representar a heterogeneidade de cada sistema estudado, e que tivesse um número mínimo de amostras para proceder à uma análise de variância, com comparação de medias entre os resultados analisados. Para tanto, foram feitas 18 perfurações (amostras simples), que foram retiradas para fazer 06 amostras compostas. De cada três simples, fez-se uma amostra composta. As profundidades foram cinco, sendo: Interface, 0-5cm, 5-10cm, 10-20cm e 20-30cm.

Foram realizados dois pontos de coleta sendo um na linha da planta de cacau na projeção da copa a 30cm da base do caule e outra na entrelinha do cacau equidistante dos “pés” de cacau (Figura 3).

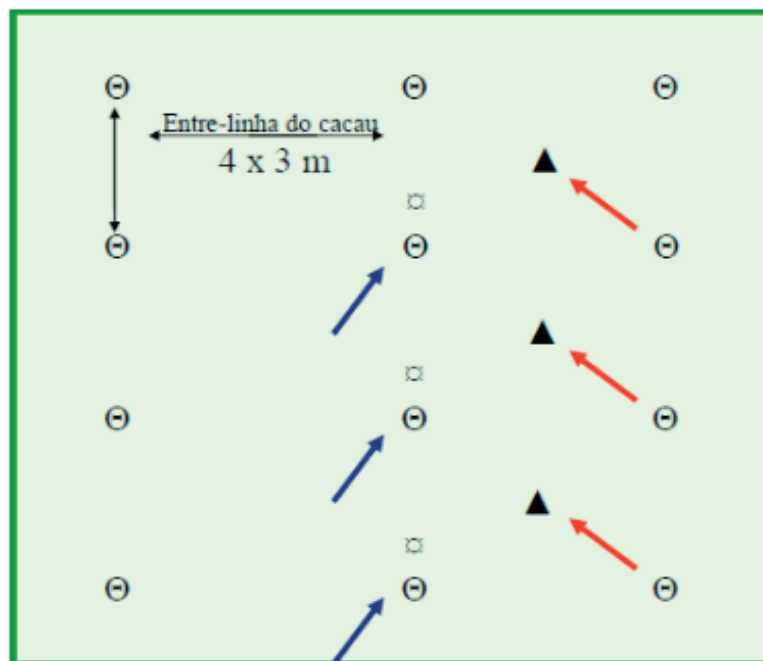


Figura 3. Croqui da área de coleta de solos. ⊖ Planta de cacau; ☼ Ponto de coleta na “linha do cacau” (projeção da copa), 30cm da planta (seta azul) - interrese em verificar a influência da produção vegetal de cacau e ▲ Ponto de coleta na “entre linha do cacau”, eqüidistante dos “pés” de cacau (seta vermelha) - interrese em verificar a influência da produção das leguminosas. Esquema válido para as áreas com queima e sem queima de Medicilândia, e sem queima para Uruará. As duas áreas de mata, em Medicilândia e Uruará, foram feitas com distância de 5m entre as amostras, em linha reta.

As coletas foram feitas em dois momentos, em junho de 2004, final do período chuvoso, e janeiro de 2005, que na verdade já é mês com precipitação em alta (CEPLAC, 1994), porém o ano de 2005 foi um ano atípico, e ainda não havia começado a chover de forma acentuada. Houve problema no manuseio das amostras coletadas em junho. Misturou-se as amostras simples de tal maneira que ficaram apenas duas amostras compostas para cada área, impossibilitando ao procedimento da análise estatística. Dessa forma, os dados apresentados e discutidos referem-se

às amostras coletadas em janeiro de 2005, fim de período seco nos sistemas, com seis repetições para cada sistema estudado. Com exceção dos sistemas em área de mata, que foram feitas apenas nove amostras simples, contabilizando três amostras compostas.

As amostras foram passadas em peneira de 2,0mm (terra fina) e homogeneizadas. Em seguida foram retiradas as raízes e resíduos visíveis de plantas e animais, e armazenadas em sacos plásticos, sendo protegidas da luz e mantidas em caixas térmicas, antes de serem transportadas para o laboratório. Em cada sistema, foi feita uma trincheira, onde retirou-se solo para cálculo da Densidade Aparente (DA) (peso seco do solo coletado/volume do cilindro usado para a coleta). Esse solo usado para o cálculo da DA, foi usado também para a análise granulométrica (Figura 4).



Figura 4. Coleta de serapilheira e interface do solo (A e B) e coleta de solos (C e D).

Fonte: Anderson Serra.

Análise em Laboratório

As características químicas e granulométricas do solo foram analisadas segundo Embrapa (1997). A quantidade de serapilheira foi calculada segundo Embrapa Amazônia Oriental (2002). O material em campo para quantificação da serapilheira foi coletado utilizando quadrados de 0,25m, onde foram retiradas folhas, galhos e cascas acima do solo e secos em estufa a 105^o C. O cálculo utilizado para serapilheira foi $BH (t/ha) = (PSM/PFM) \times (PFT \times 4) \times 0,04$ Onde: BH = biomassa da serapilheira, matéria seca, PSM = peso seco da amostra coletada, PFM = peso

fresco da amostra coletada, PFT = peso fresco total por metro quadrado (no caso, multiplicou-se por 4, pois foram feitas coletas em quadrados com $\frac{1}{4}$ de metro – 0,25m.), e 0,04 = fator de conversão.

A matéria orgânica foi calculada pelo método de perda por ignição. Foram pesados cerca de 20g de Terra Fina Seca ao Ar (TFSA), com repetição, colocados em estufa a 105°C por 24 horas. Depois colocados em mufla por 550°C por 3 horas. A percentagem de matéria orgânica (%MO) foi calculada pela fórmula $\%MO = (\text{Peso estufa} - \text{peso mufla}) * 100 / (\text{Peso seco})$, segundo o preconizado por (ALEF, 1995). O carbono orgânico do solo foi determinado por colorimetria (absorbância de 590nm) a partir da oxidação da matéria orgânica com solução sulfocrômica e aquecimento (BAKER, 1976 *apud* ANDERSON; INGRAM, 1993). O nitrogênio total foi determinado pela digestão do solo com ácido sulfúrico e água oxigenada, seguida de destilação a vapor (Kjeldahl) com hidróxido de sódio e titulação do coletado com indicador de ácido bórico e ácido clorídrico (ALEF, 1995).

Os dados de MOS, Corg e Ntotal, foram trabalhados em estoque total por área, usando a fórmula proposta por Freixo et al. (2002). O Carbono da Biomassa Microbiana do Solo foi calculado utilizando o método de fumigação-extração para estimar o C, previsto por (VANCE et al., 1987; TATE et al., 1988). A determinação do C microbiano foi realizada pelo método colorimétrico (absorbância de 590nm) a partir de uma alíquota do extrato juntamente com solução sulfocrômica e aquecimento (ANDERSON; INGRAM, 1993). Para o cálculo do C microbiano, utilizou-se a seguinte equação: $C\text{-BM} = (F - NF) / K_{ec}$, onde C-BM = C da biomassa microbiana em g de C por g de solo seco; F = quantidade de C extraído na amostra fumigada em g; NF = quantidade de C extraído na amostra não fumigada em g; e K_{ec} = fator de eficiência de extração de C para a determinação do C-BM, foi utilizado K_{ec} de 0,35 aperfeiçoado para solos da região amazônica pelo laboratório de ecofisiologia da Embrapa Amazônia Oriental.

A respiração basal da biomassa microbiana do solo foi realizada pela quantificação do CO₂ desprendido no processo de respiração microbiana, durante a oxidação dos compostos orgânicos. Para isso, 20 gramas de solo (TFSA), livres de raízes e possíveis insetos, foram incubados em frascos de plástico hermeticamente fechados, contendo um frasco menor com 20mL de NaOH 0,5 N para capturar o CO₂. Após 3 dias de incubação, os frascos com NaOH foram retirados e o CO₂ desprendido foi determinado por titulometria com HCl 0,5 N, após a precipitação do carbonato de sódio pela adição de 2mL de solução aquosa saturada de cloreto de bário (ALEF, 1995).

Análise Estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância, teste de comparação de médias, à 5% de probabilidade, teste de TUKEY (PIMENTEL GOMES, 1990). O

programa estatístico usado foi o SIGMASTAT 3.1 (SYSTAT, 2004). As tabelas e dados foram trabalhadas em no programa *Microsoft Excel* - versão 2003 e programa QuatroPRO - Corel 2005.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Serapilheira

O sistema de Roça Sem Queimar possui a maior quantidade de serapilheira, seguido pela área de floresta nativa. Os valores encontrados confirmam a tese de que a serapilheira é variável de acordo com o ecossistema considerado e seu estágio de sucessão da vegetação (DELITTI, 1989).

A expressiva quantidade de serapilheira em sistema de cultivo sem uso do fogo demonstra a influência do incremento de leguminosas. Leguminosas arbóreas que tem grande capacidade de produção de biomassa vegetal e desenvolvem-se de forma vigorosa mesmo em solos de baixa fertilidade natural (CORREIA; ANDRADE, 1999).

A maior quantidade de serapilheira em sistema de roça sem queimar contribui positivamente para a fertilidade do solo porque o material em decomposição no solo reduz a evapotranspiração e a perda de matéria orgânica e estimula a atividade de comunidades microbianas, através do aumento da densidade e diversidade de todos os grupos da fauna de solo (CORREIA; ANDRADE, 1999). Trabalho realizado por Martins et al. (1990), atestou a relação entre o aumento de serapilheira e a introdução de mucuna-preta em cultivos.

A baixa quantidade de serapilheira no sistema de cacau convencional deve-se ao uso do fogo como prática para a limpeza da área de cacau. Com a queima da vegetação, a quantidade de resíduos vegetais sobre o solo decresce. A quantidade de serapilheira diminui significativamente depois da queima, e continua decrescendo com o tempo (MARTINS et al., 1990). A queima da vegetação para a introdução de cultivos tem efeito negativo na microfauna do solo porque diminui ou esgota os alimentos da microfauna, assim como desestrutura o seu respectivo habitat (CORREIA; ANDRADE, 1999).

Matéria Orgânica do Solo

Não há diferença significativa entre os sistemas de cacau em roça sem queimar e cacau em sistema convencional. Muito embora o uso do fogo tenha reflexo direto na diminuição da Matéria Orgânica do Solo, sendo prejudicial à fertilidade, os sistemas estudados apresentam resultados similares devido à alta fertilidade do solo e a diminuição da matéria orgânica em cultivo sem uso do fogo.

O alto teor de argila comum em solos de tipo Terra Roxa, o que ocorre na área estudada, influencia na estabilidade de matéria orgânica do solo segundo Geraldês e colaboradores (1995), enquanto que a diminuição do teor de matéria orgânica do solo não ocorre necessariamente devido à redução na quantidade de resíduos adicionados, mas também ao aumento da atividade microbiana, que por sua vez é maior em contextos de sistemas de produção que fazem pouco ou nenhum uso do fogo (STEVENSON, 1982 *apud* MALCHIORI JÚNIOR; MELO, 1999).

Carbono Orgânico do Solo

Há mais Carbono Orgânico do Solo em área de cultivo de roça sem queimar. Estoques crescentes de matéria orgânica em solos amazônicos foram atribuídos ao aumento da fitomassa e produção de matéria orgânica bruta com a sucessão vegetal (VIEIRA, 1996), o que se confirma com este estudo, haja vista que em sistema de roça sem queimar há grande incremento de matéria orgânica devido à presença de leguminosas. A quantidade de carbono orgânico acumulado no solo depende fundamentalmente da quantidade de massa seca produzida pelos sistemas de cultura (GONÇALVES; CERETTA, 1999).

O estoque de Carbono Orgânico do Solo na área de mata é maior do que na área queimada, porque em solos com cobertura vegetal natural, o Carbono Orgânico do Solo encontra-se em equilíbrio dinâmico, com teores praticamente constantes com o tempo. O equilíbrio é alterado quando o solo é submetido ao cultivo, e um novo equilíbrio é atingido num nível que varia em razão das características do sistema de manejo adotado. Em sistemas de cultivo que não realizam o uso do fogo, a quantidade de Carbono Orgânico do Solo tende para o equilíbrio encontrado em área de vegetação natural (GONÇALVES; CERETTA, 1999).

Nitrogênio Total do Solo

O sistema de roça sem queimar obteve o melhor resultado para o Nitrogênio Total do Solo, enquanto que os valores encontrados em cacau com uso do fogo e floresta são similares. O uso de leguminosas em sistema de roça sem queimar tem influência no desempenho do Nitrogênio Total do Solo devido à fixação de nitrogênio do ar no solo a partir da atividade de bactérias do gênero *Rhizobium*, o que também foi confirmado por Leite et al. (2003), como também a maior atividade microbiana que é promovida pela maior adição de material orgânico proveniente das leguminosas. A prática de adubação verde, com uso de leguminosas resulta em menor necessidade de utilização de adubos nitrogenados minerais, para que altas produtividades sejam

alcançadas (BARRETO; FERNANDES, 1999).

Relação Carbono Orgânico e Nitrogênio Total (C org./N total)

As áreas de roça sem queimar também apresentaram os melhores resultados para a relação (C org./N total). Tal resultado está ligado a qualidade da matéria orgânica devido ao uso de leguminosas, o que também foi confirmado por Amado et al. (1996). Mudanças nos teores de N total estão relacionados à uma série de fatores como clima, pH e propriedades físicas do solo, mas estão relacionados principalmente ao aumento de atividade microbiana conforme estudos realizados por Longo (1999), ocasionado pelo maior incremento de leguminosas.

Carbono da Biomassa Microbiana

Carbono da Biomassa Microbiana também é maior em área de roça sem queimar. Áreas cultivadas que utilizam o fogo, este reduz a atividade microbiana e conseqüentemente o Carbono da Biomassa Microbiana, como atestado por Cerri et al. (1985). Com a remoção da cobertura vegetal, o ciclo de equilíbrio dinâmica na ciclagem de nutrientes é quebrado, alterando a qualidade e a quantidade de matéria orgânica. Conseqüentemente, há uma diminuição da atividade microbiana, principal responsável pela ciclagem de nutrientes e pelo fluxo de energia dentro do solo e que exerce grande influência tanto na transformação da matéria orgânica quanto da estocagem do carbono e minerais, ou seja, na liberação e na imobilização de nutrientes (MALAVOLTA, 1987). Os efeitos desta perturbação nas propriedades do solo interferem na capacidade de regenerar a floresta ou mesmo na produtividade para área de cultivos.

Respiração Basal

O menor valor de Respiração Basal foi encontrado em área de Roça Sem Queimar. Tal resultado é positivo e indica que a biomassa está se tornando mais eficiente para a liberação, pois tem a menor taxa de respiração. Segundo Espindola et al. (2001), o CO₂ decresce com o tempo de sucessão em um ecossistema, pois, na medida em que o ecossistema se desenvolve, ocorrem mais condições para a sobrevivência dos microrganismos no solo, reduzindo a energia de manutenção requerida. Segundo Balota et al. (1998), a respiração basal por unidade de biomassa microbiana diminui em agroecossistemas mais estáveis. Outra possibilidade, é a de que altos teores de C microbiano e baixos valores do quociente metabólico, sugerem que a biomassa microbiana, funciona como um compartimento de reserva de nutrientes, evitando perdas através de processos de lixiviação.

CONCLUSÕES

Os indicadores de fertilidade dos solos mostraram-se sensíveis às alterações ocorridas no solo nos manejos estudados, o que provou seu potencial para avaliação da fertilidade dos solos proposto na pesquisa.

O sistema de cultivo Roça Sem Queimar apresentou índices favoráveis à manutenção da sustentabilidade do solo, quando comparado ao sistema tradicional com uso do fogo. Em sistema de roça sem queima são reestabelecidos níveis de fertilidade dos solos que se assemelham a vegetação natural.

Os cultivos de cacau em roça sem queimar são capazes de estocar grandes quantidades de material orgânico, com tendência para estoque de carbono e manutenção da fertilidade do solo, tornando-se, portanto, uma prática agrícola promissora como uma estratégia para o desenvolvimento da agricultura em bases sustentáveis.

REFERÊNCIAS

- ALEF, K. **Soil Respiration: Methods in Applied Soil Microbiology and Biochemistry**. In: KASSEM, A.; NANNIPIERI, P. (Ed.). Estimation of Microbial Activities. New York: Academic Press. 1995. p. 215-220.
- ALVARENGA, M. I. N.; DAVIDE, A. C. Características físicas e químicas de um Latossolo vermelho-escuro e a sustentabilidade de agroecossistemas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 23, p. 933-942, 1999.
- ALVIM, P. de T. Tecnologias apropriadas para agricultura nos Trópicos Úmidos. **Revista Agrotrópica**. Ilhéus-BA v. 1, n. 1, p. 5-26, 1989.
- ANDERSON, J. M.; INGRAM, I. S. I. Tropical soil biology and fertility: a handbook of methods. Wallingford, UK: CAB Internacional, 1993.
- BALOTA, E. I.; et al., M. Biomassa microbiana e sua atividade em solos sob diferentes sistemas de preparo e sucessão de culturas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 22, p. 641-650, 1998.
- BARRETO, A. C.; FERNANDES, M. F. Produtividade de fitomassa de leguminosas para adubação verde, em solo de tabuleiro costeiro. **Revista Agrotrópica**. Ilhéus-BA, v. 11, n. 2, p. 899-916, 1999.
- BAYER, C. J.; MIELNICZUK, B. Características químicas do solo afetadas por métodos de preparo e sistemas de cultura. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 21, p. 105-112, 1997.
- CAMARGO, F. A. de O. **O fracionamento e dinâmica do nitrogênio orgânico em solos do Rio Grande do Sul**. 1996. Tese (Doutorado em Agronomia – Ciência do Solo) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1996.
- CERRI, C. C.; VOLKOFF, B.; EDUARDO, B. P. Efeito do desmatamento sobre a biomassa microbiana em latossolo amarelo da Amazônia. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 9, p. 1-4, 1985.
- CEPLAC. Aspectos agroclimáticos do Município de Medicilândia e Uruará, PA. Belém, PA, 1994. (Boletim técnico).

CORREIA, M. E. F.; ANDRADE, A. G. de. **Formação de serrapilheira e ciclagem de nutrientes**. In: SANTOS, G. A.; CAMARGO, F. A. O. (Ed.). Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais. Porto Alegre: Editora Gênese, 1999.

DELLITI, W. B. C. **Ciclagem de nutrientes minerais em matas ciliares**. In: SIMPÓSIO SOBRE MATA CILIAR, 1989, São Paulo. Anais... São Paulo: Fundação Cargill, 1989. p. 8898.

EMBRAPA. Manual de métodos de análises de solo. Rio de Janeiro, 1997.

EMBRAPA AMAZÔNIA ORIENTAL. Projeto Tipitamba: produzir sem queimar: Cartilha. Belém, PA, 2002.

ESPINDOLA, J. A. A.; et. al.; Flutuação sazonal da biomassa microbiana e teores de nitrato e amônio de solo coberto com *Paspalum notatum* em um agroecossistema. **Revista Floresta e Ambiente**, v. 8, n. 1, p. 104-113, jan./dez. 2001.

FEARNSIDE, P. M. A Floresta Amazônica nas mudanças globais. Manaus: INPA, 2003.

FEARNSIDE, P. M. Deforestation in Brazilian Amazônia: the effect of population and land tenure. **Ambio**, v. 22, n. 8, p. 537-545, 1993.

FEIDEN, A.; ALMEIDA, D. L. de; ASSIS, R. L. de. Processo de conversão de sistemas de produção convencionais para sistemas de produção orgânicos. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, v. 19, n. 2, p. 179-204. 2002.

FREITAS, P. L.; et. al.; Nível e natureza do estoque carbônico de latossolos sob diferentes sistemas de manejo. **Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, n. 1, p. 157-170. 2000.

FREIXO, A. A.; et. al.; Estoque de carbono e nitrogênio e distribuição de frações orgânicas de Latossolo do cerrado sob diferentes sistemas de cultivo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 26, n. 2, p. 425-434, 2002.

GAMA-RODRIGUES, E. F. **Carbono e nitrogênio da biomassa microbiana do solo e da serrapilheira de povoamento de eucalipto**. 1997. Tese (Doutorado) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

GERALDES, A. P. A.; CERRI, C. C.; FEILGL, B. J. Biomassa microbiana de solo sob pastagens na Amazônia. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 19, p. 55-60, 1995.

GUALBERTO, V.; MELLO, C. R.; NÓBREGA, J. C. A. O uso do solo no contexto agroecológico: uma pausa para reflexão. **Revista Informe Agropecuário**, v. 24, n. 220, p. 18-28, 2003.

GONÇALVES, C. N.; CERETTA, C. A. Plantas de cobertura de solo antecedendo o milho e seu efeito sobre o carbono orgânico do solo, sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 23, p. 307-313, 1999.

HOMMA, A. K. O. (Ed.). Amazônia: meio ambiente e desenvolvimento agrícola. Brasília, DF: EMBRAPA-SPI; Belém, PA: EMBRAPA-CPATU, 1998.

KAISER, E. A.; MARTENS, R.; HEINEMEYER, O. Temporal changes in soil microbial biomass carbon in the arable soil. **Plant and Soil**, v. 170, p. 287-295, 1995.

KATO, M. S. A.; KATO, O. R. **Preparo de Área sem Queima: uma alternativa para a agricultura de derrubada de Amazônia Oriental: aspectos agroecológicos**. In: SEMINÁRIO SOBRE MANEJO DA VEGETAÇÃO SECUNDÁRIA PARA A SUSTENTABILIDADE DA AGRICULTURA FAMILIAR DA AMAZÔNIA ORIENTAL, 1999, Belém, PA. Anais... Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2000.

(Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 69).

LEITE, L. F. C.; et. al. Estoques totais de carbono orgânico e seus compartimentos em argissolo sob floresta e sob milho cultivado com adubação mineral e orgânica. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 27, p. 821-832, 2003.

LONGO, R. M. **Modificações em parâmetros físicos e químicos de latossolos argilosos decorrentes da substituição de florestas e de cerrados por pastagens**. 1999. Tese (Doutorado) – Universidade de Campinas, Campinas, 1999.

MALAVOLTA, E. **Fertilidade dos solos da Amazônia**. In: VIEIRA, L. S.; SANTOS, P. C.T. C. (Ed.). *Amazônia: seus solos e outros recursos naturais*. São Paulo: Agronômica Ceres, 1987. p. 374-416.

MARCHIORI JÚNIOR, M.; MELLO, W. J. Carbono, carbono da biomassa microbiana e atividade enzimática em um solo sob mata natural, pastagem e cultura do algodoeiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 23, p. 257-263, 1999.

MARCHIORI JÚNIOR, M.; MELO, J. de. Alterações na matéria orgânica e na biomassa microbiana em solo de mata natural submetido a diferentes manejos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, n. 6, p. 1177-1182, jun. 2000.

MARTINS, P. F. da S.; et. al.; Consequências do cultivo e do pousio sobre a matéria orgânica do solo sob floresta natural na Amazônia Oriental. **Revista Acta Amazônica**, v. 20, p. 19-28, 1990.

MELLO, F. de A. F.; et. al.; Fertilidade do solo. 3. ed. São Paulo: Nobel, 1989.

MELLO, F. de A. F. Fertilidade do solo. [S.l.]: ESALQ-USP, 1989.

MERCANTE, F. M.; FABRÍCIO, A. C.; GUIMARÃES, J. B. R. **Biomassa microbiana como parâmetro indicador da qualidade do solo sob diferentes sistemas de manejo**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2000. (Embrapa Agropecuária Oeste. Comunicado técnico, 27).

NEPSTAD, D. C.; MOREIRA, A. G.; ALENCAR, A. A. A floresta em chamas: origens, impactos e prevenção de fogo na Amazônia. Brasília, DF: Programa Piloto para a Proteção das Florestas Tropicais do Brasil, 1999. (Conservação e Desenvolvimento das Florestas Tropicais do Brasil).

NOBRE, C. A. Amazônia e o carbono atmosférico. **Revista Scientific América**, ano 1, n. 6, 2002.

PAIVA, P. J. R.; et. al.; Efeito do manejo do solo sobre os teores de matéria orgânica, nitrogênio mineral, fósforo e bases trocáveis. Lavras: UFLA, 2001.

PAUL, E. A.; CLARK, F. E. *Soil microbiology and biochemistry*. San Diego: Academic Press, 1989.

PEREZ, K. S. S.; RAMOS, M. C. Carbono da biomassa microbiana em solo cultivado com soja sob diferentes sistemas de manejo nos cerrados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, n. 6, p. 567-573, jun. 2004.

PIMENTEL-GOMES, F. Curso de estatística experimental. 13. ed. Piracicaba: ESALQ, 1990.

RADAM BRASIL. Levantamento de recursos minerais: Folha AS 23: São Luís. Rio de Janeiro: Ministério de Minas e Energia, 1973. v. 3.

REICHERT, J. M.; REINERT, D. J.; BRAIDA, J. A. Qualidade dos solos e sustentabilidade de sistemas agrícolas. **Revista Ciência e Ambiente**, v. 1, n. 1, jul. 1990.

- ROCHA, M. T. Aquecimento e o seqüestro de carbono em projetos agroflorestais. **Revista Ecologia**, n. 151, 2000.
- TATE, K. R.; ROSS, D. J.; FELTHAM, C. W. A direct extraction method to estimate soil microbial C: Effects of experimental variables and some different calibration procedures. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 20, p. 329-335, 1988.
- VANCE, E. D.; BROOKES, P. C.; JENKINSON, D. S. An extraction method for measuring soil microbial biomass C. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 19, p. 703-707, 1987.
- VASCONCELOS, L. G. T. R. **Biomassa microbiana de um solo sob vegetação secundária na Amazônia Oriental**. 2002. Dissertação (Mestrado) Faculdade de Ciências Agrárias do Pará, Belém, PA, 2002.
- VAZ DA SILVA, L. de M.; PASCAL, A. Dinâmica e modelagem da matéria orgânica do solo com ênfase ao ecossistema tropical. **Revista Energia na Agricultura**, v. 14, n. 3, p. 13-24, 2000.
- VIEIRA, I. C. G. **Forest succession after shifting cultivation in Eastern Amazônia**. 1996. 205 f. Tese (Doutorado) – University of Stirling, Scotland.
- VITAL, A. R. T.; et. al.; Produção de serrapilheira e ciclagem de nutrientes de uma Floresta Estacional Semidecidual em Zona Ripária. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 28, n. 6, p. 793-800, 2004.

SOBRE OS AUTORES

ADEMIR VENTURIN - Diretor de Produção da Cooperativa Agroindustrial da Transamazônica. Medicilândia-PA, Brasil, 68145-000. E-mail: ademirventurin@gmail.com

AILTON ARAÚJO - Engenheiro Agrônomo da UFPA. Especialista em Gestão e Educação Ambiental. Universidade Federal do Pará (UFPA). Altamira-PA, Brasil, 68372-040. E-mail: aaraujo@ufpa.br

ANA PAULA CERQUEIRA SANTOS - Engenheira Agrônoma, formada pela Universidade Federal do Pará (UFPA). Altamira, Brasil, 68372-040, Altamira-PA. E-mail: ana.paula_.s@hotmail.com

ANDERSON BORGES SERRA - Professor da Faculdade de Engenharia Florestal. Doutorando em Ciências, Universidade Federal do Pará (UFPA). Altamira-PA, Brasil, 68372-040. E-mail: serraok@ufpa.br

BRUNO DA COSTA VENTURIN - Técnico em Agropecuária do projeto Roça Sem Queimar. Sindicato dos Trabalhadores e Trabalhadoras Rurais de Medicilândia (STTR). Medicilândia-PA, Brasil, 68145-000. E-mail: brunoventurinxingu@gmail.com

CLÁUDIO JOSÉ REIS DE CARVALHO - Pesquisador da Embrapa. Doutor em Ecofisiologia Vegetal, Embrapa Amazônia Oriental. Belém-PA, Brasil, 66095-903. E-mail: claudio.carvalho@embrapa.br

DENISE REIS DO NASCIMENTO - Engenheira Agrônoma, Instituto de Pesquisa Agro Ambiental da Amazônia (IPAM). Altamira-PA, Brasil, 68372-823. E-mail: denisereis20@gmail.com

DERALDO RAMOS VIEIRA - Engenheiro Agrônomo, Mestre em Fisiologia Vegetal, pesquisador da Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira (CEPLAC) Ilhéus-BA, Brasil, 45600-000. E-mail: dramosvieira@ig.com.br

DJAIR ALVES MOREIRA - Professor da Faculdade de Engenharia Agrônômica. Doutor em Genética e Melhoramento de Plantas, Universidade Federal do Pará (UFPA). Altamira-PA, Brasil, 68372-040. E-mail: djair@ufpa.br

ELIELZE COELHO VALENTE - Engenheiro Agrônomo formado pela Universidade Federal do Pará (UFPA). Altamira-PA, Brasil, 68372-040. E-mail: elielze.cvagr@hotmail.com

FABIANA OLIVEIRA DE SOUSA - Engenheira Agrônoma formada pela Universidade Federal do Pará (UFPA). Altamira-PA, Brasil, 68372-040. E-mail: oliver@gmail.com

FÁBIO MIRANDA LEÃO - Professor da Faculdade de Engenharia Florestal. Doutorando em Ciências Florestais, Universidade Federal do Pará (UFPA). Altamira-PA, Brasil, 68372-040. E-mail: fabioleao@ufpa.br

FABÍOLA ANDRESSA MOREIRA SILVA- Engenheira Agrônoma, Mestre em Biodiversidade e Conservação. Altamira-PA, Brasil, 68372-285. E-mail: fabiola.agronoma@hotmail.com

FRANCISCO DE ASSIS MONTEIRO- Produtor Rural, Técnico Agrícola e Coordenador do projeto Roça Sem Queimar (RSQ). Sindicato dos Trabalhadores e Trabalhadoras Rurais de Medicilândia (STTR). Medicilândia-PA, Brasil, 68145-000. E-mail: monteirorsqll@gmail.com

GUILHERME COELHO BRITTO - Analista da Embrapa. Mestre em Agricultura Familiar e Desenvolvimento Sustentável. Embrapa Amazônia Oriental. Altamira-PA, Brasil, 68371-085. E-mail: guilherme.britto@embrapa.br

ISRAEL ALVES DE OLIVEIRA - Engenheiro Agrônomo, Especialista em Gestão de Recursos Agroflorestais Amazônicos. Gerente Regional do Instituto de Desenvolvimento Florestal e da Biodiversidade do Estado do Pará - IDEFLOR-BIO. Altamira-PA, Brasil, 68372-040. E-mail: israel_ao@yahoo.com.br

JAIME BARROS DOS SANTOS JÚNIOR - Professor da Faculdade de Engenharia Florestal. Doutor em Ciência do Solo, Universidade Federal do Pará (UFPA). Altamira-PA, Brasil, 68372-040. E-mail: jaime@ufpa.br

JEOSIVAN ANDRADE DOS SANTOS - Engenheiro Agrônomo formado pela Universidade Federal do Pará (UFPA). Altamira-PA, Brasil, 68372-040. E-mail: jeosivan18@hotmail.com

JOÃO LÚCIO DE AZEVEDO - Professor da Escola Superior de Agricultura Luís de Queiroz, Universidade de São Paulo (ESALQ/USP), Doutor em Genética de Microrganismos. São Paulo-SP, Brasil, 13400-970. E-mail: jlazevedo@usp.br

JOSÉ MATUZALÉM CHAVES ALMEIDA - Produtor Rural, dirigente do Sindicato dos Trabalhadores e Trabalhadoras Rurais de Medicilândia (STTR). Medicilândia-PA, Brasil, 68145-000. E-mail: sttrmedicilandia@gmail.com

LUCIANA DA COSTA ANTONIO - Engenheira Agrônoma formada pela Universidade Federal do Pará (UFPA). Especialista em Agricultura Orgânica. Altamira-PA, Brasil, 68372-040. E-mail: luciana.costa201333@gmail.com

MARISTELA MARQUES DA SILVA - Professora da Faculdade de Engenharia Agrônômica. Doutora em Agroecologia, Universidade Federal do Pará (UFPA). Altamira-PA, Brasil, 68372-040. E-mail: stela@ufpa.br

RAIMUNDO RODRIGUES XAVIER - Produtor Rural, presidente do Sindicato dos Trabalhadores e Trabalhadoras Rurais de Medicilândia (STTR). Medicilândia-PA, Brasil, 68145-000. E-mail: sttrmedicilandia@gmail.com

SANDRA ANDRÉA SANTOS DA SILVA - Professora da Faculdade de Engenharia Agrônômica. Doutora em Solos, Universidade Federal do Pará (UFPA). Altamira-PA, Brasil, 68372-040. E-mail: sandrasilva@ufpa.br

SEBASTIÃO GERALDO AUGUSTO - Professor da Faculdade de Engenharia Agrônômica. Doutor em Irrigação e Drenagem, Universidade Federal do Pará (UFPA). Altamira-PA, Brasil, 68372-040. E-mail: saugusto@ufpa.br

SIMONE MARIA COSTA DE OLIVEIRA MOREIRA - Professora da Faculdade de Engenharia Agrônômica. Doutora em Microbiologia Agrícola e Biotecnologia, Universidade Federal do Pará (UFPA). Altamira-PA, Brasil, 68372-040. E-mail: simonemicro@ufpa.br

TATIANA DEANE DE ABREU SÁ - Pesquisadora da Embrapa. Doutora em Biologia Vegetal, Embrapa Amazônia Oriental, Belém-PA, Brasil, 66095-903. E-mail: tatiana.sa@embrapa.br

THOMAZ LUCAS TAVARES MONTEIRO - Engenheiro Agrônomo formado pela Universidade Federal do Pará (UFPA). Altamira-PA, Brasil, 68372-040. E-mail: thomazlucas@yahoo.com.br

WELDES DE SOUSA MENEZES - Engenheiro Agrônomo formado pela Universidade Federal do Pará (UFPA). Altamira-PA, Brasil, 68372-040. E-mail: weldes_menezes@hotmail.com

FOLHA DE CRÉDITOS

Capa do livro

Moises de Souza Mendonça

Fotos da Capa

Francisco de Assis Monteiro

Mauro Antônio Cavaleiro de Macedo Rodrigues

Revisão

Ilce Cabreira

 **Atena**
Editora

2 0 2 0