



# AGRICULTURA ORGÂNICA

Tecnologias para a produção  
de alimentos saudáveis

Volume III



Jacimar Luis de Souza



# Agricultura Orgânica

**Tecnologias para a  
produção de alimentos saudáveis**

**VOLUME III**

**Jacimar Luis de Souza**

Vitória, ES  
2015

@ 2015 **Incaper**

Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural – Incaper  
Rua Afonso Sarlo, 160, Bento Ferreira, Vitória, ES –Brasil  
CEP 29052-010, Caixa Postal: 391 - Telefax: 55 27 3636 9868  
coordenacaoeditorial@incaper.es.gov.br www.incaper.es.gov.br

Todos os direitos reservados nos termos da Lei nº9.610, que resguarda os direitos autorais. É proibida a reprodução total ou parcial, por qualquer meio ou forma, sem a expressa autorização do Incaper.

**ISBN:** 978-85-89274-24-1

Editor: DCM/Incaper

Tiragem: 500

Outubro de 2015

### **Conselho Editorial**

Presidente - Lúcio Herzog De Muner

Chefe de Departamento de Comunicação e Marketing – Liliâm Maria Ventrorm Ferrão

Chefe de Área de Pesquisa – José Aires Ventura

Chefe de Área de Extensão – Izaías dos Santos Bregonci

Coordenação Editorial – Liliâm Maria Ventrorm Ferrão

### **Membros:**

Adelaide de Fátima Santana da Costa

Alessandra Maria da Silva

André Guarçoni Martins

Bevaldo Martins Pacheco

Luís Carlos Santos Caetano

Romário Gava Ferrão

Sebastião Antônio Gomes

Sheila Cristina Rossi

**Projeto gráfico, editoração eletrônica e arte-finalização:** Aliana Pereira Simões

**Capa e ilustrações:** Cristiane Gianezzi da Silveira

**Revisão textual:** Marcos Roberto da Costa

**Ficha catalográfica:** Merielem Frasson

**Fotos:** Arquivos dos autores e acervo do Incaper

(Biblioteca Rui Tendinha - Incaper)

---

(S729) Agricultura orgânica : tecnologias para a produção de alimentos saudáveis / organizador, Jacimar Luis de Souza. – Vitória, ES : Incaper, 2015.  
3v.; 371 p. : il.

ISBN 978-85-89274-24-1

1. Agricultura. 2. Agricultura orgânica. 3. Produção orgânica. 4. SOUZA, Jacimar Luis de (org.). I. Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural. II. Série.

CDD: 630.274

---

## **DEDICATÓRIA**

À minha mãe Elydia Carvalho de Souza (*in memoriam*), pelos ensinamentos básicos, e ao meu pai Jacy de Souza, pela sabedoria .... Dedico!

## **AGRADECIMENTO**

Ao nosso criador Jeová Deus por nos dar a sua palavra para orientar e o livre arbítrio para construir ...



## APRESENTAÇÃO

É com muita satisfação que apresentamos a publicação Agricultura orgânica: tecnologias para a produção de alimentos saudáveis, volume III. Trata-se da consolidação do conhecimento produzido há mais de 25 anos pela pesquisa científica do Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper) na área de agricultura orgânica, no Estado do Espírito Santo. A obra apresenta tecnologias e inovações que têm contribuído de forma marcante para o desenvolvimento tecnológico do setor.

Esta publicação é lançada em um contexto de mudanças climáticas, que tem ocasionado crises de abastecimento de água em diversos locais do país. A busca pela produção com sustentabilidade torna-se um imperativo para os produtores rurais. Por isso, este livro, que procura divulgar as tecnologias para produção orgânica, vem ao encontro dos desafios apontados pela conjuntura atual.

Este volume, organizado pelo pesquisador Jacimar Luis de Souza, é composto por 13 capítulos, que contaram com a contribuição de 34 autores, que incluem, além dos profissionais do Incaper, profissionais de outras instituições em âmbito estadual e nacional.

Além de métodos e técnicas já consolidados no sistema orgânico, como o sistema de manejo e compostagem orgânica, este volume apresenta diversas inovações relacionadas ao tema, entre elas, as espécies e variedades adaptadas ao cultivo orgânico, a fertilidade de solos, a dinâmica de carbono e o plantio direto.

A viabilidade econômica e energética dos sistemas orgânicos, que proporcionam às famílias no campo retorno em termos de renda e eficiência no consumo de energia, são pontos de destaque nesta obra. Outra inovação na publicação é o capítulo referente ao diagnóstico de resíduos orgânicos, o qual pode se tornar uma referência para consulta de agricultores e técnicos que trabalham na área de agricultura orgânica.

Por fim, esta obra reforça o compromisso do Incaper em dar confiabilidade às recomendações técnicas preconizadas para os sistemas de produção orgânica e pretende contribuir para o desenvolvimento rural sustentável do Estado do Espírito Santo, demonstrando a viabilidade econômica e energética da produção de alimentos saudáveis com a preservação dos recursos naturais.

**Lúcio Herzog De Muner**

Presidente do Conselho Editorial do Incaper

## PREFÁCIO

Um dos maiores desafios da sociedade moderna é viabilizar a produção de alimentos para sustentar uma população que deverá alcançar a casa dos nove bilhões de pessoas em 2050. Porém, existem condicionantes imperativas: reduzir os impactos ambientais, minimizar a emissão de gases de efeito estufa e ofertar alimentos saudáveis a essa população. É por isso que a Agricultura Orgânica cresce de forma constante em todo o mundo, e a agricultura convencional evolui para a ‘produção integrada’ utilizando cada vez mais produtos de menores impactos ambientais e técnicas de controle biológico.

Em dezembro de 2011, a primeira versão do Plano Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica (PLANAPO) é apresentada pelo Ministério da Agricultura e demais parceiros. O Plano “engloba a Agroecologia e a Produção Orgânica, que embora sejam abordagens distintas, convergem na busca da sustentabilidade da produção rural e se baseiam em princípios como: a manutenção da sociobiodiversidade, a solidariedade, a cooperação, o respeito à natureza, a cidadania e a participação para viabilizar a produção de alimentos saudáveis e a melhoria da renda dos produtores (as) e suas famílias. O Plano também cria oportunidades de reflexão crítica sobre a contribuição da agricultura familiar, povos e comunidades tradicionais na busca de alternativas sustentáveis à lógica da globalização e padronização de produtos e processos.”

Para ampliar o respaldo tecnológico desse setor, as ações do Programa de Pesquisa em Agroecologia do Incaper estão sob as regimentações do setor e concatenadas com os amplos e diversificados objetivos da Agricultura Orgânica, conforme se verifica na relação adiante, relatada por Souza (2012). Destacam-se, entre eles, vários objetivos relacionados às questões científicas e tecnológicas enfocadas nesse programa de pesquisa do Instituto no Estado do Espírito Santo:

- Desenvolver e adaptar tecnologias às condições sociais, econômicas e ecológicas de cada região.
- Trabalhar a propriedade rural dentro de um enfoque sistêmico, como um organismo agrícola, primando pela interatividade entre todas as atividades desenvolvidas nessa área.
- Fornecer alimentos saudáveis à população, sem resíduos químicos e com alto valor biológico, como forma de contribuir efetivamente para melhorar a saúde e a qualidade de vida das pessoas.
- Promover a diversificação da flora e da fauna dos agroecossistemas.
- Reciclar os nutrientes essenciais às plantas tanto por meio de mobilizações no sistema solo/planta como pela fixação biológica.
- Promover o equilíbrio ecológico das unidades de produção da propriedade e buscar a saúde do organismo agrícola como um todo.
- Preservar o solo, evitando a erosão e conservando suas propriedades físicas, químicas e biológicas.

- Manter a qualidade da água, evitando contaminações por produtos químicos ou biológicos nocivos.
- Controlar os desequilíbrios ecológicos pelo manejo fitossanitário e uso de agentes de controle biológico.
- Buscar a produtividade ótima e não a máxima.
- Promover a autossuficiência econômica e energética da propriedade rural.
- Organizar e melhorar a relação entre os produtores rurais e os consumidores.
- Preservar a saúde dos produtores rurais pelo exercício de uma agricultura limpa e dinâmica.
- Promover o sequestro de carbono atmosférico por meio da fotossíntese e do manejo de biomassa e resíduos, de forma a manter e/ou elevar o estoque de carbono do agroecossistema.

O leitor poderá verificar nos diversos capítulos deste livro que muitos desses objetivos estão sendo aprimorados e melhor embasados por conhecimentos, tecnologias e indicadores gerados no Programa de Pesquisa em Agroecologia do Incaper.

Em linhas gerais, a criação da Lei 10.831, de dezembro de 2003, regulamentada pelo Decreto 6.323, de 27 de dezembro de 2007, que orienta definitivamente a atividade no Brasil a partir de janeiro de 2011, aliada à regimentação do uso do selo nacional de produtos orgânicos e outros instrumentos normativos do Ministério da Agricultura, darão um impulso significativo ao setor.

O crescimento do mercado de alimentos orgânicos no Brasil impulsionará ainda mais a demanda por tecnologias e conhecimentos para o setor produtivo. Por isso, este terceiro volume da série Agricultura orgânica: tecnologias para a produção de alimentos saudáveis objetiva apresentar mais um conjunto de trabalhos técnicos e científicos a serem agrupados àqueles publicados nos dois primeiros volumes, além de contribuir para o desenvolvimento competitivo e sustentável do setor.

**Jacimar Luis de Souza**



## LINHA DO TEMPO DA AGRICULTURA ORGÂNICA NO INCAPER

**1985:** A Secretaria de Agricultura do Estado do Espírito Santo realiza o 1º Seminário de Agricultura Alternativa na Estação Experimental Mendes da Fonseca, Município de Domingos Martins, momento em que é discutida a situação do movimento por uma agricultura mais sustentável. Poucos meses depois, a Emcapa e a Emater-ES organizam uma visita de técnicos e agricultores ao Estado de São Paulo, com objetivo de conhecer experiências de agricultores orgânicos, praticantes dessa chamada “Agricultura Alternativa” na época.

**1987:** Realiza-se o 2º Encontro Capixaba de Olericultura (ECO) e o 2º Seminário de Agricultura Alternativa, dando continuidade às discussões anteriores e reforçando, mais uma vez, a crescente demanda pela “Agricultura Alternativa”.

**1989/1990:** Uma equipe de pesquisadores da Emcapa (hoje Incaper) propõe o primeiro projeto de pesquisa em agricultura orgânica, com enfoque holístico, realizando investigações dentro de um sistema produtivo, com bastante ênfase em estudos de alta replicabilidade temporal em ambientes controlados.

**1990 a 1995:** A equipe de técnicos trabalha na execução dos diversos subprojetos e experimentos, gerando informações e conhecendo a dinâmica do sistema orgânico de produção.

**1996:** Iniciam-se as primeiras publicações de trabalhos científicos culminando com um reconhecimento pela Secretaria de Meio Ambiente da Prefeitura Municipal de Vitória, que confere ao projeto, durante a realização da 7ª Feira do Verde, o primeiro lugar no prêmio “Tião Sá” de incentivo à pesquisa ecológica.

**1998:** Os trabalhos da Emcapa credenciam a Empresa a coordenar o 1º Encontro Nacional sobre Produção Orgânica de Hortaliças, realizado em Vitória/ES. O evento congregou quase 400 pessoas, entre técnicos e agricultores, do Brasil e do exterior e atingiu plenamente seus objetivos.

**1999:** Os estudos continuam e o trabalho intitulado “Estudo de solos submetidos a manejo orgânico ao longo de 9 anos”, um dos cinco publicados no 39º Congresso Brasileiro de Olericultura, recebe distinção como um dos dez melhores trabalhos do país apresentados naquele momento.

**2000:** Um novo milênio se inicia e muito se aprendeu sobre a agricultura orgânica, possibilitando reconhecer os efeitos impressionantes do equilíbrio ecológico sobre a superação da maioria dos problemas fitossanitários comuns em sistemas convencionais de cultivo, mas também permitiu identificar problemas persistentes de pragas e doenças que necessitam manejos específicos e investigação científica mais detalhada.

**2001:** O trabalho intitulado “Desenvolvimento de tecnologias para a olericultura orgânica brasileira”, apresentado em forma de separata, no 41º Congresso Brasileiro de Olericultura, em Brasília – DF, recebe o prêmio SOB-2001, outorgado anualmente pela Sociedade de Olericultura do Brasil.

**2003:** É instituída pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa) a primeira lei brasileira para a área da agroecologia, a Lei 10.831, de 23 de dezembro de 2003, que dispõe sobre a agricultura orgânica e dá outras providências.

**2006:** Uma tese de doutorado é gerada dentro do Programa de Pesquisa em Agroecologia do Incaper, enfocando estudos sobre eficiência energética em dez culturas, em sistema orgânico, confirma a grande contribuição da agricultura orgânica para o uso eficiente da energia nos sistemas produtivos.

**2006:** O trabalho intitulado “Agricultura orgânica: uma alternativa à crise energética global” é agraciado com o “Prêmio Ecologia 2006 - Categoria Pesquisa Científica”, em 2º lugar, outorgado pela Secretaria de Meio Ambiente do Governo do Estado do Espírito Santo.

**2007:** O trabalho intitulado “Sequestro de carbono em solos agrícolas sob manejo orgânico para redução da emissão de gases de efeito estufa” é agraciado com o “Prêmio Ecologia 2007 - Categoria Pesquisa Científica”, em 1º lugar, outorgado pela Secretaria de Meio Ambiente do Governo do Estado do Espírito Santo.

**2007:** A presidência da república lança o Decreto 6.323, de 27 de dezembro de 2007, regulamentando a Lei 10.831, de 23 de dezembro de 2003.

**2008:** O trabalho intitulado “Potencial da agricultura orgânica para o sequestro de carbono atmosférico e redução do aquecimento global” é agraciado com o “Prêmio Tião Sá 2008 - Categoria Pesquisa Ambiental”, em 3º lugar, outorgado pela Secretaria de Meio Ambiente da Prefeitura Municipal de Vitória.

**2009:** O trabalho “Balanço e análise da sustentabilidade energética na produção orgânica de hortaliças”, publicado na revista Horticultura Brasileira, v. 26, p. 433-440, 2008, recebe o Prêmio “ABH 2009”, outorgado anualmente pela Associação Brasileira de Horticultura, o qual se encontra incluído como capítulo neste livro.

**2009:** A Área Experimental de Agricultura Orgânica do Incaper, ao completar 20 anos de pesquisas, sediou um Dia de Campo Especial, na forma de vitrine tecnológica, momento em que passa a ser caracterizada como uma Unidade de Referência em Agroecologia (URA), para o Estado do Espírito Santo.

**2010:** Dois trabalhos do Programa de Pesquisa em Agroecologia do Incaper, intitulados “Desempenho produtivo de hortaliças em 20 anos de cultivo orgânico” e “Monitoramento da fertilidade de solos no cultivo orgânico de hortaliças durante 20 anos”, recebem a distinção como “Trabalho Destaque do 50º Congresso Brasileiro de Olericultura, entre os dez melhores do país, publicados nesse evento em 2010, ambos incluídos como capítulos neste livro.

**2010:** O trabalho intitulado “Viabilidade tecnológica e ambiental da produção de alimentos orgânicos no Espírito Santo” é agraciado com o “Prêmio Tião Sá 2010 - Categoria Pesquisa Ambiental”, em 2º lugar, outorgado pela Secretaria de Meio Ambiente da Prefeitura Municipal de Vitória.

**2011:** O Incaper lança o documento “Conhecimentos tecnológicos para o cultivo orgânico de hortaliças, milho e feijão no Espírito Santo: 20 anos de investigação científica”, com os resumos e referências bibliográficas de 46 trabalhos, congregando tecnologias e indicadores para a agricultura orgânica capixaba e brasileira.

**2011:** O Mapa institui a Instrução Normativa nº 46, de 6 de outubro de 2011, com base na Lei 10.831 e no Decreto 6.323, estabelecendo os Regulamentos Técnicos para os sistemas orgânicos de produção animal e vegetal, bem como as listas de substâncias permitidas para uso nesses sistemas de produção. Em dezembro de 2011, o Mapa coordena e apresenta a primeira versão do Plano Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica.

**2012:** O Incaper lança a cartilha “Agroecologia e agricultura orgânica: princípios técnicos, métodos e práticas” visando a orientar técnicos e agricultores para o ingresso na cadeia produtiva dos alimentos orgânicos.

**2012:** A equipe de pesquisadores e bolsista do Incaper publicam mais quatro trabalhos científicos de grande relevância no 52º Congresso Brasileiro de Olericultura, intitulados “Potencial de uso da biomassa de leucena como adubação em cobertura para o cultivo orgânico de repolho”, “Avaliação de máquinas e implementos para manejo de palhas e plantio direto na agricultura orgânica”, “Efeitos da biomassa verde de leucena, associada a doses de composto, sobre as características do solo em cultivo orgânico em alamedas” e “Efeitos da época de incidência de *Altenária* porri sobre a produção de alho orgânico”.

**2012:** O Governo Federal, por meio do Decreto nº 7.794, de 20 de agosto de 2012, institui a Política Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica (PNAPO) objetivando “integrar, articular e adequar políticas, programas e ações indutoras da transição agroecológica e da produção orgânica e de base agroecológica, contribuindo para o desenvolvimento sustentável e a qualidade de vida da população, por meio do uso sustentável dos recursos naturais e da oferta e consumo de alimentos saudáveis”.

**2012:** Em 20 de novembro de 2012, é instalada oficialmente a Comissão Nacional da PNAPO (CNAPO) e a Câmara Interministerial de Agroecologia e Produção Orgânica (CIAPO), envolvendo 7 ministérios e 14 entidades da sociedade civil, para orientar e conduzir a operacionalização dessa política pública em prol da produção de alimentos orgânicos no Brasil, com vistas à criação do Plano Nacional de Apoio à Agroecologia e Produção Orgânica (PLANAPO).

**2013:** Em novembro de 2013, é instituído pelo Governo Federal o PLANAPO e estamos na expectativa de sua implementação.

Nos primeiros dez anos do projeto, enfocaram-se predominantemente a geração de tecnologias de manejo de compostagem, de solos e de cultivos, com a preocupação de contribuir com técnicas de interferência positiva para o alcance de melhores desempenhos técnicos e econômicos nos diversos cultivos orgânicos. Poucos esforços foram despendidos para o entendimento dos fenômenos naturais, que se apresentaram como responsáveis pelos maiores benefícios obtidos no sistema produtivo, a exemplo da superação da grande maioria dos problemas com pragas e doenças tão comuns em sistemas convencionais da Região Centro-Serrana.

Do 10º ao 20º ano do projeto, enfocaram-se estudos sobre a planificação de sistemas orgânicos e geração de tecnologias de manejo de solos de forma duradoura e equilibrada, sem acumular excessos e provocar desbalanços entre os elementos, principalmente através dos efeitos acumulados depois de vários anos de cultivo, de forma a orientar os técnicos e agricultores a viabilizarem práticas que conduzam a uma maior sustentabilidade e minimizem entradas de insumos externos à propriedade. Também houve ênfase em pesquisas voltadas para a geração de conhecimentos sobre os indicadores de sustentabilidade em eficiência energética e sequestro de carbono visando ampliar a compreensão do sistema produtivo em toda sua plenitude de sustentabilidade ambiental.

## AUTORES E COAUTORES

### **Alberto Luiz Marsaro Júnior**

Engenheiro Agrônomo, D.Sc. Entomologia, Pesquisador da Embrapa  
alberto.marsaro@embrapa.br

### **Alessandro Góis Orrutéa**

Engenheiro Agrônomo, M.Sc. Ciências do Solo, Professor da Ulbra  
alessandro\_gois@yahoo.com.br

### **André Guarçoni M.**

Engenheiro Agrônomo, D.Sc. Solos e Nutrição de Plantas, Pesquisador do Incaper  
guarconi@incaper.es.gov.br

### **Carlos Alberto Simões do Carmo**

Engenheiro Agrônomo, M.Sc. Fitotecnia, Pesquisador do Incaper  
betosimoes.ca@hotmail.com

### **Edegar Antonio Formentini**

Engenheiro Agrônomo, M.Sc. Solos e Nutrição de Plantas, Extensionista Aposentado do Incaper  
formentini@incaper.es.gov.br

### **Eduardo de Sá Mendonça**

Engenheiro Agrônomo, Ph.D. Solos e Nutrição de Plantas, Professor do CCA-Ufes  
eduardo.mendonca@ufes.br

### **Eduardo Ferreira Sales**

Engenheiro Agrônomo, D.Sc. Agroecologia, Pesquisador do Incaper  
edufsales@incaper.es.gov.br

### **Flavio Antonio Lazzari**

Engenheiro Agrônomo, Ph.D. Fitopatologia, Consultor na área de Segurança Alimentar  
flaviolazzari@gmail.com

### **Gabriel Pinto Guimarães**

Engenheiro Agrônomo, Doutorando em Produção Vegetal no CCA-Ufes  
gabryelpg@yahoo.com.br

### **Gustavo Augusto Moreira Guimarães**

Engenheiro Agrônomo, D.Sc. Genética e Melhoramento de Plantas, Professor do IF Goiano  
gumogui@yahoo.com.br

**Halowsio Miguel de Siqueira**

Engenheiro Agrônomo, D.Sc. Produção Vegetal, Professor do CCA-Ufes  
halowsio@cca.ufes.br.

**Hélcio Costa**

Engenheiro Agrônomo, D.Sc. Fitopatologia, Pesquisador do Incaper  
helcio@incaper.es.gov.br

**Iris Maria Ribeiro**

Bióloga, Assessora Técnica na Coordenadoria de Licenciamento Ambiental de Ji-Paraná  
irisbiojp@hotmail.com

**Jacimar Luis de Souza**

Engenheiro Agrônomo, D.Sc. Fitotecnia, Pesquisador do Incaper  
jacimarsouza@incaper.es.gov.br

**Jeane Augusto Nicodemos**

Bióloga pela Ulbra  
jeaneaugust@hotmail.com

**João Batista Silva Araújo**

Engenheiro Agrônomo, D.Sc. Fitotecnia, Pesquisador do Incaper  
araujojs@incaper.es.gov.br

**José Aires Ventura**

Engenheiro Agrônomo, D.Sc. Fitopatologia, Pesquisador do Incaper  
ventura@incaper.es.gov.br

**José Mauro de Sousa Balbino**

Engenheiro Agrônomo, D.Sc. Fisiologia Vegetal, Pesquisador do Incaper  
balbino@incaper.es.gov.br

**Lilian Lagem Rodrigues**

Engenhaira Agrônoma, Mestranda em Produção Vegetal no CCA-Ufes  
llegemrodrigues@yahoo.com.br

**Lucas Contarato Pilon**

Engenheiro Agrônomo, Doutorando em Ciência do Solo na UFSM  
pilonlucas@yahoo.com.br

**Luiz Carlos Prezotti**

Engenheiro Agrônomo, D.Sc. Solos e Nutrição de Plantas, Pesquisador do Incaper  
prezotti@incaper.es.gov.br

**Lys Mary Bileski Cândido**

Farmacêutica, D.Sc. Engenharia de Alimentos, Professora da UTFPR  
lysmary@ufpr.br

**Maria Aparecida Fernandes**

Engenheira Agrônoma, Especialista em Agroecologia, Ifes - Campus Alegre  
m\_aparecidafernandes@hotmail.com

**Maria da Penha Angeletti**

Engenheira Agrônoma, M.Sc. Fitotecnia, Pesquisadora do Incaper  
penhangeletti@incaper.es.gov.br

**Maria Elisabete Oliveira Abaurre**

Engenheira Agrônoma, M.Sc. Fitotecnia, Pesquisadora do Incaper  
bete@incaper.es.gov.br

**Paula Mauri Bernardes**

Engenheira Agrônoma, Mestranda em Produção Vegetal no CCA-Ufes  
paula.mauri@hotmail.com

**Paulo Roberto Cecon**

Engenheiro Agrônomo, Ph.D. Estatística, Professor da UFV  
cecon@ufv.br

**Ricardo Henrique Silva Santos**

Engenheiro Agrônomo, D.Sc. Fitotecnia, Professor da UFV  
rsantos@ufv.br

**Rogério Carvalho Guarçoni**

Engenheiro Agrícola, D.Sc. Produção Vegetal, Pesquisador do Incaper  
rogerio.guarconi@incaper.es.gov.br

**Rogério Dela Costa Garcia**

Administrador, Especialista em Administração Rural, Ifes - Campus Venda Nova  
rogeriodellacosta@hotmail.com

**Sonia Maria Noemberg Lazzari**

Bióloga, Ph.D. Entomologia, Consultora na área de Segurança Alimentar  
sonialazzari@gmail.com

**Vicente Wagner Dias Casali**

Engenheiro Agrônomo, Ph.D. Melhoramento de Plantas, Professor da UFV  
vwcasali@ufv.br

**Victor Almeida Pereira**

Engenheiro Agrônomo, M.Sc. Solos e Nutrição de Plantas, Bolsista CNPq/Fapes/  
Incaper  
victorap1@hotmail.com

**Victor Maurício da Silva**

Biólogo, Doutorando em Produção Vegetal no CCA-Ufes  
victor-mauricio@bol.com.br

**EQUIPE DE APOIO TÉCNICO**

Walter de Oliveira Filho  
Fernando Antônio Ramos Nunes  
José Carlos Guarnier  
Alvim Bedas  
João Batista Réboli Vargas  
Ézio Martins Eller

## REVISORES TÉCNICOS

**Adolfo Brás Sunderhus**

Engenheiro Agrônomo, Extensionista do Incaper

**Agno Tadeu da Silva**

Engenheiro Agrônomo, M.Sc. Solos e Nutrição de Plantas, Extensionista do Incaper

**André Ferreira Santos**

Engenheiro Agrônomo, M.Sc. Solos e Nutrição de Plantas

**André Guarçoni M.**

Engenheiro Agrônomo, D.Sc. Solos e Nutrição de Plantas, Pesquisador do Incaper

**Antônio Carlos Benassi**

Engenheiro Agrônomo, D.Sc. Fitotecnia, Pesquisador Aposentado do Incaper

**César José Fanton**

Engenheiro Agrônomo, D.Sc. Entomologia, Pesquisador do Incaper

**David dos Santos Martins**

Engenheiro Agrônomo, D.Sc. Entomologia, Pesquisador do Incaper

**Edegar Antonio Formentini**

Engenheiro Agrônomo, M.Sc. Solos e Nutrição de Plantas, Extensionista Aposentado do Incaper

**Eduardo Ferreira Sales**

Engenheiro Agrônomo, D.Sc. Agroecologia, Pesquisador do Incaper

**Enilton Nascimento de Santana**

Engenheiro Agrônomo, D.Sc. Fitopatologia, Pesquisador do Incaper

**Fabício Moreira Sobreira**

Engenheiro Agrônomo, D.Sc. Fitotecnia, Pesquisador do Incaper

**Gustavo Soares de Souza**

Engenheiro Agrônomo, D.Sc. Produção Vegetal, Pesquisador do Incaper

**João Batista Silva Araújo**

Engenheiro Agrônomo, D.Sc. Fitotecnia, Pesquisador do Incaper

**Jonas Coutinho Lisboa**

Administrador, Especialista em Gestão Pública e Contábil, Analista de Suporte em Desenvolvimento Rural do Incaper

**José Aires Ventura**

Engenheiro Agrônomo, D.Sc. Fitopatologia, Pesquisador do Incaper

**José Mauro de Sousa Balbino**

Engenheiro Agrônomo, D.Sc. Fitotecnia, Pesquisador do Incaper

**José Salazar Zanuncio Junior**

Zootecnista, D.Sc. Entomologia, Pesquisador do Incaper

**José Sérgio Salgado**

Engenheiro Agrônomo, M.Sc. Solos e Nutrição de Plantas, Pesquisador Aposentado do Incaper

**Karin Tesch Kuhlcamp**

Engenheira Agrônoma, M.Sc. Produção Vegetal, Pesquisadora do Incaper

**Leandro Reis Novak**

Engenheiro Agrícola, M.Sc. Engenharia Agrícola, Extensionista do Incaper

**Lorena Abdalla de Oliveira Prata Guimarães**

Engenheira Agrônoma, M.Sc. Solos e Nutrição de Plantas, Pesquisadora do Incaper

**Lúcio de Oliveira Arantes**

Engenheiro Agrônomo, M.Sc. Genética e Melhoramento de Plantas, Pesquisador do Incaper

**Luciano Macal Fazolo**

Economista, Especialista em Associativismo e Cooperativismo, Extensionista à disposição

**Lúcio Herzog De Muner**

Engenheiro Agrônomo, D.Sc. Recursos Naturais, Extensionista do Incaper

**Luiz Carlos Prezotti**

Engenheiro Agrônomo, D.Sc. Solos e Nutrição de Plantas, Pesquisador do Incaper

**Luiz Carlos Santos Caetano**

Engenheiro Agrônomo, D.Sc. Produção Vegetal, Pesquisador do Incaper

**Marcia Neves Guelber Sales**

Engenheira Agrônoma, D.Sc. Agroecologia, Pesquisadora do Incaper

**Maria Amélia Gava Ferrão**

Engenheira Agrônoma, D.Sc. Genética e Melhoramento de Plantas, Pesquisadora Embrapa Café/Incaper

**Maria da Penha Angeletti**

Engenheira Agrônoma, M.Sc. Fitotecnia, Pesquisadora do Incaper

**Maristela Aparecida Dias**

Engenheira Agrônoma, D.Sc. Fitotecnia, IF Goiano, Campus Iporá

**Maurício José Fornazier**

Engenheiro Agrônomo, Doutorando em Entomologia, Pesquisador do Incaper

**Roberta Guimarães de Souza**

Bióloga, D.Sc. Ecologia, Ifes, Campus Montanha

**Rogério Carvalho Guarçoni**

Engenheiro Agrícola, D.Sc. Produção Vegetal, Pesquisador do Incaper

**Romário Gava Ferrão**

Engenheiro Agrônomo, D.Sc. Genética e Melhoramento de Plantas, Pesquisador do Incaper

**Sara Dousseau Arantes**

Engenheira Agrônoma, D.Sc. Fisiologia Vegetal, Pesquisadora do Incaper

**Sarah Ola Moreira**

Engenheira Agrônoma, D.Sc. Genética e Melhoramento de Plantas, Pesquisadora do Incaper

**Scheila Marina Bragança**

Engenheira Agrônoma, D.Sc. Fitotecnia, Pesquisadora do Incaper

**Sheila Cristina Prucoli Posse**

Engenheira Agrônoma, D.Sc. Produção Vegetal, Pesquisadora do Incaper

**Tiago de Oliveira Godinho**

Engenheiro Florestal, M.Sc. Ciências Florestais, Pesquisador do Incaper

**Vanessa Alves Justino Borges**

Cientista Social, M.Sc. Sociologia, Pesquisadora do Incaper



# SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1.....</b>	<b>27</b>
<b>MÉTODOS E PRÁTICAS NORTEADORAS DO PROGRAMA DE PESQUISA COM AGRICULTURA ORGÂNICA</b>	
<b>CAPÍTULO 2.....</b>	<b>33</b>
<b>COMPORTAMENTO DE ESPÉCIES EM SISTEMA ORGÂNICO DE PRODUÇÃO</b>	
<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>34</b>
<b>2 AVALIAÇÕES E MANEJO DAS CULTURAS.....</b>	<b>35</b>
<b>3 DESEMPENHO PRODUTIVO MÉDIO DAS CULTURAS.....</b>	<b>39</b>
<b>4 DESEMPENHO PRODUTIVO DETALHADO POR CULTURA.....</b>	<b>42</b>
<b>5 REFERÊNCIAS.....</b>	<b>54</b>
<b>CAPÍTULO 3.....</b>	<b>57</b>
<b>ESPÉCIES E VARIEDADES ADAPTADAS AO CULTIVO ORGÂNICO</b>	
<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>58</b>
<b>2 PRODUÇÃO, MULTIPLICAÇÃO E SELEÇÃO DE CULTIVARES PARA SISTEMA ORGÂNICO.....</b>	<b>59</b>
2.1 RESGATE E SELEÇÃO DE VARIEDADES.....	61
2.2 CARACTERIZAÇÃO E SELEÇÃO DAS ESPÉCIES E VARIEDADES.....	61
2.3 DISTRIBUIÇÃO DE SEMENTES E PROPÁGULOS ORGÂNICOS.....	72
<b>3 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>74</b>
<b>4 REFERÊNCIAS.....</b>	<b>74</b>
<b>CAPÍTULO 4.....</b>	<b>79</b>
<b>FERTILIDADE DE SOLOS E DINÂMICA DE CARBONO EM SISTEMAS ORGÂNICOS DE PRODUÇÃO</b>	
<b>1 EVOLUÇÃO DA FERTILIDADE DO SOLO EM 20 ANOS DE CULTIVO ORGÂNICO DE HORTALIÇAS.....</b>	<b>80</b>
1.1 MATÉRIA ORGÂNICA (MO).....	82
1.2 CAPACIDADE DE TROCA DE CÁTIONS (CTC) E SOMA DE BASES (S).....	82
1.3 POTÁSSIO (K).....	84
1.4 FÓSFORO (P).....	84
1.5 CÁLCIO (Ca) E MAGNÉSIO (Mg).....	85
1.6 SATURAÇÃO POR BASES (V).....	86

1.7	POTENCIAL HIDROGENIÔNICO (pH) . . . . .	86
<b>2</b>	<b>ESTOQUE DE CARBONO (C) E FERTILIDADE DE SOLOS EM SISTEMAS DE ADUBAÇÃO ORGÂNICA E MINERAL . . . . .</b>	<b>88</b>
2.1	CARACTERIZAÇÃO DOS SISTEMAS DE ADUBAÇÃO. . . . .	88
2.2	EVOLUÇÃO DA MATÉRIA ORGÂNICA (MO) E ESTOQUE DE CARBONO (C) . . . . .	91
2.3	EVOLUÇÃO DA FERTILIDADE DOS SOLOS . . . . .	93
2.4	DESEMPENHO PRODUTIVO DAS CULTURAS . . . . .	97
<b>3</b>	<b>POTENCIAL DE SEQUESTRO DE CARBONO (C) EM SISTEMA ORGÂNICO DE PRODUÇÃO DE HORTALIÇAS . . . . .</b>	<b>100</b>
3.1	SEQUESTRO DE CARBONO (C) EM SISTEMAS ORGÂNICOS . . . . .	100
3.2	PRINCÍPIOS E PRÁTICAS AGROECOLÓGICAS . . . . .	102
3.3	DETERMINAÇÃO DE MATÉRIA ORGÂNICA (MO), GÁS CARBÔNICO (CO <sub>2</sub> ) E CARBONO (C) . . . . .	104
3.4	EVOLUÇÃO DA MATÉRIA ORGÂNICA (MO) E ESTOQUE DE CARBONO (C) NO SISTEMA . . . . .	105
<b>4</b>	<b>REFERÊNCIAS . . . . .</b>	<b>110</b>
<b>CAPÍTULO 5 . . . . .</b>		<b>115</b>
<b>SISTEMAS DE ADUBAÇÃO VERDE E PLANTIO DIRETO EM CULTIVOS ORGÂNICOS</b>		
<b>1</b>	<b>RENDIMENTO DE MASSA DE ADUBOS VERDES E O IMPACTO NA FERTILIDADE DO SOLO EM SUCESSÃO DE CULTIVOS ORGÂNICOS . . . . .</b>	<b>116</b>
<b>2</b>	<b>MANEJO DO FEIJÃO-GUANDU, ASSOCIADO COM CAFEIEIRO EM DIFERENTES ÉPOCAS . . . . .</b>	<b>126</b>
<b>3</b>	<b>EFICIÊNCIA DA ADUBAÇÃO VERDE COM CROTALÁRIA EM PRÉ-CULTIVO NA PRODUÇÃO AGROECOLÓGICA DE HORTALIÇAS, NA AMAZÔNIA MERIDIONAL . . . . .</b>	<b>131</b>
<b>4</b>	<b>AVALIAÇÃO DE MÁQUINAS E IMPLEMENTOS PARA MANEJO DE PALHAS E PLANTIO DIRETO NA AGRICULTURA ORGÂNICA. . . . .</b>	<b>135</b>
<b>5</b>	<b>CULTIVO ORGÂNICO EM ALAMEDAS: EFEITOS DA BIOMASSA VERDE DE LEUCENA, ASSOCIADA A DOSES DE COMPOSTO, SOBRE AS CARACTERÍSTICAS DO SOLO . . . . .</b>	<b>140</b>
<b>6</b>	<b>REFERÊNCIAS . . . . .</b>	<b>145</b>
<b>CAPÍTULO 6 . . . . .</b>		<b>151</b>
<b>DIAGNÓSTICO DE RESÍDUOS ORGÂNICOS</b>		
<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO. . . . .</b>	<b>152</b>
<b>2</b>	<b>ESTERCOS, RESÍDUOS AGROINDUSTRIAIS E SIMILARES. . . . .</b>	<b>153</b>
2.1	ESTERCOS . . . . .	153
2.2	RESÍDUOS AGROINDUSTRIAIS . . . . .	155
<b>3</b>	<b>RESÍDUOS VEGETAIS . . . . .</b>	<b>161</b>
3.1	GRAMÍNEAS . . . . .	161

3.2 LEGUMINOSAS . . . . .	163
3.3 OUTRAS FONTES VEGETAIS . . . . .	164
<b>4 COMPOSTOS ORGÂNICOS E OUTROS INSUMOS ELABORADOS . . . . .</b>	<b>172</b>
4.1 COMPOSTO ORGÂNICO PADRÃO . . . . .	172
4.2 COMPOSTOS, VERMICOMPOSTOS E OUTROS . . . . .	176
<b>5 RESÍDUOS E BIOFERTILIZANTES LÍQUIDOS . . . . .</b>	<b>183</b>
<b>6 REFERÊNCIAS . . . . .</b>	<b>185</b>

## **CAPÍTULO 7 . . . . . 189**

### **SISTEMAS DE MANEJO DE COMPOSTAGEM ORGÂNICA**

<b>1 MÁQUINA COMPOSTADEIRA: UMA TECNOLOGIA DE REVOLVIMENTO DE COMPOSTO AO ALCANCE DOS AGRICULTORES. . . . .</b>	<b>190</b>
1.1 MECANIZAÇÃO DA COMPOSTAGEM. . . . .	192
1.2 PROCESSO DA COMPOSTAGEM . . . . .	194
1.3 AVALIAÇÃO DA MÁQUINA COMPOSTADEIRA . . . . .	198
1.4 ANÁLISE DO COMPOSTO OBTIDO . . . . .	204
<b>2 COMPOSTAGEM PELO SISTEMA ‘CAPARAÓ’: ALTERNATIVA EFICAZ E DE BAIXO CUSTO . . . . .</b>	<b>204</b>
2.1 CONFECÇÃO DOS COMPOSTOS. . . . .	205
2.2 ANÁLISE DOS COMPOSTOS . . . . .	206
<b>3 REFERÊNCIAS . . . . .</b>	<b>208</b>

## **CAPÍTULO 8 . . . . . 213**

### **ADUBAÇÃO ORGÂNICA VIA FOLIAR E DE COBERTURA PARA HORTALIÇAS**

<b>1 ADUBAÇÃO FOLIAR COM BIOFERTILIZANTE BOVINO NA CULTURA DO ALHO, EM SISTEMA ORGÂNICO . . . . .</b>	<b>214</b>
<b>2 EFEITO DA ADUBAÇÃO SUPLEMENTAR DE COBERTURA SOBRE O DESEMPENHO PRODUTIVO DO PIMENTÃO EM SISTEMA ORGÂNICO. . . . .</b>	<b>217</b>
<b>3 PRODUÇÃO E INCIDÊNCIA DE BROCAS-DO-FRUTO DE ACORDO COM DOSES DE BIOFERTILIZANTE ENRIQUECIDO, NO CULTIVO ORGÂNICO DE TOMATE EM ESTUFA. . . . .</b>	<b>221</b>
<b>4 POTENCIAL DE USO DA BIOMASSA DE LEUCENA COMO ADUBAÇÃO DE COBERTURA PARA O CULTIVO ORGÂNICO DE REPOLHO . . . . .</b>	<b>224</b>
<b>5 REFERÊNCIAS . . . . .</b>	<b>229</b>

## **CAPÍTULO 9. . . . . 233**

### **TÉCNICAS CULTURAIS PARA O APRIMORAMENTO DO CULTIVO ORGÂNICO DE HORTALIÇAS**

<b>1 ADEQUAÇÃO DO ESPAÇAMENTO DE PLANTIO PARA O CULTIVO ORGÂNICO DO ALHO</b>	<b>234</b>
--	------------

2	EFEITOS DA PODA APICAL DO TOMATEIRO SOBRE A PRODUÇÃO E A SANIDADE DA CULTURA EM SISTEMA ORGÂNICO . . . . .	239
3	AVALIAÇÃO DO SOMBREAMENTO ARTIFICIAL NA CULTURA DO GENGIBRE, EM SISTEMA ORGÂNICO DE PRODUÇÃO . . . . .	242
4	IMPORTÂNCIA MULTIFUNCIONAL DA COBERTURA MORTA DO SOLO EM CANTEIROS DE CENOURA, NO SISTEMA ORGÂNICO . . . . .	246
5	REFERÊNCIAS . . . . .	254

## **CAPÍTULO 10 . . . . . 257**

### **MANEJO E CONTROLE DE DOENÇAS EM CULTIVO ORGÂNICO DE HORTALIÇAS**

1	DOSAGEM E INTERVALO DE APLICAÇÃO DA CALDA VIÇOSA NO CONTROLE DA MANCHA-DE-MICOSFERELA DO MORANGUEIRO, EM DOIS SISTEMAS DE PRODUÇÃO . . . . .	258
2	AVALIAÇÃO DE FOSFITO NO CONTROLE DA REQUEIMA DO TOMATEIRO . . . . .	261
3	IMPORTÂNCIA DA OCORRÊNCIA DA MANCHA-PÚRPURA PARA A PRODUÇÃO DE ALHO ORGÂNICO . . . . .	264
4	REFERÊNCIAS . . . . .	268

## **CAPÍTULO 11 . . . . . 273**

### **SISTEMAS DE ADUBAÇÃO ORGÂNICA E MINERAL NA PRODUÇÃO E QUALIDADE DE GRÃOS DE MILHO**

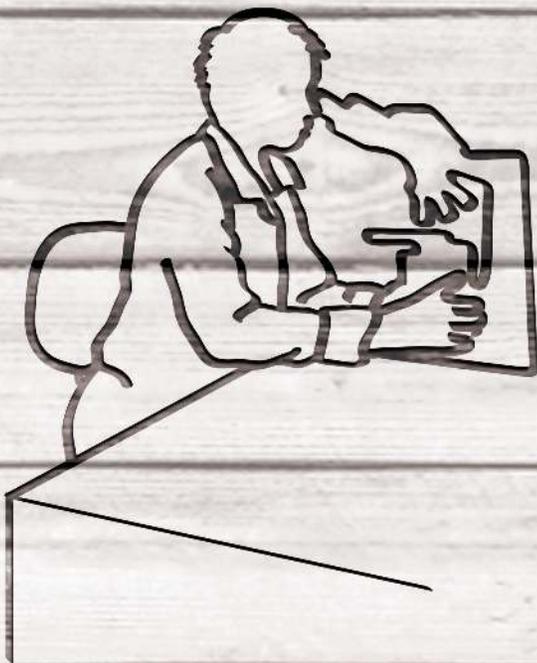
1	INTRODUÇÃO . . . . .	274
2	MÉTODOS ADOTADOS . . . . .	274
3	RESULTADOS ALCANÇADOS . . . . .	275
4	CONSIDERAÇÕES FINAIS . . . . .	278
5	REFERÊNCIAS . . . . .	279

## **CAPÍTULO 12 . . . . . 283**

### **DESEMPENHO ECONÔMICO DE CULTIVOS ORGÂNICOS**

1	INTRODUÇÃO . . . . .	284
2	ESTUDOS ECONÔMICOS E BASE TÉCNICA DO TRABALHO . . . . .	284
3	COEFICIENTES TÉCNICOS DETALHADOS POR CULTURA . . . . .	288
3.1	ABÓBORA . . . . .	289
3.2	ALHO . . . . .	291
3.3	BATATA . . . . .	294
3.4	BATATA-BAROA . . . . .	296
3.5	BATATA-DOCE . . . . .	299
3.6	CENOURA . . . . .	301
3.7	COUVE-FLOR . . . . .	304

3.8 FEIJÃO . . . . .	306
3.9 MILHO . . . . .	309
3.10 MORANGO . . . . .	311
3.11 PIMENTÃO . . . . .	314
3.12 QUIABO . . . . .	316
3.13 REPOLHO . . . . .	319
3.14 TARO . . . . .	322
3.15 TOMATE . . . . .	324
<b>4 ANÁLISE GERAL DE CUSTOS E RECEITAS. . . . .</b>	<b>327</b>
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS . . . . .</b>	<b>331</b>
<b>6 REFERÊNCIAS. . . . .</b>	<b>332</b>
<b>CAPÍTULO 13 . . . . .</b>	<b>335</b>
<b>EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DE SISTEMAS ORGÂNICOS DE PRODUÇÃO</b>	
<b>1 INTRODUÇÃO . . . . .</b>	<b>336</b>
<b>2 ANÁLISES ENERGÉTICAS . . . . .</b>	<b>337</b>
<b>3 ANÁLISE E BALANÇO ENERGÉTICO DOS SISTEMAS. . . . .</b>	<b>341</b>
<b>4 PARTICIPAÇÃO DOS COMPONENTES NO CUSTO ENERGÉTICO . . . . .</b>	<b>343</b>
<b>5 ANÁLISE DE SUSTENTABILIDADE . . . . .</b>	<b>345</b>
<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS . . . . .</b>	<b>348</b>
<b>7 REFERÊNCIAS . . . . .</b>	<b>349</b>
<b>ANEXOS . . . . .</b>	<b>351</b>



# MÉTODOS E PRÁTICAS NORTEADORAS DO PROGRAMA DE PESQUISA COM AGRICULTURA ORGÂNICA

Jacimar Luis de Souza

O manejo orgânico adotado na Área Experimental da Unidade de Referência em Agroecologia (URA) do Incaper compreende técnicas que proporcionam o uso equilibrado do solo, um balanço adequado entre as entradas e as saídas de nutrientes e que mantêm uma fertilidade duradoura do sistema. O manejo cultural e fitossanitário dos campos experimentais são implementados com métodos e práticas de produção, entre os quais podemos destacar:

### **MANEJO AGROECOLÓGICO DO SOLO**

Consiste na realização do manejo e preparo dos solos preservando o máximo possível a sua estrutura, por meio de técnicas de cultivo mínimo e plantio direto na palha. No plantio direto, não se prepara o solo com arações e gradagens antes da plantação, mas se utiliza de equipamentos e implementos de manejo de plantas de cobertura de solo, como roçadeiras, rolos-faca, trituradores, entre outros. Assim, uma camada de palha sobre o terreno, além de protegê-lo contra o impacto direto das chuvas intensas, que podem provocar erosões severas, dificulta o nascimento da vegetação espontânea, devido à redução da iluminação e ainda contribui para reduzir o aquecimento excessivo do solo e a emissão de CO<sub>2</sub>, gás causador do efeito estufa.

### **ADUBAÇÃO ORGÂNICA**

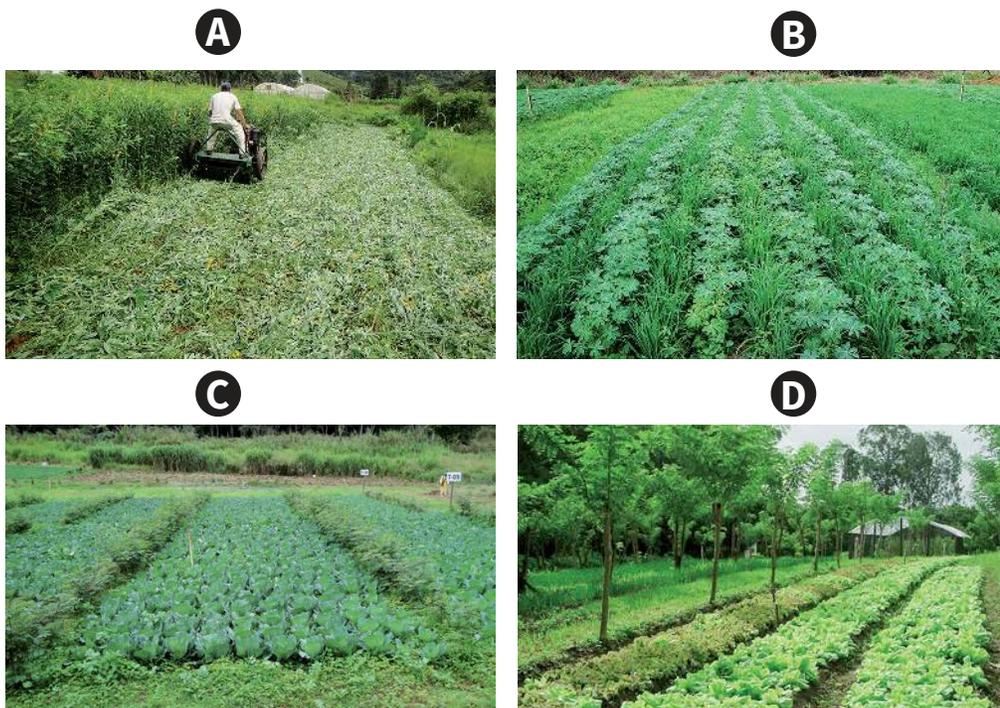
Sistemas orgânicos utilizam adubos na forma de estercos de animais, compostos orgânicos ou outras fontes recomendadas pelas normas técnicas de produção. A produção de composto orgânico na propriedade é uma excelente estratégia para obter um adubo orgânico de alta qualidade e baixo custo. O método de produção desse insumo adotado na Unidade de Referência em Agroecologia (URA) do Incaper é o sistema 'Indore', em pilhas de resíduos, em camadas alternadas, com reviramentos periódicos. O composto é aplicado a lanço ou localizado em sulcos ou covas das diversas culturas orgânicas estudadas. A Figura 1 mostra o pátio de compostagem da URA e a aplicação localizada em covas, em área preparada para plantio de tomate orgânico.



**Figura 1.** Pátio de compostagem de resíduos orgânicos, com pilhas de composto em vários estágios (A) e adubação com composto orgânico, em covas para plantio de tomate (B). URA, Domingos Martins/ES.

### ADUBAÇÃO VERDE

Uma das técnicas essenciais na agricultura orgânica e muito utilizada na URA é o emprego de plantas melhoradoras de solo, como as leguminosas para a fixação biológica de nitrogênio e as gramíneas para fixação de carbono e melhoria da estrutura física do solo. Essas espécies de plantas para adubação verde podem ser utilizadas em cultivos solteiros, consorciados ou por meio de árvores adubadeiras (Figura 2). A técnica da adubação verde consiste no cultivo de plantas enriquecedoras do sistema de produção, que conferem aumento de produtividade de até 50% e melhoria significativa no padrão comercial do produto orgânico.



**Figura 2.** Pré-cultivo de crotalaria, sendo acamada com rolo-faca (A) e consórcio de tremço-branco e aveia (B). Cultivo de repolho em alamedas de leucena (C) e cultivo de alfaces em alamedas de gliricídia (D).

## **COBERTURA MORTA E PROTEÇÃO DO SOLO**

O emprego de resíduos vegetais sobre a superfície do solo proporciona sua proteção contra insolação excessiva e erosão, retenção de umidade, economia de água, ativação biológica do solo e favorecimento do desenvolvimento das plantas. Essas múltiplas funções da cobertura morta desempenham papel fundamental para a saúde do sistema, especialmente daqueles que manejam intensivamente o solo, com culturas de ciclo curto, como na olericultura orgânica.

## **MANEJO DE ERVAS ESPONTÂNEAS**

O manejo das ervas de forma associada aos cultivos comerciais na agricultura orgânica é fundamental para a preservação de *habitat*, que podem constituir locais para refúgio de predadores e, conseqüentemente, influenciar o equilíbrio ecológico. Essa prática também auxilia na proteção do solo e na ciclagem de nutrientes. O manejo deve ser realizado por meio de corredores de refúgio e capina em faixa, de modo a evitar a concorrência das ervas espontâneas com a cultura de interesse comercial e mantê-las parcialmente no sistema. Esses pequenos *habitat* servem para abrigar predadores de pragas agrícolas, como vespas, aranhas, sapos, rãs e outros insetos e animais que são fundamentais para a manutenção da cadeia alimentar do ecossistema local.

## **ADUBAÇÕES SUPLEMENTARES COM BIOFERTILIZANTES LÍQUIDOS**

O emprego de biofertilizantes pode ser feito via solo ou via foliar utilizando-se preferencialmente soluções preparadas com recursos locais. O uso de biofertilizantes enriquecidos com minerais e de biofertilizantes preparados apenas com esterco bovino fresco e água são opções bastante eficientes. Além deles, biofertilizantes líquidos enriquecidos com vegetais e cinzas, e chorumes preparados à base de composto orgânico também são bastante utilizados.

## **ADUBAÇÕES AUXILIARES COM FERTILIZANTES MINERAIS DE BAIXA SOLUBILIDADE**

O uso de minerais de baixa solubilidade, que não alteram o equilíbrio do sistema solo/planta, é uma prática importante nos sistemas orgânicos. Utilizam-se pós de rochas de várias fontes, a exemplo dos fosfatos naturais empregados para a correção de deficiências em fósforo nos sistemas produtivos. A utilização de pós de rochas também tem sido muito útil para a remineralização de solos muito intemperizados repondo microelementos importantes para a nutrição e para o equilíbrio fitossanitário das plantações orgânicas.

## **PRÁTICAS DE ROTAÇÃO DE CULTURAS, CONSÓRCIOS E QUEBRA-VENTOS**

O emprego de técnicas de associações de plantas por meio de policultivos, sistemas de consórcio, quebra-ventos, entre outras, são imprescindíveis em sistemas orgânicos. Esse manejo policultural na agricultura orgânica, congregando um conjunto de técnicas e práticas associativas, é fundamental para aumentar a eficiência produtiva e econômica dos sistemas de produção, além de contribuir significativamente para o manejo preservacionista e ecológico do solo.

A importância da rotação de culturas é destacada pelo fato de que, ao se plantar a mesma cultura diversas vezes no mesmo lugar, pode-se contaminar o solo com as doenças daquela espécie. A rotação e a diversificação dos plantios em uma determinada área interrompem o ciclo das doenças e limitam seu crescimento. Vírus, bactérias e fungos com potencial fitopatogênico não encontrarão apenas um hospedeiro e permanecerão em equilíbrio com milhares de outros micro-organismos benéficos.

O uso de quebra-ventos pode aumentar em até 20% a produtividade de algumas culturas, em locais onde os ventos são intensos, como regiões litorâneas, planícies e planaltos. Isso porque essa intempérie aumenta a taxa de evapotranspiração do sistema solo/planta, elevando inclusive os gastos com irrigação na propriedade. Para conter essa perda, árvores como sabiá, acácias e eucaliptos podem ser plantadas em linhas de acordo com a direção do vento, como uma barreira natural na lavoura. Essas árvores servirão ainda como abrigo e ambiente para pouso e nidificação para pássaros, que podem ser predadores de pragas agrícolas. A bananeira, por exemplo, tem sido uma espécie muito utilizada em propriedades familiares, em áreas de culturas anuais, assim como na URA do Incaper.

## **MANEJO E CONTROLE ALTERNATIVO DE PRAGAS E PATÓGENOS**

O manejo ecológico de pragas e patógenos na agricultura orgânica inicia-se com o emprego de medidas de prevenção que começam no planejamento e na diversificação do sistema. Além disso, usam-se medidas culturais preventivas apropriadas a cada cultura ou criação, além de técnicas e práticas de controle biológico, caldas, extratos de plantas, óleos vegetais, entre outros.

## **MANEJO DE COLHEITA E PÓS-COLHEITA**

O manejo dos produtos orgânicos na fase de colheita deve adotar medidas preventivas, como colheita no ponto correto de maturação e uso de implementos isentos de patógenos. Na pós-colheita, é necessário empregar procedimentos de higiene e técnicas de controle de contaminação com produtos autorizados pela legislação para o cultivo orgânico (Figura 3).



**Figura 3.** Colheita de cenouras orgânicas (A) e caixas de cenouras orgânicas recém-colhidas na Unidade de Referência em Agroecologia (URA) do Incaper, Domingos Martins/ES (B).

No processo de lavagem e limpeza dos produtos, deve-se utilizar água de boa qualidade. No setor de pós-colheita, mesas e bancadas devem ser limpas e higienizadas para evitar contaminações. No processamento, também não se empregam aditivos, conservantes ou outros métodos que possam prejudicar a saúde humana.



# COMPORTAMENTO DE ESPÉCIES EM SISTEMA ORGÂNICO DE PRODUÇÃO

Jacimar Luis de Souza  
Victor Almeida Pereira

Neste capítulo, o leitor comprovará que existe plena viabilidade técnica na produção de hortaliças orgânicas, milho e feijão, mas também que existem culturas, como o morango, pimentão e tomate que necessitam de aprimoramento tecnológico para a melhoria de rendimentos comerciais, pois estão abaixo do que se obtém nos sistemas convencionais atualmente em uso na Região Centro-Serrana. Em geral, as hortaliças orgânicas, em relação aos respectivos sistemas convencionais, podem ser agrupadas em quatro categorias: espécies com produtividades similares; espécies com produtividade superior; espécies com produtividades levemente inferiores; e espécies com produtividades fortemente inferiores, como morango, pimentão e tomate. As culturas do feijão e do milho, no sistema orgânico, confirmaram-se como atividades de grande viabilidade técnica, comparadas aos sistemas convencionais. Este trabalho demonstra também que a cultura do feijão em sistema orgânico tem apresentado um desenvolvimento vegetativo e aspecto fitossanitário muito bom, com média de produtividade comercial de 2.169 kg ha<sup>-1</sup> de grãos secos. A cultura do milho nesse sistema também tem demonstrado desempenho vegetativo e estado fitossanitário bastante promissores, com média de rendimento de 8.541 kg ha<sup>-1</sup> de grãos secos.

## 1 INTRODUÇÃO

Os problemas de degradação ambiental causados pelo modelo agrícola brasileiro são amplamente conhecidos, motivo pelo qual a visão de produtividade e qualidade na agricultura necessita de enfoque em sistemas sustentáveis. Sistemas de produção que se baseiam na reciclagem de matéria orgânica, por meio do uso de compostagem e adubação verde, necessitam de mais estudos sob a ótica científica, visando atestar a plena viabilidade técnica de sistemas orgânicos de produção, com rendimentos e qualidade de produtos adequados às exigências de mercado.

Por esse motivo, a investigação sobre o comportamento produtivo de espécies em sistema orgânico tem sido uma necessidade permanente, justificando-se assim este estudo sobre a viabilidade técnica de sistemas baseados apenas na ciclagem de nutrientes por fontes naturais, que poderão servir de referência para técnicos e produtores que, por enquanto, não divulgam e praticam a agricultura em bases orgânicas, respectivamente (SOUZA, 2005).

No campo da olericultura, avaliar o desempenho produtivo de hortaliças que foram submetidas a sucessivos melhoramentos genéticos em sistemas de base agroquímica torna-se uma necessidade ainda maior, por se tratar de culturas de ciclo curto que são submetidas a muitos ciclos de seleção. Variedades e híbridos selecionados em sistemas de adubação mineral de alta solubilidade são um exemplo clássico dessa demanda.

Oliveira (2001) estudou o manejo orgânico da cultura do repolho híbrido Astrus em função de sistemas de adubação orgânica e adubação verde, obtendo produtividades médias de 24,64 t ha<sup>-1</sup> e 34,71 t ha<sup>-1</sup> em cultivo sobre vegetação espontânea e crotalaria, respectivamente. Também avaliando doses crescentes de cama de aviário, verificou aumento de produtividade de 17 t ha<sup>-1</sup> até 40 t ha<sup>-1</sup> de cabeças comerciais, comprovando que sistemas mais adequados de adubações viabilizam produções mais elevadas.

Existem muitos trabalhos de pesquisa que avaliaram o desenvolvimento agrônomo e o comportamento produtivo de espécies olerícolas em sistema orgânico de produção. Como exemplo, Castro et al. (2003) e Silva et al. (2003) estudaram os comportamentos de variedades de morango e batata, respectivamente, comprovando grande potencial produtivo e viabilidade técnica de várias cultivares para acesso ao mercado.

Mesmo para culturas de maior dificuldade técnica de produção em sistema orgânico, muitas vezes se confirma grande viabilidade, especialmente quando se incorpora a avaliação econômica, considerando o custo de produção e o preço de venda. Luz, Shinzato e Silva (2007), comparando aspectos agrônômicos e econômicos da produção orgânica e convencional do tomateiro, concluíram que o sistema orgânico apresentou-se agronomicamente viável, com um custo de produção 17,1% mais baixo que o convencional e lucratividade até 113,6% maior.

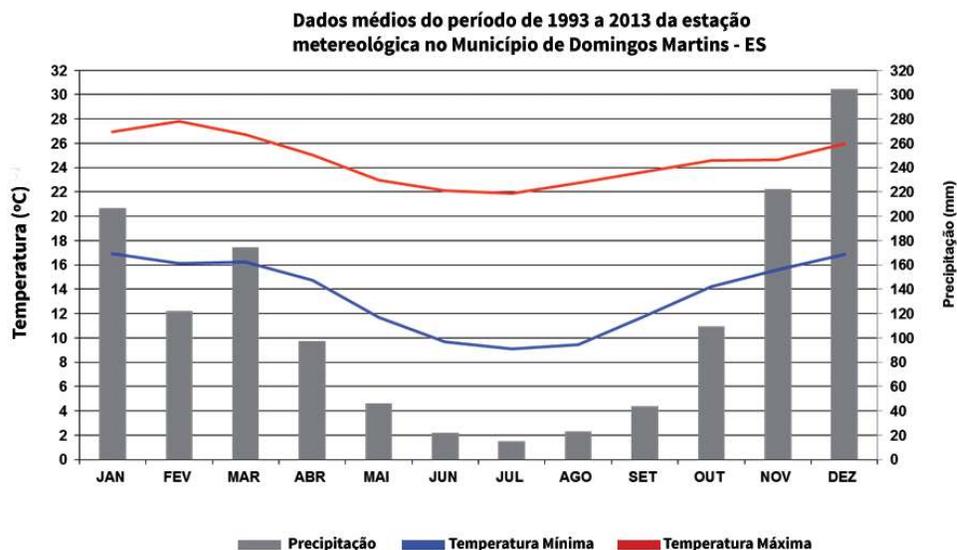
Estudos do comportamento produtivo de culturas em sistema orgânico devem ser analisados sob a ótica de obtenção de produtividades adequadas,

que permitam bom retorno econômico, mas sem provocar desequilíbrios ao agroecossistema. Muitas vezes, a busca por produtividades máximas proporcionam alto retorno econômico à custa do esgotamento dos recursos naturais e da poluição ambiental e dos alimentos (SOUZA; RESENDE, 2014).

Portanto, objetivou-se, com este trabalho, estudar o desenvolvimento agrônomo de 11 espécies olerícolas em sistema orgânico de produção, procedendo-se a uma avaliação comparativa com as respectivas médias regionais do sistema convencional de cultivo atualmente em uso no Estado do Espírito Santo.

## 2 AVALIAÇÕES E MANEJO DAS CULTURAS

Este estudo foi executado no período de 1990 a 2009, na Área Experimental de Agricultura Orgânica do Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper), hoje denominada Unidade de Referência em Agroecologia (URA). Essa unidade encontra-se localizada no Município de Domingos Martins/ES, a uma altitude de 950 m, ocupando uma área de 2,5 ha, dividida em 15 talhões de solo para possibilitar a prática da rotação cultural. Para auxiliar na análise técnica do comportamento produtivo das culturas, a série histórica de temperaturas e precipitações médias mensais dessa área, nos últimos 20 anos, está apresentada na Figura 1.



**Figura 1.** Médias mensais das temperaturas e precipitações na Unidade de Referência em Agroecologia (URA), de 1993 a 2013.

Fonte: [www.incaper.es.gov.br](http://www.incaper.es.gov.br)

O manejo orgânico dos solos tem sido realizado por meio da reciclagem de biomassa e restos culturais, compostagem orgânica, prática de cobertura morta, adubação verde, rotação de culturas, aplicações de biofertilizantes via solo e foliar, além de outras práticas afetas ao manejo orgânico de hortaliças. Todos os

procedimentos seguem as recomendações da Instrução Normativa nº 46, de 6 de outubro de 2011, do Ministério da Agricultura, que estabelece os regulamentos técnicos para os sistemas orgânicos de produção animal e vegetal.

Ao longo de 20 anos, foram cultivadas 11 espécies de hortaliças (abóbora, alho, batata, cenoura, couve-flor, morango, pimentão, quiabo, repolho, taro e tomate) em sistema de rotação com as culturas de milho, feijão utilizando adubos verdes e seguindo as normas técnicas citadas anteriormente. Para a maioria das culturas, a adubação orgânica com composto foi realizada na base de  $10 \text{ t ha}^{-1}$  (peso seco) no plantio e  $5 \text{ t ha}^{-1}$  em cobertura, totalizando  $15 \text{ t ha}^{-1}$  por cultivo. Na cultura da abóbora, utilizou-se a metade dessa dosagem, ou seja, um total de  $7,5 \text{ t ha}^{-1}$  de composto orgânico. Dependendo do diagnóstico nutricional de cada campo das espécies mais exigentes, como o alho, morango, pimentão e tomate, a adubação em cobertura única foi substituída por aplicações semanais ou quinzenais de chorume de composto ou biofertilizante líquido, enriquecido com nitrogênio (N) e potássio (P), via solo, na base de 300 a 400 mL por  $\text{m}^2$ .

Os métodos alternativos de controle de pragas e doenças consistiram principalmente no emprego de controle biológico com *Bacillus thuringiensis* e *Beauveria bassiana*, além de calda sulfocálcica, calda bordalesa, armadilha luminosa, óleos vegetais e detergentes, entre outros, dependendo da espécie e da praga ou patógeno.

A caracterização metodológica resumida de cada espécie no sistema orgânico, incluindo alguns indicadores, manejo cultural e base de dados, estão apresentados na Tabela 1.

Os parâmetros de avaliação aplicados às espécies de hortaliças, feijão e milho abrangeram características agrônômicas e de produção de cada uma delas. Os vários campos de produção de cada espécie, implantados ao longo dos 20 anos, foram utilizados como repetições para a composição da média aritmética de cada variável.

**Tabela 1.** Descrição metodológica para as espécies olerícolas no sistema orgânico. Incaper, Domingos Martins/ES, 2010

Cultura	Cultivar (es)	Espaçamento	Época	Manejo cultural	Base de dados
ABÓBORA	Híbrido comercial Tetsukabuto, usando a moranga como polinizadora.	2,50m x 2,50m	out. a fev.	- Plantio em covas, com manejo de ervas nativas por coroamento das plantas na fase inicial da cultura. - Adubação em covas, na base de 7,5 t ha <sup>-1</sup> . - A polinização é realizada naturalmente por insetos. - Não se realiza controle fitossanitário.	15 plantios entre os anos de 1991 a 2007.
ALHO	Gigante roxão e Gigante curitibanos.	0,25m x 0,10m até 2009 0,30m x 0,15m 2010 em diante	mar. a abr.	- Cultivo em canteiros de 1,2m de largura na base de 1,0m de largura no topo. - Adubação a lanço antes do levantamento dos canteiros, na base de 15,0 t ha <sup>-1</sup> . - Adubação em cobertura com biofertilizante líquido ou chorume de composto semanal, na base de 300 mL m <sup>-2</sup> , dos 45 aos 120 dias. - Controle foliar de alternaria com calda bordalesa 1% ou sulfocálcia 1%, quinzenal.	31 plantios entre os anos de 1991 a 2009. A extrapolação da produção para 1 ha considerou uma área útil de 7.000 m <sup>2</sup> .
BATATA	A principal cultivar foi a Itararé, mas alguns plantios foram feitos com cvs. Matilda e Monte bonito.	1,00m x 0,35m	mar. a jun.	- Plantio em sulcos, adubados na base de 15,0 t ha <sup>-1</sup> . - Amontoa aos 30 dias. - Controle de requeima com calda bordalesa 1%, semanal, dos 30 aos 80 dias.	10 plantios entre os anos de 1991 a 2009.
CENOURA	- Inverno: grupo Nantes. - Verão: Brasília.	0,25m x 0,07m	o ano todo	- Semeio em filetes contínuos, com desbaste aos 20 dias. - Adubação a lanço antes do levantamento dos canteiros, na base de 15,0 t ha <sup>-1</sup> . - Sem adubação em cobertura e controle fitossanitário.	24 cultivos entre os anos de 1990 e 2009. A produção para 1 ha considera área útil de 7.000 m <sup>2</sup> .
COUVE-FLOR	Teresópolis precoce (inverno).	1,00m x 0,50m	mar. a ago.	Plantio em covas, com manejo de ervas nativas por capina em faixa, preservando as entrelinhas. - Adubação em covas, na base de 15,0 t ha <sup>-1</sup> . - Adubação em cobertura aos 30 dias. - Sem controle fitossanitário.	14 cultivos entre os anos de 1992 a 2009.
FEIJÃO	Cultivar do grupo preto, EMCAPA-404 Serrano.	0,50m x 0,07m	mar.	- Plantio em sulcos, com densidade de semeadura de 15 sementes por metro linear. - Adubação a lanço, em toda área, na base de 10 t ha <sup>-1</sup> antes do sulcamento. - Sem controle fitossanitário.	18 cultivos entre os anos de 1992 a 2009.
MILHO	Cultivar EMCAPA-201, de múltipla aptidão.	1,00m x 0,20m	set. a dez.	- Plantio em sulcos, semeadura de 2 sementes a cada 20 cm, desbastando-se para 1 planta após emergência, estabelecendo densidade de 5 sementes por metro linear (50.000 pl ha <sup>-1</sup> ). - Adubação a lanço, na base de 10 t ha <sup>-1</sup> , em toda área, antes do sulcamento. - Sem controle fitossanitário.	18 cultivos entre os anos de 1992 a 2009.

continua ...

... conclusão

CULTURA	Cultivar (es)	Espaçamento	Época	Manejo cultural	Base de dados
MORANGO	Dover até 1999. Camarosa a partir de 2007.	0,33m x 0,40m	mar. a abr.	Cultivo em canteiros de 1,2m de largura, na base e 1,0m de largura no topo. - Adubação a lanço, antes do levantamento dos canteiros, na base de 15,0 t ha <sup>-1</sup> . - Adubação em cobertura, com chorume de composto semanal, na base de 400 mL m <sup>-2</sup> , dos 30 dias até meados da frutificação. - Controle biológico de pulgões e ácaros. - Controle de doenças com calda bordalesa, até início da frutificação.	17 cultivos entre os anos de 1996 a 2007. A produção para 1 ha considera uma área útil de 7.500 m <sup>2</sup> /ha.
PIMENTÃO	Agrônomo 10-G e Magali-R	1,00m x 0,40m	set. a dez.	Plantio em covas, com manejo de ervas nativas por capina em faixa. - Adubação em covas, na base de 15,0 t ha <sup>-1</sup> . - Adubação em cobertura, com composto aos 30 dias ou com biofertilizante semanal, na base de 400 mL m <sup>-2</sup> . - Condução com 2 a 3 hastes. - Sem controle fitossanitário.	10 cultivos entre os anos de 1999 a 2008.
QUIABO	Santa Cruz 47	1,20m x 0,40m	set. a dez.	- Plantio em covas, com manejo de ervas nativas por capina em faixa, preservando as entrelinhas. - Adubação em covas, na base de 15,0 t ha <sup>-1</sup> . - Adubação em cobertura, com composto aos 30 dias. - Desbrotas laterais. - Controle de oídio com calda bordalesa ou solução de leite a 20%.	17 cultivos entre os anos de 1993 a 2001.
REPOLHO	Kenzan, Shutoku, Fuyutokyo e Shinsei	0,60m x 0,40m	o ano todo	- Plantio em covas, adubadas, na base de 15,0 t ha <sup>-1</sup> . - Sem adubação em cobertura. - Sem controle fitossanitário.	39 cultivos entre os anos de 1991 a 2009.
TARO	Clone regional, tipo 'chinês'	1,00m x 0,40m	set. a nov.	- Plantio em sulcos. - Adubação em sulcos, na base de 15,0 t ha <sup>-1</sup> . - Adubação em cobertura, com composto, antes da amontoa aos 60 dias. - Sem controle fitossanitário.	11 cultivos entre os anos de 1992 a 2009.
TOMATE	Roqueso.	1,00m x 0,40m	set. a dez. (campo) o ano todo (estufa)	- Plantio em covas, sobre as leiras cobertas com <i>mulching</i> . - Adubação em sulcos sob as leiras, na base de 15,0 t ha <sup>-1</sup> . - Desbrotas laterais e condução com uma haste e capação após o 6º cacho. - Adubação em cobertura, com biofertilizante enriquecido, semanal, na base de 200 mL m <sup>-2</sup> , dos 30 dias até meados da frutificação. - Controle biológico de mosca branca, pulgões e ácaros com Beauveria e de brocas com Bacillus. - Controle de doenças com calda bordalesa, até início da frutificação.	16 cultivos entre os anos de 1992 a 2009.

O padrão de rendimento comercial tomado como referência para a análise de viabilidade técnica do sistema orgânico foram as produtividades médias relatadas para o sistema convencional dessas culturas no Estado do Espírito Santo, apresentadas na Tabela 2.

Para as culturas do feijão e milho, as produtividades consideradas foram as médias indicadas dos sistemas tecnificados e irrigados, empregando-se a tecnologia recomendada para a cultura.

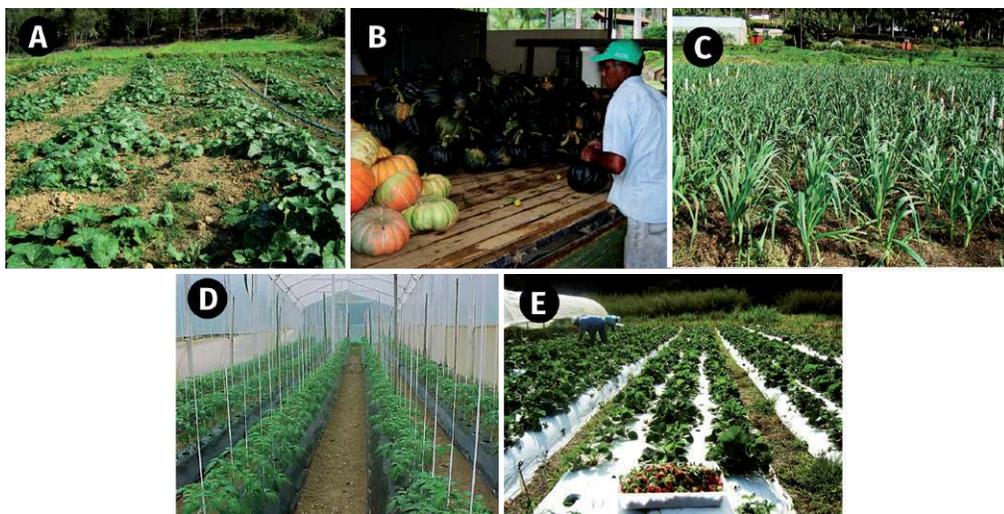
**Tabela 2.** Produtividades médias referenciais dos sistemas convencionais de produção de hortaliças, feijão e milho, no Estado do Espírito Santo. Incaper, Domingos Martins/ES, 2010

Espécies	Produtividades médias do ES (kg ha <sup>-1</sup> )
Abóbora	8.500
Alho	6.350
Batata	17.411
Cenoura	28.000
Couve-Flor	15.000
Feijão	1.300
Milho	5.000
Morango	36.000
Pimentão	30.000
Quiabo	15.000
Repolho	47.102
Taro	25.000
Tomate	68.200

**Fontes:** Hortaliças (Garcia, 2005); Milho e Feijão (Informações técnicas pessoais de sistemas convencionais tecnificados e irrigados).

### 3 DESEMPENHO PRODUTIVO MÉDIO DAS CULTURAS

O manejo orgânico do sistema de produção de hortaliças tem proporcionado bom desenvolvimento agrônomo para a maioria das espécies trabalhadas (Figura 2), permitindo o alcance de níveis competitivos de produtividade e produção de elevado padrão comercial. As médias de produtividades obtidas nos diversos campos experimentais estão apresentadas por cultura, em ordem alfabética, nas Tabelas 4 a 16, adiante.



**Figura 2.** Campos de produção de hortaliças orgânicas da Área Experimental Mendes da Fonseca/ Unidade de Referência em Agroecologia (URA): plantas de abóbora híbrido Tetsukabuto (A); frutos de abóbora Tetsukabuto e moranga exposição recém-colhidos (B); plantas de moranga exposição recém-colhidos (C); plantas de milho orgânico de elevado vigor (C); cultivo orgânico de tomate em estufa (D); campo e frutos colhidos de morango orgânico (E). Incaper, Domingos Martins/ES, 2010.

As médias gerais das produtividades e demais variáveis para cada cultura estão apresentadas na Tabela 3.

**Tabela 3.** Desenvolvimento agrônomo médio de hortaliças, feijão e milho em sistema orgânico, ao longo de 20 anos. Incaper, Domingos Martins/ES, 1990-2009<sup>1</sup>

Espécies	Nº de cultivos	Produção total (kg ha <sup>-1</sup> )	Produção comercial				Ciclo (dias)
			Produtividade (kg ha <sup>-1</sup> )	Peso médio (g)	Compr. médio (cm)	Diâm médio (cm)	
ABÓBORA	15	7.508	7.323	2.220	-	18,0	112
ALHO	31	8.247	6.646	37	-	4,1	146
BATATA	10	19.102	17.201	99	8,4	5,5	99
CENOURA	24	26.702	23.547	82	15,3	3,2	108
COUVE-FLOR	14	14.253	12.643	790	-	14,9	111
FEIJÃO	18	-	2.169	20 <sup>2</sup>	-	-	104
MILHO	14	-	8.541	-	17,1	5,0	163
MORANGO	17	31.452	26.251	12	-	3,6	202
PIMENTÃO	10	24.199	22.209	113	12,9	5,6	124
QUIABO	17	15.601	13.282	19	13,5	1,5	132
REPOLHO	39	-	56.553	1.531	-	18,4	129
TARO	11	45.439	24.569	111	9,0	5,3	268
TOMATE	16	49.613	38.518	107	-	5,8	117

<sup>1</sup> Dados médios da Área Experimental do Incaper.

<sup>2</sup> Peso médio de 100 sementes.

Os índices de rendimento e o padrão comercial apresentados pelas hortaliças indicam plena viabilidade técnica, especialmente quando os níveis de produtividade comercial no sistema orgânico são comparados às médias de sistemas convencionais (Tabela 2).

As culturas do alho, batata e taro orgânicos apresentaram rendimentos similares à média estadual, com diferenças de produtividade de 5% a mais para o alho, 1% a menos para a batata e 2% a menos para o taro, em relação aos respectivos sistemas convencionais.

A cultura do repolho expressou rendimentos médios superiores às médias estaduais, em torno de 20%, acima do sistema convencional.

As culturas da abóbora, cenoura, couve-flor e quiabo produziram menos que a média dos respectivos sistemas convencionais, com índices de produtividades médias comerciais inferiores, na ordem de 14%, 16%, 16% e 11%, respectivamente.

As culturas do morango, pimentão e tomate revelaram a necessidade de aprimoramento tecnológico, por apresentarem rendimentos muito inferiores aos respectivos sistemas convencionais, com produtividades 27%, 26% e 44% menores, respectivamente. As limitações para o cultivo orgânico do pimentão têm sido relativas aos aspectos nutricionais, enquanto para o tomate, têm sido no âmbito fitossanitário. Os padrões comerciais das hortaliças orgânicas, baseados no peso, comprimento e diâmetros médios, podem ser considerados satisfatórios frente às exigências desse mercado (SOUZA; PEREIRA, 2010).

A cultura do feijão em rotação com as hortaliças, em sistema orgânico de produção, utilizando-se a cv. EMCAPA 404 – Serrano, apresentou um desenvolvimento vegetativo e aspecto fitossanitário muito bom, não se justificando a utilização de produtos fitoprotetores foliares. Verifica-se na Tabela 8, um ciclo médio de 104 dias e que as produtividades, em 18 cultivos, variaram de 957 kg ha<sup>-1</sup> até 3.293 kg ha<sup>-1</sup>, com média de 2.169 kg ha<sup>-1</sup> de grãos secos após a “bateção”. Essa média de 20 anos mostrou-se 67% superior à média de 1.300 kg ha<sup>-1</sup> dos sistemas convencionais de cultivos tecnificados e irrigados do Espírito Santo (Tabela 2).

O desempenho vegetativo e o estado fitossanitário da cv. de milho EMCAPA 201, em cultivo orgânico, tem sido bastante promissora. Na Tabela 9, verificamos que a altura média das plantas de 2,9 m pode ser considerada relativamente alta, devido ao fato de ser uma variedade de ampla diversidade genética. O ciclo médio foi de 163 dias e as produtividades em 14 cultivos mostraram relativa estabilidade, variando de 5.967 kg ha<sup>-1</sup> até 11.732 kg ha<sup>-1</sup>. A média de 8.541 kg ha<sup>-1</sup> de grãos secos, após a debulha, pode ser considerada expressiva, pois mostrou-se 71% superior à média de 5.000 kg ha<sup>-1</sup> dos sistemas convencionais tecnificados e irrigados do Espírito Santo (Tabela 2).

Numa avaliação genérica baseada na produtividade comercial, podemos classificar as hortaliças orgânicas, em relação aos respectivos sistemas convencionais, em quatro grupos distintos: (A) três espécies com produtividades similares ao sistema convencional: alho, batata e taro; (B) uma espécie com produtividade superior: repolho; (C) quatro espécies com produtividades levemente inferiores: abóbora, cenoura, couve-flor e quiabo; (D) três espécies com produtividades fortemente inferiores: morango, pimentão e tomate. As culturas do feijão e do milho no sistema orgânico confirmaram-se como atividades de grande viabilidade técnica, comparadas aos sistemas convencionais.

#### 4 DESEMPENHO PRODUTIVO DETALHADO POR CULTURA

**Tabela 4.** Desenvolvimento agrônomo da cultura da abóbora, híbrido Tetsukabuto, em sistema de cultivo orgânico. Incaper, Domingos Martins/ES, 1991 a 2007<sup>1</sup>

Cultivos	Talhão	Ano	Produção total (kg/ha)	Produção comercial			Frutos brocados (%)	Frutos podres (%)	Ciclo (dias)
				Produtividade (kg/ha)	Peso médio (kg)	Diâmetro médio (cm)			
Tetsukabuto 1	13	1991/92	6.176	6.118	1,4	16,0	0,9	0,9	87
Moranga 1			2.140	2.064	2,4	20,0	4,4	15,5	107
Tetsukabuto 2	06	1992/93	6.048	5322	1,4	21,0	1,1	-	88
Moranga 2			8.705	8.705	3,0	22,7	13,0	-	103
Tetsukabuto 3	10	1993/94	3.098	2.872	1,2	15,5	1,7	0,0	100
Moranga 3			1.050	1.050	2,2	20,4	5,0	0,0	116
Tetsukabuto 4	14	1993/94	3.203	3.076	1,4	16,6	6,8	-	100
Moranga 4			1.210	1.128	2,4	21,0	22,2	-	101
Tetsukabuto 5	14	1994/95	10.938	10.834	3,2	19,0	1,2	4,8	109
Moranga 5			3.383	3.357	3,4	22,1	6,0	7,3	131
Tetsukabuto 6	11	1995	12.568	12.568	2,7	18,4	1,2	0,9	110
Moranga 6			3.942	3.942	3,3	20,7	19,4	1,0	133
Tetsukabuto 7	06	1995/96	8.360	8.236	3,2	21,2	0,0	0,7	112
Moranga 7			15.272	15.192	3,0	23,2	8,3	1,0	133
Tetsukabuto 8	10	1996	14.598	14.477	2,7	19,1	1,4	2,8	91
Moranga 8			1.904	1.697	3,6	20,9	10,0	35,0	111
Tetsukabuto 9	11	1997	4.450	4.258	2,1	15,7	2,6	13,4	120
Moranga 9			644	578	2,7	22,0	2,9	35,3	104
Tetsukabuto 10	10	1998	5.163	4.696	1,9	17,1	3,0	13,1	120
Moranga 10			971	950	2,9	20,9	25,0	-	131
Tetsukabuto 11	11	1999/00	9.004	8.975	2,4	18,0	0,4	0,1	137
Moranga 11			3.133	3.133	3,2	22,0	13,3	10,0	156
Tetsukabuto 12	14	1999/00	6.770	6.478	2,1	19,4	0,4	4,7	141
Moranga 12			695	695	2,7	21,0	0,0	5,5	160
Tetsukabuto 13	06	2000/01	5.752	5.733	3,8	20,5	8,8	7,0	138
Moranga 13			5.836	5.836	2,4	26,0	7,8	0	117
Tetsukabuto 14	14	2003/04	1.979	1.847	1,4	14,0	-	-	108
Moranga 14			-	-	-	-	-	-	-
Tetsukabuto 15	06	2007	14.508	14.357	2,4	19,2	-	-	127
Moranga 15			3.669	-	2,5	19,4	-	-	141
<b>Média / Tetsukabuto</b>			<b>7.507,7</b>	<b>7.323,1</b>	<b>2,2</b>	<b>18,0</b>	<b>2,2</b>	<b>4,8</b>	<b>112,5</b>
<b>Média /Moranga</b>			<b>3.753,8</b>	<b>2.717,4</b>	<b>2,8</b>	<b>21,6</b>	<b>10,6</b>	<b>13,8</b>	<b>124,5</b>

<sup>1</sup> Média de 15 cultivos.

**Tabela 5.** Desenvolvimento agrônômico da cultura do alho em sistema de cultivo orgânico. Incaper, Domingos Martins/ES, 1991 a 2009<sup>1</sup>

Cultivos	Talhão <sup>2</sup>	Ano	Produção comercial				Ciclo (dias)
			Produtividade (kg/ha)	% Pesos Comerciais	Peso Médio (g)	Diâm.Médio (cm)	
Alho 1	07	1991	2.328	54	15,5	3,7	136
Alho 2	02	1992	4.172	73	29,4	4,3	132
Alho 3	12	1993	1.450	54	11,1	3,1	148
Alho 4	06	1993	3.527	84	14,6	3,5	152
Alho 5	03	1994	3.151	48	28,0	4,3	137
Alho 6	07	1994	3.185	67	17,7	4,2	132
Alho 7	06	1995	6.323	76	25,0	4,2	144
Alho 8	02	1995	8.764	80	33,0	4,4	154
Alho 9	08	1996	5.686	92	23,9	3,8	152
Alho 10	03	1996	10.455	85	33,6	4,2	153
Alho 11	06	1997	9.450	86	32,0	4,2	153
Alho 12	03	1998	7.430	62	33,7	3,6	147
Alho 13	03	1999	9.910	93	36,2	3,9	147
Alho 14	13	1999	9.600	92	30,0	3,7	148
Alho 15	9/S1	2000	8.870	94	27,0	3,3	145
Alho 16	9/S2	2000	9.000	91	30,1	3,5	145
Alho 17	9/S3	2000	9.600	92	30,1	3,6	145
Alho 18	1/S1	2001	2.517	46	34,3	3,7	146
Alho 19	1/S2	2001	1.483	43	30,7	3,5	146
Alho 20	1/S3	2001	2.117	41	34,3	3,5	146
Alho 21	4/S1	2002	3.726	50	51,0	3,5	153
Alho 22	4/S2	2002	4.067	49	48,3	3,6	153
Alho 23	4/S3	2002	3.815	48	47,4	3,6	153
Alho 24	1/S1	2008	10.634	90	47,0	5,0	143
Alho 25	1/S2	2008	11.581	97	70,4	5,3	143
Alho 26	1/S3	2008	9.662	97	63,0	5,3	143
Alho 27	1/S4	2008	8.985	99	79,7	5,3	143
Alho 28	14/S1	2009	9.600	93	40,0	4,7	150
Alho 29	14/S2	2009	9.757	98	53,0	5,1	150
Alho 30	14/S3	2009	7.967	95	47,0	4,9	150
Alho 31	14/S4	2009	7.209	99	57,0	5,3	150
<b>Média</b>			<b>6.646</b>	<b>76</b>	<b>37,0</b>	<b>4,0</b>	<b>146</b>

<sup>1</sup> Média de 31 cultivos.

<sup>2</sup> S = Sistemas de cultivo adotados.

**Tabela 6.** Desenvolvimento agrônômico da cultura da batata em sistema de cultivo orgânico. Inca-per, Domingos Martins/ES, 1991 a 2009<sup>1</sup>

Cultivos	Talhão	Ano	Produção total (kg/ha)	Produção comercial (kg/ha)	Peso médio (g)	Compr. médio (cm)	Diâmetro médio (cm)	Ciclo (dias)
Batata 1	13	1991	9.028	7.993	87	7,5	5,9	85
Batata 2	09	1991	13.814	13.161	75	8,5	5,5	83
Batata 3	03	1992	37.492	30.857	104	7,9	5,6	110
Batata 4	03	1993	8.292	7.274	91	7,7	5,4	87
Batata 5	03	1993	17.700	14.497	69	7,2	5,9	100
Batata 6	03	1995	20.829	19.029	139	9,1	5,8	92
Batata 7	09	1996	36.948	35.348	149	9,7	6,2	121
Batata 8	03	1997	28.221	27.450	89	9,9	4,7	101
Batata 9	13	2008	7.835	7.488	80	8,6	5,2	118
Batata 10	3	2009	10.856	8.913	107	8,2	4,6	96
<b>Média</b>			<b>19.102</b>	<b>17.201</b>	<b>99</b>	<b>8,0</b>	<b>5,0</b>	<b>99</b>

<sup>1</sup> Média de 10 cultivos.

**Tabela 7.** Desenvolvimento agrônômico da cultura da cenoura em sistema de cultivo orgânico. Incaper, Domingos Martins/ES, 1990 a 2009<sup>1</sup>

Cultivos	Talhão	Ano	Produção total (kg/ha)	Produção comercial							
				Produtividade (kg/ha)	% Peso comerciais (Kg)	Peso médio (g)	Compr. médio (cm)	Diâm. Médio (cm)	Rachadura (%)	Podres (%)	Ciclo (dias)
Cenoura 1	12	1990/91	23.775	22.725	96	49	13,6	2,6	3,9	-	116
Cenoura 2	04	1992	24.684	21.971	89	81	14,3	3,9	8,8	10,6	95
Cenoura 3	08	1992/93	39.740	36.450	92	92	15,9	3,6	4,0	0,5	110
Cenoura 4	12	1992/93	20.981	14.894	71	84	13,5	3,3	0,1	3,3	104
Cenoura 5	14	1993	24.520	18.480	75	62	13,0	3,1	3,7	5,6	117
Cenoura 6	05	1993	14.335	12.569	88	70	14,0	2,9	4,8	-	112
Cenoura 7	12	1993/94	16.450	15.650	95	49	12,0	3,3	5,6	2,1	99
Cenoura 8	12	1994/95	32.300	27.250	84	89	13,3	2,4	1,9	0,2	103
Cenoura 9	05	1995	53.321	53.064	99	116	16,5	3,8	2,0	-	108
Cenoura 10	08	1995	36.078	30.803	85	65	13,0	2,8	2,9	-	114
Cenoura 11	04	1995	22.994	20.680	90	102	18,7	4,2	3,1	0,0	116
Cenoura 12	11	1996	25.430	24.236	95	76	15,3	2,9	3,3	0,0	114
Cenoura 13	11	1997	18.902	10.145	54	60	13,5	3,2	12,3	0,2	139
Cenoura 14	08	1997	41.620	27.170	65	74	14,5	2,9	21,3	3,8	129
Cenoura 15	11	1998	13.043	9.870	76	67	18,3	3,3	1,3	0,0	110
Cenoura 16	04	1998	13.933	13.400	96	79	14,3	3,0	3,4	1,9	96
Cenoura 17	07	1999	41.762	40.737	97	96	15,6	2,8	2,9	0,0	104
Cenoura 18	03	2007	30.204	28.492	94	102	21	3,3	-	-	95
Cenoura 19	04	2008	29.970	29.400	98	75	14,6	2,3	4,9	0	97
Cenoura 20	04	2009	27.258	21.238	78	87	18,9	3,4	1,8	2,2	103
Cenoura 21	14/S1	2009	24.106	23.065	96	92	15,6	3,1	6,0	-	101
Cenoura 22	14/S2	2009	19.792	18.777	95	100	16,3	3,3	12,5	-	101
Cenoura 23	14/S3	2009	23.870	23.327	98	97	15,2	3,4	9,8	-	101
Cenoura 24	14/S4	2009	21.770	20.737	95	99	16,1	3,4	9,5	-	10
<b>Média</b>			<b>26.702</b>	<b>23.547</b>	<b>88</b>	<b>82</b>	<b>15</b>	<b>3,0</b>	<b>6,0</b>	<b>2,0</b>	<b>108</b>

<sup>1</sup> Média de 24 cultivos.

**Tabela 8.** Desenvolvimento agrônômico da cultura da couve-flor em sistema de cultivo orgânico. Incaper, Domingos Martins/ES, 1992 a 2009<sup>1</sup>

Cultivos	Talhão	Ano	Nº cabeças (ha)	Produção total (kg/ha)	Nº cabeças (ha)	Produção comercial				% de Cabeças comerciais por ha	Ciclo (dias)
						Produtividade (kg/ha)	Peso médio (g)	Diâm. médio (cm)	Compacidade		
Couve-flor 1	04	1992	14.860	8.955	8.668	7.395	853	12,1	7,6	43	104
Couve-flor 2	07	1992	11.780	7.581	10.820	4.835	445	12,6	8,1	54	130
Couve-flor 3	09	1992	18.120	6.476	11.013	3.987	362	12,1	7,8	55	100
Couve-flor 4	05	1994	19.834	19.736	18.600	19.304	1.038	15,9	9,3	93	131
Couve-flor 5	04	1995	19.600	18.135	18.000	17.346	958	13,1	7,0	90	108
Couve-flor 6	05	1995	19.830	17.790	19.400	15.605	802	16,5	8,5	97	108
Couve-flor 7	07	1995	13.360	11.425	12.400	8.680	696	14,8	5,3	62	109
Couve-flor 8	09	1996	19.714	14.025	18.571	13.691	666	16,0	8,5	94	118
Couve-flor 9	05	1997	20.000	15.260	17.600	14.708	836	14,8	7,0	88	109
Couve-flor 10	05	1998	20.000	18.304	19.600	18.228	930	16,5	7,4	98	105
Couve-flor 11	07	1998	20.000	17.592	18.500	16.944	907	17,0	7,0	92	119
Couve-flor 12	05	1999	19.600	23.796	19.200	23.508	1.245	16,9	7,4	98	117
Couve-flor 13	04	2007	15.741	15.037	5.741	8.074	955	16,6	-	29	99
Couve-flor 14	01	2009	19.059	5.428	12.588	4.697	373	14,1	8,5	63	94
<b>Média</b>			<b>17.964</b>	<b>14.253</b>	<b>15.050</b>	<b>12.643</b>	<b>790</b>	<b>15,0</b>	<b>8,0</b>	<b>75</b>	<b>111</b>

<sup>1</sup> Média de 14 cultivos.

**Tabela 9.** Desenvolvimento agrônômico da cultura do feijão em sistema de cultivo orgânico. Inca-per, Domingos Martins/ES, 1992 a 2009<sup>1</sup>.

Cultivos	Talhão	Ano	Produtividade de grãos (kg/ha)	Peso de 100 sementes (g)	Ciclo (dias)
Feijão 1	09	1992	2.263	20,6	112
Feijão 2	04	1993	1.405	17,0	118
Feijão 3	16	1993	1.705	17,4	118
Feijão 4	15	1993/94	1.291	19,7	87
Feijão 5	04	1994	1.305	20,0	109
Feijão 6	11	1994	957	22,4	110
Feijão 7	09	1994/95	2.058	20,1	90
Feijão 8	10	1995	2.500	19,8	106
Feijão 9	16	1995	2.680	22,2	102
Feijão 10	11	1995	2.806	19,0	110
Feijão 11	04	1996	1.875	17,5	96
Feijão 12	11	1996	3.293	18,6	107
Feijão 13	11	1998	2.600	18,8	105
Feijão 14	09	2001	2610	18,8	113
Feijão 15	10	2002	3.167	22,7	104
Feijão 16	09	2003	2.822	-	100
Feijão 17	01	2009	1.411	20,2	96
Feijão 18	15	2009	2.300	19,81	91
<b>Média</b>			<b>2.169</b>	<b>20,0</b>	<b>104</b>

<sup>1</sup> Média de 18 cultivos.

**Tabela 10.** Desenvolvimento agrônomo da cultura do milho em sistema de cultivo orgânico. Inca-per, Domingos Martins/ES, 1992 a 2009<sup>1</sup>

Cultivos	Talhão <sup>2</sup>	Anos	Altura de plantas (m)	Diâmetro caule (cm)	Produtividade de grãos (kg/ha)	Comprimento médio espigas (cm)	Diâmetro médio espigas (cm)	Ciclo (dias)
Milho 1	03/S1	1992/93	2,8	3,5	6.965	15,7	5,0	163
Milho 2	03/S2	1992/93	3,3	3,4	8.203	16,7	5,0	163
Milho 3	04	1994/95	3,0	3,5	8.875	18,5	5,1	131
Milho 4	03/S1	1995/96	3,0	2,2	9.476	18,1	5,1	176
Milho 5	03/S2	1995/96	3,0	2,3	9.831	18,0	5,2	176
Milho 6	04	1996/97	2,9	3,0	5.967	15,4	5,1	168
Milho 7	04	1998/99	-	-	7.147	16,7	5,0	169
Milho 8	07/S1	2000/01	2,8	2,5	6.841	19,2	5,2	153
Milho 9	03/S1	2000/01	-	-	9.391	16,5	4,8	168
Milho 10	03/S2	2000/01	-	-	9.553	16,5	4,9	168
Milho 11	07/S2	2000/01	2,8	2,2	6.764	17,0	4,9	155
Milho 12	9	2003/04	-	-	8.355	-	-	178
Milho 13	3/S1	2008/09	2,7	-	11.732	-	-	157
Milho 14	3/S2	2008/09	2,7	-	10.474	-	-	157
<b>Média</b>			<b>2,9</b>	<b>2,8</b>	<b>8.541</b>	<b>17,1</b>	<b>5,0</b>	<b>163</b>

<sup>1</sup> Média de 14 cultivos.

<sup>2</sup> S = Sistemas de cultivo adotados.

**Tabela 11.** Desenvolvimento agrônômico da cultura do morangueiro em sistema de cultivo orgânico. Incaper, Domingos Martins/ES, 1996 a 2007<sup>1</sup>

Cultivos	Talhão <sup>2</sup>	Ano	Produção total (kg/ha)	Comercial			Ciclo (dias)
				Produtividade (kg/ha)	Peso médio (g)	Diâmetro médio (cm)	
Morango 1	04	1996	-	19.584	8,8	-	183
Morango 2	04	1996	-	25.523	8,8	-	183
Morango 3	04	1996	-	25.752	8,5	-	183
Morango 4	15/S1	1997	-	31.091	9,3	-	146
Morango 5	15/S2	1997	-	29.594	14,0	-	149
Morango 6	15/S3	1997	-	22.250	14,7	-	150
Morango 7	5/S1	1999	31.136	24.123	-	-	177
Morango 8	5/S2	1999	32.916	26.860	-	-	177
Morango 9	5/S3	1999	35.145	28.295	-	-	177
Morango 10	1/S1	2007	-	26.727	12,73	3,2	185
Morango 11	1/S2	2007	-	29.651	14,54	4,1	185
Morango 12	1/S1	2007	22.267	19.146	14,09	-	257
Morango 13	1/S2	2007	29.616	24.554	14,64	-	257
Morango 14	1/S3	2007	29.804	27.839	16,61	-	257
Morango 15	1/S4	2007	30.189	24.926	12,61	-	257
Morango 16	1/S5	2007	33.637	27.919	14,74	-	257
Morango 17	1/S6	2007	38.356	32.428	13,16	-	257
<b>Média</b>			<b>31.452</b>	<b>26.251</b>	<b>12,66</b>	<b>3,65</b>	<b>202</b>

<sup>1</sup> Média de 17 cultivos.

<sup>2</sup> S = Sistemas de cultivo adotados.

**Tabela 12.** Desenvolvimento agrônomo da cultura do pimentão em sistema de cultivo orgânico. Incaper, Domingos Martins/ES, 1999 a 2008<sup>1</sup>

Cultivos	Talhão <sup>2</sup>	Ano	Produção total (kg/ha)	Comercial				Fruto brocado (%)	Fruto podre (%)	Ciclo (dias)
				Produtividade (kg/ha)	Peso médio (g)	Compr. médio (cm)	Diâm. médio (cm)			
Pimentão 1	09	1999/00	22.593	19.189	74,0	12,1	5,6	4,9	3,2	119
Pimentão 2	09	1999/00	28.770	22.845	74,0	11,8	5,6	2,8	4,8	119
Pimentão 3	09	1999/00	23.323	21.246	75,0	11,8	5,5	5,7	7,3	119
Pimentão 4	9/S1	2000	23.881	22.434	191,7	12,3	5,0	10,0	-	122
Pimentão 5	9/S2	2000	22.522	21.405	191,1	13,2	5,3	11,0	-	122
Pimentão 6	9/S3	2000	25.581	23.896	191,2	12,7	5,1	14,0	-	122
Pimentão 7	9/S1	2000/01	23.880	22.435	76,7	12,3	5,0	12,5	-	125
Pimentão 8	9/S2	2000/01	22.522	21.405	76,4	12,9	5,2	13,0	-	125
Pimentão 9	9/S3	2000/01	25.580	23.895	76,46	12,7	5,1	15,0	-	125
Pimentão 10	04	2008	23.340	23.340	103,7	17,1	8,5	-	2,0	141
<b>Média</b>			<b>24.199</b>	<b>22.209</b>	<b>113,0</b>	<b>13,0</b>	<b>6,0</b>	<b>10,0</b>	<b>4,0</b>	<b>124</b>

<sup>1</sup> Média de 10 cultivos.

<sup>2</sup> S = Sistemas de cultivo adotados.

**Tabela 13.** Desenvolvimento agrônômico da cultura do quiabo em sistema de cultivo orgânico. Inca-per, Domingos Martins/ES, 1999 a 2002<sup>1</sup>

Cultivos	Talhão <sup>2</sup>	Ano	Produção total (kg/ha)	Comercial				Ciclo (dias)
				Produtividade (kg/ha)	Peso médio (g)	Compr. médio (cm)	Diâm. médio (cm)	
Quiabo 1	9/S1	1993	11.865	7.920	19,75	13,0	1,6	140
Quiabo 2	9/S2	1993	14.029	9.939	19,22	13,3	1,6	140
Quiabo 3	9/S3	1993	16.833	11.628	18,69	13,5	1,6	140
Quiabo 4	05	1995/96	11.310	9.609	19,88	15,6	1,7	114
Quiabo 5	9/S1	1995/96	12.600	11.150	15,59	11,2	1,4	124
Quiabo 6	9/S2	1995/96	27.500	25.800	16,25	12,8	1,4	124
Quiabo 7	9/S3	1995/96	29.050	26.500	14,72	12,7	1,4	124
Quiabo 8	4/S1	1997/98	18.625	16.350	23,11	14,8	1,5	130
Quiabo 9	4/S2	1997/98	18.266	16.725	23,07	14,6	1,6	130
Quiabo 10	4/S3	1997/98	19.283	17.433	23,16	14,8	1,5	130
Quiabo 11	4/S4	1997/98	15.750	13.591	22,56	14,6	1,5	130
Quiabo 12	4/S5	1997/98	18.800	16.634	23,93	15,0	1,5	130
Quiabo 13	9/S1	1997	11.950	9.815	15,58	11,24	1,4	124
Quiabo 14	9/S2	1997	13.110	10.705	16,73	11,44	1,4	124
Quiabo 15	9/S3	1997	11.165	8.190	14,00	11,21	1,6	124
Quiabo 16	05	1999/00	4.073	3.787	18,74	14,6	1,7	144
Quiabo 17	05	2001/02	11.013	10.022	20,45	14,9	1,7	178
<b>Média</b>			<b>15.601</b>	<b>13.282</b>	<b>19,00</b>	<b>13,0</b>	<b>2,0</b>	<b>132</b>

<sup>1</sup> Média de 17 cultivos.

<sup>2</sup> S = Sistemas de cultivo adotados.

**Tabela 14.** Desenvolvimento agrônomo da cultura do repolho em sistema de cultivo orgânico. Incaper, Domingos Martins/ES, 1991 a 2009<sup>1</sup>

Cultivos	Talhão <sup>2</sup>	Ano	Produtividade (kg/ha)	Peso médio (kg)	Diâmetro médio (cm)	Compacidade <sup>3</sup>	Ciclo (dias)
Repolho 1	04	1991	25.760	1,6	14,0	8,7	120
Repolho 2	03/S1	1992	61.826	2,3	21,1	9,6	133
Repolho 3	03/S2	1992	57.204	2,2	20,9	9,6	133
Repolho 4	05	1992	99.508	2,4	21,8	9,1	126
Repolho 5	05	1993	71.598	2,0	21,2	8,0	144
Repolho 6	04	1993	31.525	1,3	16,3	9,0	134
Repolho 7	07	1993	54.089	1,8	19,1	8,3	124
Repolho 8	03/S1	1994	79.819	2,0	17,4	10,0	166
Repolho 9	03/S2	1994	71.285	1,9	16,7	10,0	166
Repolho 10	06	1994	52.027	2,4	22,9	10,0	140
Repolho 11	09	1995	50.656	1,4	16,1	9,1	134
Repolho 12	03/S1	1995	55.973	1,9	18,2	7,3	110
Repolho 13	03/S2	1995	52.355	1,9	18,2	7,2	110
Repolho 14	07	1996	65.670	1,7	17,7	9,0	129
Repolho 15	13	1996	52.886	1,3	17,1	10,0	126
Repolho 16	03/S1	1996	64.857	1,7	16,5	8,5	139
Repolho 17	03/S2	1996	62.657	1,7	16,8	8,9	139
Repolho 18	05	1996	66.778	1,6	19,4	9,1	149
Repolho 19	09	1997	51.545	1,7	18,2	10,0	153
Repolho 20	09	1998	71.928	1,9	17,9	10,0	133
Repolho 21	13	1998	17.447	1,3	16,8	10,0	128
Repolho 22	03/S1	1998	53.981	1,2	16,6	10,0	133
Repolho 23	03/S2	1998	48.731	1,6	17,5	10,0	133
Repolho 24	03/S1	1999	28.412	1,1	19,2	8,8	131
Repolho 25	03/S2	1999	44.008	1,1	16,6	9,0	131
Repolho 26	11	1999	45.924	1,3	19,7	10,0	139
Repolho 27	01/S1	2007	97.137	2,5	19,7	-	98
Repolho 28	01/S2	2007	82.610	2,1	19,6	-	98
Repolho 29	01/S1	2008	46.396	1,3	16,8	-	104
Repolho 30	01/S2	2008	40.221	1,0	15,5	-	104
Repolho 31	5/S1	2009	56.675	1,4	18,7	9,4	108
Repolho 32	5/S2	2009	71.533	1,7	20,9	9,6	108
Repolho 33	5/S3	2009	49.625	1,3	18,7	9,9	108
Repolho 34	8/9/S1	2009	64.187	1,7	19,0	9,3	144
Repolho 35	8/9/S2	2009	65.236	1,6	19,7	9,2	144
Repolho 36	7/S1	2009	29.767	1,0	18,6	7,9	124

continua...

... conclusão

Cultivos	Talhão <sup>2</sup>	Ano	Produtividade (kg/ha)	Peso médio (kg)	Diâmetro médio (cm)	Compacidade <sup>3</sup>	Ciclo (dias)
Repolho 37	7/S2	2009	69.458	1,7	18,2	8,4	124
Repolho 38	7/S3	2009	34.605	1,1	18,2	8,6	124
Repolho 39	7/S4	2009	59.650	1,5	19,1	9,6	124
<b>Média</b>			<b>56.553</b>	<b>1,5</b>	<b>18,0</b>	<b>9,0</b>	<b>129</b>

<sup>1</sup> Média de 39 cultivos.

<sup>2</sup> S = Sistemas de cultivo adotados.

<sup>3</sup> Avaliação por nota de 0 a 10 (zero a dez).

**Tabela 15.** Desenvolvimento agrônômico da cultura do taro em sistema de cultivo orgânico. Incaper, Domingos Martins/ES, 1992 a 2009<sup>1</sup>

Cultivos	Talhão	Ano	Prod. total (kg/ha)	Comercial				Dedos/cabeça	Cabeças		Ciclo (dias)
				Produtividade (kg/ha)	Peso médio (g)	Compr. médio (cm)	Diâm. médio (cm)		Peso (Kg/ha)	Diâm. médio (cm)	
Taro 1	07	1992/93	42.923	18.548	111	8,1	5,2	6,1	24.375	9,3	224
Taro 2	16	1994/95	26.286	14.262	65	8,8	5,6	6,3	11.139	9,5	335
Taro 3	07	1994/95	57.687	34.330	181	9,4	5,8	6,5	21.169	9,6	286
Taro 4	16	1995/96	31.033	26.186	71	6,4	4,0	2,8	36.943	8,6	310
Taro 5	07	1996/97	26.548	25.167	120	8,2	5,8	6,3	37.132	11,6	294
Taro 6	14	1998/99	25.420	24.338	102	10,1	4,8	10,8	21.693	10,0	299
Taro 7	13	2001/02	51.309	29.939	169	12,4	5,1	10,2	21.919	10,5	254
Taro 8	12	2001/02	29.104	23.275	68	7,6	4,6	12,8	5.829	7,0	244
Taro 9	13	2006/07	11.837	5.795	78	8,7	5,6	5,1	6.042	9,2	221
Taro 10	04	2007/08	77.273	49.091	165	9,5	6,0	12,9	28.182	10,4	269
Taro 11	04	2009	35.022	19.329	86	10,1	5,8	5,8	15.692	9,2	207
<b>Média</b>			<b>45.439</b>	<b>24.569</b>	<b>111</b>	<b>9,0</b>	<b>5,0</b>	<b>8,0</b>	<b>20.920</b>	<b>10,0</b>	<b>268</b>

<sup>1</sup> Média de 11 cultivos.

**Tabela 16.** Desenvolvimento agrônomo da cultura do tomate em sistema de cultivo orgânico. Incaper, Domingos Martins/ES, 1992 a 2009<sup>1</sup>

Cultivos	Talhão <sup>2</sup>	Ano	Produção total (kg/ha)	Comercial			Fruto brocado (%)	Fruto defeito (%)	Ciclo (dias)
				Produtividade (kg/ha)	Peso médio (g)	Diâmetro médio (cm)			
Tomate 1	3 C	1992/93	48.672	48.072	120	6,5	2,7	1,7	127
Tomate 2	13 C	1993/94	57.256	51.641	94	5,7	9,7	0,9	121
Tomate 3	3 C	1994/95	29.588	26.050	79	5,4	2,1	0	126
Tomate 4	6 C	1994/95	32.924	31.321	97	5,8	6,3	0,3	111
Tomate 5	15 C	1995/96	45.120	43.153	121	6,1	2,3	5,5	127
Tomate 6	13 C	1996/97	73.614	32.527	93	5,3	-	-	99
Tomate 7	6 E	1997/98	43.254	26.694	-	5,9	3,5	1,9	130
Tomate 8	6 E	1999	46.968	33.560	94	5,5	7,3	-	95
Tomate 9	6 E	1999/00	26.996	17.890	94	5,9	36,6	-	127
Tomate 10	6 E	2000/01	70.800	58.450	108	5,9	12,8	-	102
Tomate 11	13/S1 E	2000/01	64.219	53.940	105,4	5,7	-	-	102
Tomate 12	13/S2 E	2000/01	71.839	62.123	95	5,6	-	-	102
Tomate 13	13/S3 E	2000/01	73.575	62.391	81	5,2	-	-	102
Tomate 14	6/S2 E	2007/08	60.864	20.417	162	7,0	68,1	5,1	145
Tomate 15	6/S1 E	2008/09	26.340	26.266	115	5,7	-	6,3	130
Tomate 16	6/S2 E	2008/09	21.785	21.785	151	6,5	-	9,5	130
<b>Média</b>			<b>49.613</b>	<b>38.518</b>	<b>107</b>	<b>5,9</b>	<b>15,1</b>	<b>3,5</b>	<b>117</b>

<sup>1</sup> Média de 16 cultivos.<sup>2</sup> C= campo aberto; E=estufa; S=Sistemas de cultivo adotados.

## 5 REFERÊNCIAS

CASTRO, R. L.; CASALI, V. W. D.; BARRELLA, T. P.; SANTOS, R. H. S.; CRUZ, C. D. Produtividade de cultivares de morangueiro em sistema de cultivo orgânico. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 2, p. 227-230, jul. 2003. Suplemento.

GARCIA, R. D. C. Custos de produção de olerícolas em sistema orgânico. In: SOUZA, J. L. **Agricultura orgânica**: tecnologias para a produção de alimentos saudáveis. Vitória: Incaper, 2005. 2 v. p. 151-187.

LUZ, J. M. Q.; SHINZATO, A. V.; SILVA, M. A. D. Comparação dos sistemas de produção de tomate convencional e orgânico em cultivo protegido. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 23, n. 2, p.7-15, abr./jun. 2007.

OLIVEIRA, F. L. **Manejo orgânico da cultura do repolho** (*Brassica oleracea* var. *capitata*): adubação orgânica, adubação verde e consorciação. 2001. 99 f.

Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2001.

SILVA, M. C. L. da; PEREIRA, J. T.; SANTOS, V. F. dos. Desempenho agronômico de cultivares de batata em sistema orgânico de produção, em Caruaru-PE. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 2, p. 316-317, jul. 2003. Suplemento.

SOUZA J. L. **Agricultura orgânica**: tecnologias para a produção de alimentos saudáveis. Vitória: Incaper, 2005. 257 p. v. 2.

SOUZA, J. L.; PEREIRA, V. A. Desempenho produtivo de hortaliças em 20 anos de cultivo orgânico. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 28, n. 2, jul. 2010. Suplemento. CD-ROM.

SOUZA J. L.; RESENDE P. **Manual de Horticultura Orgânica**. 3. ed. Viçosa, MG: Aprenda Fácil, 2014. 841 p., il.



# ESPÉCIES E VARIEDADES ADAPTADAS AO CULTIVO ORGÂNICO

Gustavo Augusto Moreira Guimarães

Jacimar Luis de Souza

Victor Almeida Pereira

Nos sistemas orgânicos de produção, a utilização de materiais genéticos de maior adaptabilidade é fator determinante no alcance de melhores rendimentos e competitividade no mercado. Neste capítulo, estão relatados dois trabalhos realizados na Unidade de Referência em Agroecologia (URA) do Incaper, em Domingos Martins/ES, visando a atender esta premissa. Destaca-se o trabalho de resgate e de multiplicação de variedades em sistema orgânico, realizado há 22 anos tanto com hortaliças quanto com milho e feijão, trabalho este de grande importância social, já tendo disponibilizado uma considerável quantidade de sementes e propágulos para muitos agricultores orgânicos do Espírito Santo. Também apresenta um trabalho de competição de cultivares de morango em sistema orgânico, em que se comprova que existem germoplasmas que se adaptam bem ao cultivo orgânico, expressando bons níveis de produtividade, como as cvs. Aromas e Camarosa.

## 1 INTRODUÇÃO

Um dos fatores que definem o sucesso na agricultura orgânica é a utilização de espécies bem adaptadas ao ambiente de cultivo. Assim, o agricultor deve dar preferência àquelas espécies que naturalmente produzem bem na sua região, além de optar por cultivares mais tolerantes ou resistentes às principais pragas e doenças comuns na região. Essas condições permitem obter campos de cultivos orgânicos com boas condições de vigor e sanidade.

Frequentemente, nos sistemas orgânicos, são utilizadas variedades obtidas e selecionadas em sistemas convencionais de produção (LAMMERTS van BUEREN; STRUIK; JACOBSON, 2002). Embora alguns objetivos dos programas de melhoramento de plantas, como produtividade e resistência a doenças, sejam comuns entre os sistemas de produção orgânica e convencional, outras prioridades podem ser diferentes de acordo com o sistema adotado (LAMMERTS van BUEREN et al., 2011). Características, como capacidade de competir com plantas daninhas, eficiência no uso e na absorção de nutrientes, resposta a adubações orgânicas, estabilidade na produção e resistência a doenças, são de grande importância na seleção de variedades adaptadas ao manejo adotado na produção orgânica (LAMMERTS van BUEREN; STRUIK; JACOBSON, 2002; OLIVEIRA et al., 2011). Dessa forma, no sistema de produção orgânico, o uso de variedades adaptadas é essencial, porque, nesse sistema, o uso de agrotóxicos e de adubos inorgânicos solúveis é proibido, o que impede uma imediata compensação ou alívio de estresses abióticos e bióticos com o uso desses insumos industrializados comumente empregados na agricultura convencional (WOLFE et al., 2008).

Para muitas espécies vegetais, justifica-se o desenvolvimento de programas de melhoramento específicos para obtenção de variedades adaptadas ao sistema de manejo orgânico. Em alguns trabalhos, já foram detectados efeitos significativos da interação entre genótipos e sistemas de manejo, que podem ser de natureza complexa havendo alteração no “ranking” das variedades, nos diferentes sistemas de manejo (convencional ou orgânico), ou seja, nem sempre a variedade mais produtiva no sistema convencional é a mais produtiva no sistema orgânico. Também foram observadas diferenças nos ganhos em produção obtidos com a seleção direta (seleção praticada em ambiente orgânico) e indireta (seleção praticada no sistema convencional) e na capacidade geral de combinação de linhagens de milho, quando os híbridos eram avaliados em ambiente sob manejo orgânico ou convencional (MURPHY et al., 2007; OLIVEIRA et al., 2011).

Além disso, deve-se considerar que, no sistema orgânico de produção, a sustentabilidade do agroecossistema é tão ou mais importante que a produtividade de uma cultura ou variedade específica (LAMMERTS van BUEREN et al., 2002). Dessa forma, a preservação da agrobiodiversidade é fundamental nessa modalidade de produção de alimentos. Essa é uma questão cada vez mais preocupante, uma vez que a perda da diversidade genética em diferentes espécies é crescente no mundo, resultando na conhecida erosão genética com consequente vulnerabilidade adaptativa das culturas.

A preocupação com a diversidade genética se justifica, pois está estreitamente relacionada com epidemias devastadoras registradas na história da agricultura (MOONEY, 1987), o que pode ser agravado diante de um cenário de mudanças climáticas. Registra-se como um dos exemplos importantes relacionados a essa questão a produção de sementes de hortaliças, na qual a ‘indústria de sementes’ se concentrou na produção voltada para a agricultura de larga escala e de poucas cultivares. Assim, verifica-se que, em algumas situações, apenas os híbridos mais produtivos e uniformes possuem preferência comercial. Tal situação desencadeou enorme perda de diversidade genética em várias espécies de hortaliças, sendo muitas reduzidas a poucas alternativas de sementes no mercado.

Por outro lado, por existir grande quantidade de espécies no grupo das hortaliças, algumas delas de propagação vegetativa, mantêm-se um certo grau de diversidade genética que urgentemente necessita ser resgatado e preservado, especialmente para atender aos sistemas orgânicos de produção num futuro breve.

Este capítulo destaca os trabalhos de avaliação e multiplicação de variedades mais adaptadas ao manejo orgânico visando tornar os sistemas de produção mais independentes e sustentáveis.

## **2 PRODUÇÃO, MULTIPLICAÇÃO E SELEÇÃO DE CULTIVARES PARA SISTEMA ORGÂNICO**

A Instrução Normativa 46, de 6 de outubro de 2011, estabelece o Regulamento Técnico para os Sistemas Orgânicos de Produção Animal e Vegetal. Essa Instrução recomenda a utilização de variedades adaptadas às condições edafoclimáticas locais e tolerantes a pragas e doenças. Dessa forma, além da manutenção e da recuperação de variedades locais, tradicionais ou crioulas, ameaçadas pela erosão genética, o melhoramento genético de espécies para os sistemas orgânicos de produção deve apresentar como objetivos a adaptabilidade às condições locais e a manutenção da rusticidade das variedades.

Variedades de plantas mais adaptadas a ambientes em que se pratica a agricultura orgânica podem ser obtidas por meio da seleção genética de plantas dentro desse tipo de ambiente. Essa estratégia permite que alelos favoráveis que conferem adaptabilidade ao sistema orgânico de produção sejam expressos e conseqüentemente os melhores genótipos para esse tipo de ambiente sejam selecionados (OLIVEIRA et al., 2011). Nesse sentido, uma das estratégias mais usuais é a seleção massal, que se baseia na escolha, dentro de uma população heterogênea, de plantas individuais fenotipicamente superiores e que originarão a geração seguinte. Com esse processo, espera-se aumentar a frequência de alelos favoráveis e conseqüentemente aumentar a média geral da população resultante (BORÉM; MIRANDA, 2009).

No programa de pesquisa do Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper), na linha de agricultura orgânica, várias culturas vêm sendo trabalhadas nos últimos 25 anos.

Uma das culturas prioritárias no processo de resgate e multiplicação de sementes orgânicas é o tomate, pela fragilidade sanitária que essa espécie apresenta. Materiais genéticos do grupo Cereja apresentam alto grau de tolerância a doenças e representam boa opção para a produção de tomate orgânico. Variedades do grupo Santa Cruz e Saladinha apresentam maior suscetibilidade a doenças, mas possuem melhor aceitação comercial. Além disso, a grande variabilidade genética intraespecífica dessa cultura permite dispor comercialmente de outros tipos de frutos, com funções diversas na culinária brasileira.

O milho orgânico é outra espécie pesquisada pela sua elevada importância na agricultura familiar, visto que pode ser utilizado na alimentação humana e na produção orgânica certificada de ovos, leite e carne. A produção orgânica de milho é uma atividade rentável, principalmente para o agricultor orgânico que muitas vezes não se mostra competitivo em outros modelos de produção (CRUZ et al., 2006).

Wander et al. (2007) analisaram, durante as safras 2004/2005 e 2005/2006, a viabilidade econômica da produção orgânica de arroz, feijão, milho-verde e milho em grãos. Esses autores concluíram que, entre as culturas avaliadas, a produção de milho, tanto de milho-verde quanto em grão, foi a que apresentou os melhores indicadores econômicos, principalmente quando se utilizava leguminosas nas adubações. O destaque maior foi para a produção orgânica de milho-verde, que foi viável economicamente em todos os sistemas de produção adotados, nas duas estações de cultivo e com a qual foi possível atingir uma receita líquida de até R\$ 5.800,00 por hectare.

Para a produção orgânica de milho, seja de grãos ou de milho-verde, já foram avaliadas as produtividades de diferentes cultivares de polinização aberta e de híbridos (SANTOS et al., 2005; CRUZ et al., 2008). Todavia, a utilização de cultivares de polinização aberta é recomendada na produção orgânica de milho praticada por agricultores familiares, pois permite a utilização de sementes obtidas pelo próprio agricultor, o que torna a atividade mais rentável (CRUZ et al., 2008).

No Espírito Santo, uma experiência exitosa de obtenção de cultivar de milho de polinização aberta, adaptada ao sistema orgânico de produção foi desenvolvida de forma participativa na comunidade de Fortaleza, em Muqui. Em ensaios comparativos de rendimento, populações obtidas por seleção massal praticada em variedades locais ou em variedades melhoradas originadas de ambientes orgânicos apresentaram maior potencial produtivo no sistema agroecológico do que populações obtidas a partir de seleção efetuada em variedades produzidas pelo melhoramento convencional. Isso evidencia a baixa adaptabilidade de variedades selecionadas em sistemas convencionais à produção agroecológica. Com esse programa de melhoramento participativo, foi desenvolvida a cultivar Fortaleza e, além disso, os produtores envolvidos no trabalho conquistaram a autossuficiência na produção de sementes dessa cultivar (MACHADO et al., 2006).

A avaliação de variedades e multiplicação de sementes e propágulos orgânicos vêm sendo trabalhadas pelo Incaper desde 1990, na URA, localizada no Município de Domingos Martins/ES, a 950 m de altitude. Vale ressaltar que tais trabalhos estão pautados nos seguintes objetivos: resgatar, avaliar e multiplicar diferentes

genótipos de hortaliças, milho e feijão, adaptados a sistemas orgânicos de produção; e disponibilizar sementes e propágulos orgânicos visando a ampliação da diversidade genética de espécies para a produção orgânica de alimentos no Espírito Santo.

## 2.1 RESGATE E SELEÇÃO DE VARIEDADES

Na URA, foram realizados ciclos de seleção massal em sistema orgânico para seis espécies (tomate, milho, feijão, taro, alho e gengibre) buscando agregar maior adaptabilidade a esse sistema de cultivo com melhoria do desempenho produtivo das culturas. Concomitantemente, vem sendo feita a multiplicação dos genótipos de cultivares dessas espécies como forma de produzir sementes e propágulos para distribuição aos agricultores interessados em materiais genéticos adaptados a sistemas orgânicos de produção. Também foi realizada a avaliação de cultivares de morangueiro, objetivando a indicação de variedades que apresentem melhor desempenho produtivo no sistema orgânico de produção (PEREIRA; SOUZA, 2010).

## 2.2 CARACTERIZAÇÃO E SELEÇÃO DAS ESPÉCIES E VARIEDADES

Os processos de avaliação de espécies e cultivares mais adaptadas ao manejo orgânico iniciou-se em 1990. Algumas espécies e cultivares, como o tomate cv. Roqueso e o milho cv. EMCAPA-201, já vêm sendo trabalhadas há 22 anos, outras estão em processo de avaliação e seleção a menos tempo e algumas, inclusive, foram descartadas do processo por não terem se adaptado bem ao sistema de manejo, como será discutido a seguir (Tabela 1).

**Tabela 1.** Espécies, variedades e tempos de avaliação na Unidade de Referência em Agroecologia (URA). Incaper, Domingos Martins/ES, 2013

Espécie/Cultivar	Tempo de avaliação
<b>Tomate grupo Santa Cruz:</b>	
'Roqueso'	22 anos
'Coração-de-boi'	6 anos
'Saco-de-bode'	6 anos
<b>Tomate grupo Italiano:</b>	
'São João'	5 anos
<b>Tomate grupo Saladinha:</b>	
'Bocaina'	6 anos
'Roraima'	6 anos
'Yoshimatsu'	6 anos
<b>Tomate grupo Cereja:</b>	
'Cereja Serigueta'	13 anos
'Cereja Mendes' <sup>1</sup>	5 anos
'Cerejão Redondo'	5 anos
'Cerejão CNPH'	6 anos
'Cerejão Trilocular'	5 anos
'Cereja Perinha Amarela'	6 anos
'Cerejão CHT 104'	6 anos
'Cerejão CHT 261'	5 anos

... conclusão

Espécie/Cultivar	Tempo de avaliação
Milho, variedade EMCAPA-201	22 anos
Feijão, variedade EMCAPA-404 Serrano	22 anos
Taro, cultivar Chinês Regional	22 anos
Alho, cultivar Gigante Curitibanos	22 anos
Gengibre, cultivar Gigante Regional	12 anos

### 2.2.1 Tomate

O tomate é a espécie com a qual se vem trabalhando que apresenta a maior diversidade de grupos e variedades. Verifica-se na Figura 1 uma amostra da diversidade de frutos de algumas variedades de tomate avaliadas no sistema orgânico.



**Figura 1.** Padrões de frutos de cultivares de tomate selecionados no sistema orgânico da Unidade de Referência em Agroecologia (URA). Incaper, Domingos Martins/ES, 2012.

Desde de 1990, quando se iniciaram esses trabalhos na URA, entre as atividades de resgate e seleção, já foram avaliadas 15 variedades de tomate, pertencentes a diferentes grupos. Doze dessas variedades apresentaram boa adaptabilidade ao sistema orgânico de produção, por terem índices de produtividade satisfatórios e boa resistência à praga e doenças. Além disso, para 2013 uma nova variedade, denominada ‘Cerejão Possmoser’, será incorporada a esse sistema de avaliação e seleção, dando continuidade aos processos de resgate de variedades e ampliação da diversidade de genótipos de tomateiro adaptados ao sistema orgânico.

Nas cultivares de tomateiro para as quais havia plantas de diferentes genótipos, procedeu-se, inicialmente, à seleção massal e posterior seleção de plantas visando a produção de sementes. Para isso, efetuou-se a marcação de plantas que expressavam o fenótipo padrão da cultivar. Em seguida, das plantas marcadas, foram colhidos e selecionados frutos padrões de cada cultivar. O processo de extração das sementes é conduzido macerando-se a polpa com as sementes, deixando-a fermentar por 72 horas para a higienização biológica. Logo depois, é realizada a lavagem em água corrente, peneiramento e secagem das sementes à sombra por sete dias. O armazenamento foi feito em câmara seca do laboratório de pós-colheita do Incaper Centro Serrano.

Após a obtenção de sementes das cultivares, foram realizadas avaliações agronômicas, com ênfase nas características de resistência a pragas e doenças e no rendimento comercial de frutos.

Ressalta-se que os critérios de seleção para o tipo de frutos foram estabelecidos com base no grupo ao qual pertence cada variedade avaliada, conforme apresentado a seguir:

#### 2.2.1.1 Tomate grupo Santa Cruz

As variedades caracterizam-se por apresentarem frutos com comprimento maior que o diâmetro. Assim, em função dos padrões comerciais usuais do mercado de tomates orgânicos, adotaram-se, como medida para classificação comercial, frutos com diâmetro mediano igual ou superior a 4,0 cm, independente do comprimento. Desse grupo, estão sob processo de avaliação três variedades.

- Cv. Roqueijo: Originada de seleção inicialmente realizada por agricultores da Região Serrana do Espírito Santo, foi introduzida no Incaper em 1990, pertencente à geração  $F_{22}$  (Figura 2A).

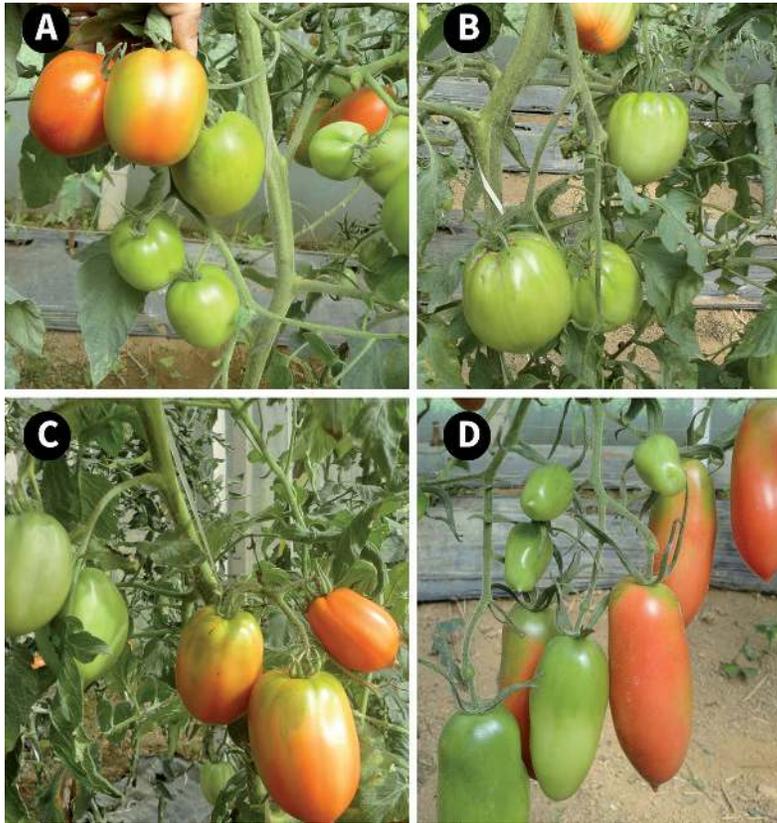
- Cv. Coração-de-boi: Originada do Município de Capim Branco, cedida por agricultor orgânico no ano de 2004, pertence à geração  $F_6$ , dentro do manejo orgânico na URA (Figura 2B).

- Cv. Saco-de-bode: Variedade cedida por agricultor orgânico de Boa Vista, no ano de 2007, pertencente à geração  $F_6$  (Figura 2C).

#### 2.2.1.2 Tomate grupo Italiano

Variedades caracterizadas por apresentarem frutos com comprimento muito superior ao diâmetro, conferindo-lhes uma forma alongada. Em função dos padrões comerciais usuais do mercado de tomates orgânicos, adotaram-se, como critério para seleção, frutos com comprimento igual ou superior a 5,0 cm, independente do diâmetro mediano. Desse grupo, apenas uma variedade está sendo testada no sistema orgânico de produção.

- Cv. São João: Material obtido de agricultores do Município de Laranja da Terra no ano de 2007, pertencente à geração  $F_5$  no cultivo orgânico da URA (Figura 2D).



**Figura 2.** Variedades de tomate ‘Roqueuse’ (A), ‘Coração-de-boi’ (B), ‘Saco-de-bode’ (C) e ‘São João’ (D), avaliadas no sistema orgânico da Unidade de Referência em Agroecologia (URA). Incaper, Domingos Martins/ES, 2012.

### 2.2.1.3 Tomate grupo Saladinha

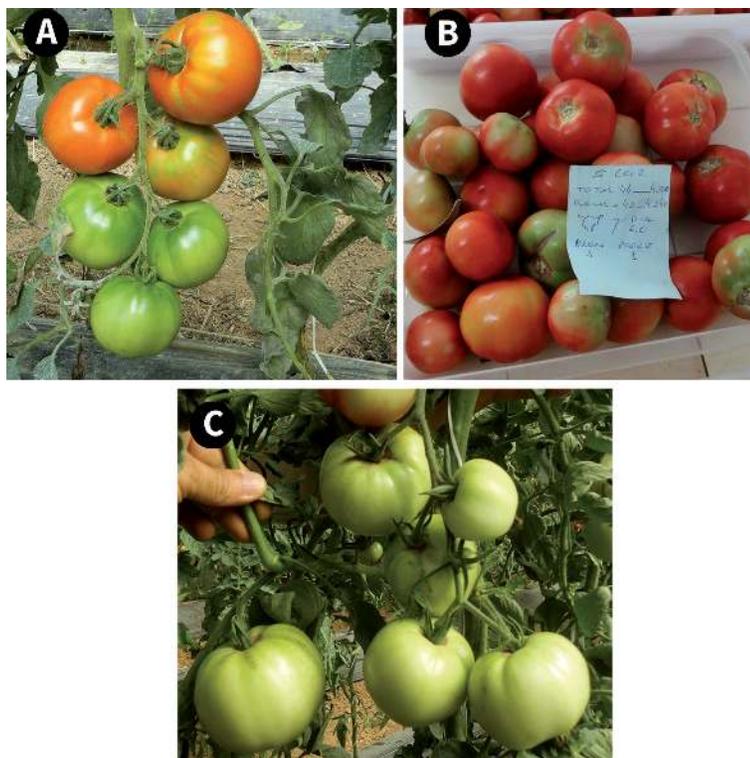
Variedades caracterizadas por apresentarem frutos com comprimento menor que o diâmetro mediano. Adotaram-se, como medida para classificação comercial, frutos com diâmetro mediano igual ou superior a 4,0 cm. Desse grupo, estão sendo avaliadas três variedades, as quais já estão na geração  $F_6$ , no sistema orgânico da URA.

- Cv. Bocaina: Variedade oriunda de agricultores orgânicos de São Paulo, recebida no ano de 2001, sendo multiplicada desde 2007, estando na geração  $F_6$  na URA (Figura 3A).

- Cv. Roraima: Semente obtida de agricultor orgânico de Boa Vista no ano de 2007, estando na geração  $F_6$  (Figura 3B).

- Cv. Yoshimatsu: Variedade obtida do programa de melhoramento do INPA, de Manaus-AM, para obtenção de tomate com resistência a *Ralstonia solanacearum*,

iniciado em 1986 (NODA; PAHLEN; SILVA FILHO, 1986). As sementes foram originadas da Linhagem 4 (L4) no ano de 2006, estando na geração  $F_6$ , no sistema orgânico da URA do Incaper (Figura 3C).



**Figura 3.** Variedades de tomate ‘Bocaina’ (A), ‘Roraima’ (B) e ‘Yoshimatsu’ (C), avaliadas no sistema orgânico da Unidade de Referência em Agroecologia (URA). Incaper, Domingos Martins/ES, 2012.

#### 2.2.1.4 Tomate grupo Cereja

Variedades caracterizadas por plantas que produzem muitos frutos por cacho, por planta e de tamanhos menores que aqueles do tipo Santa Cruz e Saladinha. Por existirem frutos de diversos tamanhos e formatos, adotou-se o diâmetro mediano como critério para classificação comercial para o mercado orgânico, com medidas variáveis de acordo com a variedade. A exceção é para a cultivar Cereja Seriguela, cujo comprimento do fruto é usado como critério de seleção. Desse grupo, foram avaliadas oito variedades no sistema orgânico, das quais três foram descartadas, duas devido à baixa produtividade (‘Cereja Mendes<sup>-1</sup>’ e ‘Cerejão Trilocular’) e uma devido à suscetibilidade a pragas e doenças (‘Cerejão Redondo’).

- Cv. Cereja Seriguela: Semente coletada em propriedade de agricultor orgânico de Santa Maria de Jetibá/ES, no ano de 1999, estando na geração  $F_{13}$ . Os frutos têm formato alongado e são classificados como comerciais quando apresentam comprimento igual ou superior a 3,0 cm, independente da largura (Figura 4A).

- 'Cereja Mendes-1': Planta tipo cereja, selecionada em um plantio da cultivar Roqueso, no ano de 2005, sendo conduzida até a geração  $F_5$ . Foi descartada em 2010, devido à baixa produtividade. Os frutos têm formato arredondado e são classificados como comerciais quando apresentam diâmetro mediano igual ou superior a 1,5 cm, independente do comprimento.

- Cv. Cerejão Redondo: Obtida de agricultores orgânicos de Boa Vista/RR, sendo conduzida até a geração  $F_5$  na URA. Foi descartada em 2009, devido à alta suscetibilidade à broca e requeima. Os frutos têm formato arredondado e são classificados como comerciais quando apresentam diâmetro mediano igual ou superior a 2,0 cm, independente do comprimento.

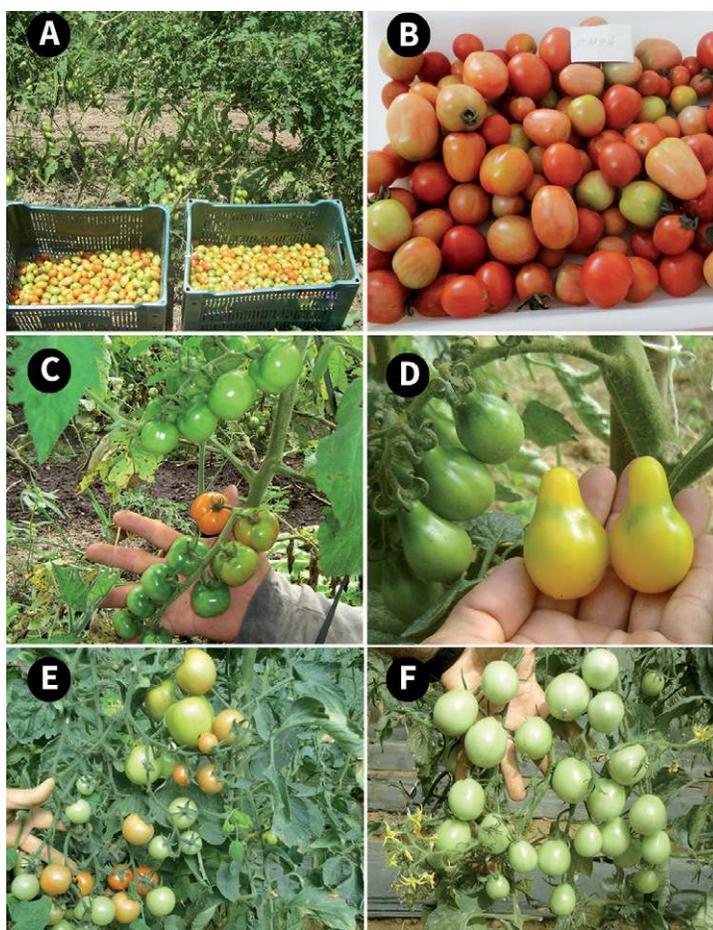
- Cv. Cerejão CNPH: Linhagem na geração  $F_6$  em cultivo orgânico. Foi retirada do híbrido Cerejão, lançado pela Embrapa Hortaliças no ano de 2007. Os frutos têm formato arredondado e são classificados como comerciais quando apresentam diâmetro mediano igual ou superior a 2,0 cm, independente do comprimento (Figura 4B).

- Cv. Cerejão Trilocular: Obtida de agricultores orgânicos de Boa Vista/RR, sendo conduzida até a geração  $F_5$ . Foi descartada em 2009, devido à baixa produtividade. Os frutos têm formato levemente achatado e são classificados como comerciais quando apresentam diâmetro mediano igual ou superior a 2,0 cm, independente do comprimento (Figura 4C).

- Cv. Cereja Perinha Amarela: Semente de tomate ornamental, de origem desconhecida, sendo multiplicada desde 2007, estando em 2013, na geração  $F_6$ , no sistema orgânico da URA. Os frutos têm formato tipo gota (moringa) e são classificados como comerciais quando apresentam maior largura igual ou superior a 1,5 cm, independente do comprimento (Figura 4D).

- Cv. Cerejão CHT-104: Linhagem de tomate oriunda do *Asian Vegetable Research & Development Center* (AVRDC), sendo multiplicada desde 2007, estando na geração  $F_6$ . Os frutos têm formato arredondado e são classificados como comerciais quando apresentam diâmetro mediano igual ou superior a 2,0 cm, independente do comprimento (Figura 4E).

- Cv. Cerejão CHT-261: Linhagem de tomate oriunda do *Asian Vegetable Research & Development Center* (AVRDC), sendo multiplicada na URA desde 2008, estando na geração  $F_5$ . Os frutos têm formato arredondado e são classificados como comerciais quando apresentam diâmetro mediano igual ou superior a 2,0 cm, independente do comprimento (Figura 4F).



**Figura 4.** Variedades de tomate do grupo Cereja: ‘Seriguela’ (A), ‘CNPH’ (B), ‘Trilocular’ (C), ‘Perinha Amarela’ (D), ‘CHT-104’ (E) e ‘CHT-261’ (F), avaliadas no sistema orgânico da Unidade de Referência em Agroecologia (URA). Incaper, Domingos Martins/ES, 2012.

Os valores médios, considerando avaliações realizadas no período de 2007 a 2011, de características produtivas e de porcentagem de frutos com defeitos, podres e atacados por broca e mela, das variedades de tomate que apresentaram adaptabilidade ao sistema orgânico e cultivo em estufa, encontram-se na Tabela 2.

Observou-se bons níveis de produtividade para todas as cultivares em seus respectivos grupos. No grupo Santa Cruz, as três cultivares tiveram comportamento semelhante, confirmando bom potencial para o mercado orgânico. A cultivar São João tem se mostrado promissora, com rendimentos comerciais semelhantes àqueles das variedades do grupo Santa Cruz, pois apesar do menor peso médio do fruto (em torno de 60 g), a planta compensa com a produção de maior número de frutos. Além disso, essa variedade mostrou a vantagem de apresentar, nos dois anos de avaliação, menores índices de frutos atacados por broca, juntamente com a cultivar Coração-de-boi.

Para os tomates do tipo Saladinha, verificaram-se produtividades médias superiores a 30.000 kg ha<sup>-1</sup>, comprovando serem materiais genéticos de bom potencial. A cv. Bocaina destacou-se por apresentar o maior peso médio de frutos,

revelando destacado padrão comercial. Porém, apresenta o inconveniente de possuir um processo de amadurecimento e amolecimento de frutos muito rápido, fazendo-se necessário realizar a colheita dos frutos no início do processo de amadurecimento. A cv. Roraima destacou-se pela baixa incidência de frutos atacados pela broca. A cv. Yoshimatsu ainda apresenta frutos com uma alta taxa de rachadura de ombro, avaliada como defeito, necessitando de alguns ciclos de seleção para tentar reduzir esse problema.

O grupo dos tomates tipo Cereja destacou-se pela elevada produção de frutos por planta. Os rendimentos comerciais dessas variedades podem ser divididos em dois subgrupos distintos: tomates tipo cerejas (diâmetro médio de frutos inferior a 3,0 cm), com produtividades comerciais atingindo cerca de 12.000 a 14.000 kg ha<sup>-1</sup> e tomates tipo cerejões (diâmetro médio de frutos entre 3,0 e 4,0 cm), com produtividades comerciais que podem superar 34.000 kg ha<sup>-1</sup>.

Devido à alta suscetibilidade à broca do fruto e a requeima, a cultivar Cerejão Trilocular foi eliminada. Também optou-se pela eliminação da cultivar Cerejão redondo, por apresentar rendimentos comerciais baixos. Assim, para o ensaio de 2010/2011, foram plantadas 13 cultivares, relacionadas na Tabela 2. A cultivar Cereja Mendes-1 também será descartada em função do pequeno número de frutos/planta em relação a outras cultivares do mesmo grupo, que compromete o seu rendimento comercial. Será incluída nova variedade denominada 'Cerejão Possmoser', multiplicada por agricultores orgânicos de Santa Maria de Jetibá/ES há mais de 10 anos.

**Tabela 2.** Valores médios de diferentes características agrônômicas de variedades de tomate em cultivo orgânico, no período de 2007 a 2011. Incaper, Domingos Martins/ES, 2012

Cultivares	Frutos totais		Frutos comerciais		Peso médio do fruto (g)	Comprimento médio do fruto (cm)	Diâmetro médio do fruto (cm)	Defeito	Podre	Broca	Mela	Fundo preto
	Nº ha <sup>-1</sup>	Peso (kg ha <sup>-1</sup> )	Nº ha <sup>-1</sup>	Peso (kg ha <sup>-1</sup> )								
Rochesso <sup>4</sup>	457.698	38.644	295.222	29.627	103	5,9	5,5	9,9	1,2	27,4	1,2	0,1
Coração-de-boi <sup>4</sup>	219.156	37.402	158.651	31.965	100	6,9	7,1	18,8	2,5	16,2	11,2	0,0
Saco-de-bode <sup>4</sup>	359.711	31.408	276.551	27.125	97	6,9	5,2	4,6	0,7	27,4	0,2	0,3
São João <sup>3</sup>	577.466	26.931	431.724	25.440	61	8,4	3,6	3,6	0,0	15,2	0,5	7,1
Bocaina <sup>3</sup>	293.832	31.898	235.825	30.799	133	5,4	6,1	5,1	0,2	28,4	3,4	0,0
Roraima <sup>2</sup>	481.127	36.566	334.068	33.197	99	5,1	5,6	5,0	2,6	3,9	0,0	0,0
Yoshimatsu <sup>4</sup>	704.716	45.257	385.222	33.066	86	4,8	5,5	8,7	1,0	32,8	4,2	6,2
Cereja Seriguela <sup>4</sup>	1.419.637	16.082	993.472	12.993	13	3,9	2,5	1,1	0,5	7,6	0,3	0,3
Cereja Mendes-1 <sup>3</sup>	1.008.358	12.148	825.074	11.925	14	2,5	2,7	20,7	0,2	10,1	1,3	0,0
Cerejão CNPH <sup>4</sup>	1.586.045	38.700	1.309.532	34.253	28	3,8	3,7	5,6	0,5	13,2	0,9	0,0
Perinha amarela <sup>4</sup>	1.397.644	15.808	1.122.100	14.057	12	4,0	2,5	10,9	0,6	11,8	0,4	0,1
Cerejão CHT 104 <sup>4</sup>	1.427.311	36.244	1.195.650	33.107	28	3,6	3,7	3,6	0,3	14,7	0,8	0,2
Cerejão CHT 261 <sup>4</sup>	1.973.679	34.287	1.745.082	31.916	19	3,2	3,2	1,8	0,1	8,7	0,4	0,2

<sup>2</sup> Média de dois cultivos;

<sup>3</sup> Média de três cultivos;

<sup>4</sup> Média de quatro cultivos.

### **2.2.2 Milho**

O processo de seleção massal na cultura do milho vem sendo desenvolvido há 22 anos, dentro de uma população do cereal originário da cultivar EMCAPA-201. Esse processo baseia-se na seleção visual das melhores espigas, eliminação das sementes de suas extremidades e utilização dos grãos restantes para a formação da geração seguinte. Com esse processo, denominou-se a variedade experimental EMCAPA-201 Orgânica, material que traz a vantagem de constituir uma população de milho de polinização aberta, que poderá ser multiplicada e utilizada por agricultores familiares. Desse modo, a variedade experimental EMCAPA-201 Orgânica pode ser uma opção para a produção orgânica de milho. A variedade INCAPER-203 Capixaba, lançada pelo Incaper em 2007, também é uma variedade de polinização aberta, que tem sido objeto de multiplicação no sistema orgânico, constituindo-se como outra opção para esse tipo de cultivo na Região Serrana capixaba (Figura 5A).

### **2.2.3 Feijão**

O processo de multiplicação de sementes de feijão no sistema orgânico da URA ocorre desde 1990. Optou-se pela variedade EMCAPA-404 Serrano, lançada pelo Incaper, como alternativa de material genético de feijão por apresentar resistência à antracnose, doença limitante à expansão da cultura. A seleção das sementes para a safra seguinte é baseada no padrão visual dos grãos de maior tamanho, realizada após a secagem, estando na geração  $S_{22}$  de cultivo, no sistema orgânico (Figura 5B).

### **2.2.4 Taro**

O material propagativo original foi obtido de agricultor da comunidade da Peçanha, Município de Venda Nova do Imigrante, no ano de 1990, estando no 22º ciclo de cultivo na URA (Figura 5C). A seleção é baseada no padrão fenotípico na fase de campo e nos padrões dos ‘dedos’ na pós-colheita.

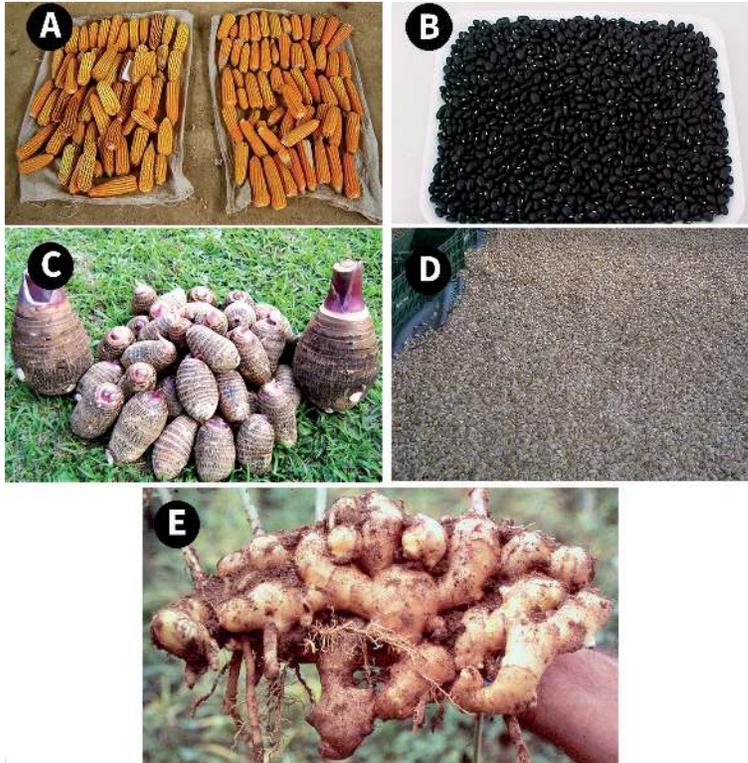
### **2.2.5 Alho**

A cultivar Curitibaños é originária de Santa Catarina, do município que lhe confere o nome, trazida por agricultores de Domingos Martins/ES e Santa Maria de Jetibá/ES, nos anos 80, após uma excursão técnica àquele Estado. Foi inserida no sistema orgânico de produção da URA em 1990, sendo submetida à seleção de plantas de melhor vigor e sanidade na fase de campo, e de bulbos com melhor padrão comercial na fase de pós-colheita (Figura 5D).

### **2.2.6 Gengibre**

Variedade obtida de agricultores do Município de Santa Leopoldina/ES e inserida no sistema orgânico de produção da URA, em 2001, recebendo seleção baseada

no padrão fenotípico na fase de campo e nos padrões das ‘mãos’ na fase de pós-colheita (Figura 5E).



**Figura 5.** Variedades de milho cvs. EMCAPA-201, à esquerda, e INCAPER-203, à direita (A), Feijão cv. EMCAPA-404 Serrano (B), Taro cv. Chinês Regional (C), Alho cv. Gigante Curitibanos (D) e Gengibre cv. Gigante Regional (E), multiplicadas no sistema orgânico da Unidade de Referência em Agroecologia (URA). Incaper, Domingos Martins/ES, 2012.

### 2.2.7 Morango

O cultivo do morangueiro no Espírito Santo é praticado principalmente por pequenos produtores e apresenta grande importância socioeconômica, devido à geração de renda e ocupação da mão de obra no campo. A produção se concentra em municípios que apresentam condições climáticas favoráveis ao desenvolvimento da cultura, localizados principalmente nas Regiões Serrana, Sul e Caparaó do Estado. Para o sucesso da atividade, o produtor deve estar atento, entre outros aspectos, à escolha da cultivar a ser utilizada. Dessa forma, devem ser utilizadas cultivares que sejam adequadas ao sistema de manejo adotado, que apresentem bons índices de produtividade, resistência a pragas e doenças e que atendam às exigências quanto à qualidade do fruto (BALBINO, 2006).

No sistema orgânico de produção de morangueiro, é possível obter produtividades e frutos com qualidade comparáveis a de outros sistemas de produção. Todavia, o potencial produtivo da cultura no sistema orgânico é influenciado pela cultivar utilizada (CASTRO et al., 2003; STRASSBURGER et al., 2010).

A produção orgânica do morangueiro na Região Serrana do Espírito Santo pode representar uma alternativa de mercado, de forma a oferecer um produto diferenciado na forma de produção e livre de agroquímicos. No entanto, como constatado por Pereira e Souza (2010), o agricultor deve atentar para a cultivar que irá plantar, pois ela influencia a produtividade e o tamanho dos frutos obtidos no sistema orgânico de produção de morangueiros, na região.

Esses autores avaliaram o desempenho produtivo de seis cultivares em sistema orgânico e utilizando túnel alto. Suas características, segundo Costa (2009), são apresentadas a seguir:

**‘Camarosa’:** planta muito vigorosa, sensível ao fotoperíodo curto e de ciclo precoce;

**‘Diamante’:** cultivar de dia neutro, planta com porte ereto e compacto, frutos grandes de excelente qualidade, com coloração clara;

**‘Aromas’:** cultivar de dia neutro, planta com porte ereto, com frutos de excelente qualidade, de coloração vermelho-escuro, mudas com alta taxa de desenvolvimento de estolões em viveiro;

**‘Seascape’:** cultivar de dia neutro, produtividade moderada, frutos firmes de formato cônico, apresentando frutos pequenos no final do ciclo;

**‘Ventana’:** sensível ao fotoperíodo curto, planta grande e vigorosa, semelhante às plantas da variedade ‘Camarosa’, porém mais ereta, frutos cônicos de cor vermelho-intensa, com aquênios pouco destacados;

**‘Camino Real’:** sensível ao fotoperíodo curto, planta compacta com frutos cônicos de coloração vermelho-viva, com aquênios destacados à superfície.

De acordo com os resultados obtidos por Pereira e Souza (2010), apresentados na Tabela 3, as cultivares Aromas e Camarosa se destacaram por apresentar maior produção total de frutos ( $\text{kg ha}^{-1}$ ), enquanto a ‘Ventana’ possui o pior desempenho nesta avaliação. A cultivar Diamante apresentou maior peso médio e boa produtividade de frutos comerciais, configurando como uma opção para o cultivo na Região Serrana do Espírito Santo, quando o objetivo for atender a mercados com maior exigência quanto ao padrão dos frutos de morangos orgânicos.

**Tabela 3.** Produção de diferentes genótipos de morangueiro em cultivo orgânico. Incaper, Domingos Martins/ES, 2007<sup>1</sup>

Cultivares	N° frutos por parcela	Produção total (kg ha <sup>-1</sup> )	Comercial				
			N° frutos por parcela	Produtividade (kg ha <sup>-1</sup> )	Peso médio (g)	N° frutos por planta	Peso frutos por planta (g)
Camarosa	912 a	36.039 a	541ab	29.914 a	14,7 b	36 ab	532 a
Diamante	583 b	31.731 b	480 b	29.828 ab	16,6 a	32 b	530 ab
Aromas	1.074 a	41.096 a	704 a	34.745 a	13,2 cd	47 a	618 a
Seascape	891 a	32.346 b	555 ab	26.309 ab	12,6 d	37 ab	468 ab
Ventana	584 b	23.858 c	389 b	20.515 b	14,1 bc	26 b	365 b
Camino Real	593 b	28.719 b	488 b	26.707 ab	14,7 b	33 b	475 ab
<b>CV(%)</b>	<b>11,3</b>	<b>10,1</b>	<b>11,8</b>	<b>11,8</b>	<b>2,93</b>	<b>11,5</b>	<b>11,8</b>

<sup>1</sup>Médias seguidas pela mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

## 2.3 DISTRIBUIÇÃO DE SEMENTES E PROPÁGULOS ORGÂNICOS

O processo de distribuição de sementes tem ocorrido durante atividades planejadas na forma de dias de campo, realizados anualmente na URA, além de distribuições esporádicas realizadas durante visitas e excursões técnicas de agricultores à Unidade. As variedades com menos tempo de seleção ainda não estão sendo distribuídas, devendo passar por mais ciclos de avaliação.

Segundo o critério de quantidade de sementes fornecidas aos agricultores, a distribuição anual de sementes e propágulos por espécie tem ocorrido da forma apresentada na Tabela 4.

**Tabela 4.** Quantidade de sementes previstas a serem distribuídas anualmente por variedade e agricultor. Incaper, Domingos Martins/ES, 2012

Espécie/Cultivar	Q <sup>de</sup> por agricultor	Q <sup>de</sup> por ano
Tomate cv. Roqueso	1 g	100 g
Tomate cv. Bocaina	0,3 g	30 g
Tomate cv. Cereja Seriguela	1 g	100 g
Milho cv. EMCAPA-201	0,5 kg	50 kg
Feijão cv. EMCAPA-404	0,5 kg	50 kg
Taro cv. Chinês Regional	2 kg	200 kg
Alho cv. Gigante Curitibaanos	1 kg	100 kg
Gengibre cv. Gigante Regional	2 kg	200 kg

As quantidades de sementes e propágulos entregues, conforme os critérios apresentados na Tabela 4, totalizaram, nos anos de 2009 a 2011, os valores apresentados na Tabela 5.

**Tabela 5.** Sementes e propágulos distribuídos aos agricultores orgânicos no Espírito Santo, no período de 2009 a 2011. Incaper, Domingos Martins/ES, 2012

Espécies	Variedades	Quantidades
Tomate	cv. Roqueso	300 g
	cv. Bocaina	90 g
	cv. Cereja Seriguela	300 g
Milho	cv. EMCAPA-201	150 kg
Feijão	cv. EMCAPA-404	150 kg
Taro (Inhame)	cv. Chinês Regional	600 kg
Alho	cv. Gigante Curitibanos	300 kg
Gengibre	cv. Gigante Regional	600 kg

Além do processo de distribuição individualizado, que ocorre frequentemente durante os meses do ano, por meio de visitas diretas à URA, foram entregues kits em dias de campo, em 2009 e 2010. A contabilização do número de agricultores atendidos foi obtida por meio de listas de presença em eventos e dias de campo, estando atualmente contabilizado em 325 produtores. A Figura 6 ilustra diversos momentos do processo de multiplicação, seleção e distribuição realizado de 2009 a 2011.



**Figura 6.** Sementes e propágulos orgânicos, multiplicados e distribuídos na Unidade de Referência em Agroecologia (URA), de 2009 a 2011. Amostras de sementes de tomate (A); bulbos de alho (B); extensionista do Incaper e agricultoras com rizomas-semente de taro (C); entrega de um kit de sementes e propágulos orgânicos à agricultora da Associação Amparo, de Santa Maria de Jetibá/ES (D). Incaper, Domingos Martins/ES, 2012.

### 3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Durante 22 anos de atividades desenvolvidas na URA do Incaper, foram selecionados genótipos de seis espécies visando maior adaptabilidade ao sistema orgânico de produção. Destaca-se o trabalho desenvolvido com a cultura do tomateiro, que permitiu, até o momento, a identificação de 12 variedades que apresentam bom potencial produtivo e adaptabilidade ao manejo orgânico.

A seleção massal praticada com a variedade de milho EMCAPA-201 também merece destaque, por obter materiais que podem futuramente compor uma nova cultivar adaptada ao sistema orgânico de produção, seguindo as normas e critérios para implantação de ensaios de VCU (Valor de Cultivo e Uso) e registro de cultivares no RNC (Registro Nacional de Cultivares), no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2012).

As cultivares de morangueiro Aromas e Camarosa destacaram-se das demais em relação à produção total, enquanto a cultivar Ventana foi a que menos produziu no sistema orgânico. Merece destaque a cultivar Diamante devido ao maior peso médio dos frutos e à produtividade comercial que obteve, sendo, dessa forma, uma opção para mercados com maior exigência em padrão comercial de morangos orgânicos.

A multiplicação e distribuição de sementes e propágulos orgânicos das espécies-alvo desse trabalho beneficiaram mais de 300 agricultores. Essa etapa, além de contribuir para a ampliação da diversidade genética dos sistemas orgânicos de produção, pela disponibilização de material propagativo de diferentes espécies/variedades, oferece aos agricultores variedades adaptadas ao sistema de manejo, visto que elas estão sob seleção em ambiente, no qual se pratica a agricultura orgânica há anos.

Além de garantir a sustentabilidade dos sistemas agroecológicos, a diversidade de cultivares possibilita o escalonamento da produção e o atendimento das exigências do mercado em relação aos produtos obtidos na agricultura orgânica.

### 4 REFERÊNCIAS

BALBINO, J. M. de S. (Ed.). **Tecnologias para produção, colheita e pós-colheita de morangueiro**. 2. ed. Vitória, ES: Incaper, 2006. 80p.

BORÉM, A.; MIRANDA, G. V. **Melhoramento de plantas**. 5. ed., rev. e ampl. Viçosa, MG: UFV, 2009. 529p.

CASTRO, R. L.; CASALI, V. W. D.; BARRELLA, T. P.; SANTOS, R. H. S.; CRUZ, C. D. Produtividade de cultivares de morangueiro em sistema de cultivo orgânico. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 2, p. 227-230, 2003.

COSTA, A. F. da. **Adaptabilidade, estabilidade e comportamento de cultivares de morangos em diferentes sistemas de manejo na região serrana do Espírito Santo**. 2009. 99f. Tese (Doutorado) – UENF, Campos dos Goytacazes.

CRUZ, J. C.; KONZEN, E. A.; PEREIRA FILHO, I. A.; MARRIEL, I. E.; CRUZ, I.; DUARTE, J. de O.; OLIVEIRA, M. F.; ALVARENGA, R. C. Importância da produção do milho orgânico para a agricultura familiar. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 26. 2006, Belo Horizonte, **Anais eletrônicos...** Sete Lagoas: ABMS/Embrapa Milho e Sorgo, 2006. 1 CD-ROM.

CRUZ, J. C.; PACHECO, C. A. P.; PEREIRA FILHO, I. A.; OLIVEIRA, A. C.; QUEIROZ, L. R.; MATRANGOLO, W. J. R.; MOREIRA, J. A. A. **Variedades de milho em sistema orgânico de produção**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2008. 4p. (Embrapa Milho e Sorgo. Comunicado técnico, 158).

EMCAPA. **'Emcapa 201'**: primeira variedade de milho oficialmente lançada para o Espírito Santo. Vitória: Emcapa, 1986. 1 folder.

GALVÊAS, P. A. O; COSTA, H.; FERRÃO, M. A. G.; MARQUES, E. M. G; RODRIGUES, C. H; CASTIGLIONI, V. B. R. **'Emcapa 404 - Serrano'**: nova cultivar de feijão preto [i.e. feijão-preto] para a região serrana do Espírito Santo. Vitória: Emcapa, 1990. (Documentos, 66). 1 folder.

LAMMERTS van BUEREN, E. T.; STRUIK, P. C.; JACOBSEN, E. Ecological concepts in organic farming and their consequences for an organic crop ideotype. **NJAS-Wageningen Journal of Life Sciences**, v. 50, n. 1, p. 1-26, 2002.

LAMMERTS van BUEREN, E. T.; JONES, S. S.; TAMM, L.; MURPHY, K. M.; MYERS, J. R.; LEIFERT, C.; MESSMER, M. M. The need to breed crop varieties suitable for organic farming, using wheat, tomato and broccoli as examples: A review. **NJAS-Wageningen Journal of Life Sciences**, v. 58, n. 3, p. 193-205, 2011.

MACHADO, A. T.; NUNES, J. A.; MACHADO, C. T. T.; NASS, L. L.; BETTERO, F. C. R. Mejoramiento participativo en maíz: su contribución en el empoderamiento comunitario en el municipio de Muqui, Brasil. **Agronomía Mesoamericana**, v. 17, n. 3, p. 393-405, 2006.

MAPA - MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Formulários para Registro de Cultivares e Requisitos para VCU**. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/vegetal/registros-autorizacoes/registro/registro-nacional-cultivares/formularios-registro-cultivares-requisitos>>. Acesso em: 23 maio 2012.

MOONEY, P. R. **O escândalo das sementes**: o domínio da produção de alimentos. São Paulo: Nobel, 1987. 146 p.

MURPHY, K. M.; CAMPBELL, K. G.; LYON, S. R.; JONES, S. S. Evidence of varietal adaptation to organic farming systems. **Field Crops Research**, v. 102, n. 3, p. 172-177, 2007.

NODA, H.; PAHLEN, A. Von Der; SILVA FILHO, D. F. Avaliação da resistência de progênies de tomate à murcha bacteriana em solo naturalmente infestado por *Pseudomonas solanacearum*. **Revista Brasileira de Genética**, v. 9, n. 1, p. 55-66, 1986.

OLIVEIRA, L. R. D.; MIRANDA, G. V.; DELIMA, R. O.; SOUZA, L. V. D.; GALVÃO, J. C. C.; SANTOS, I. C. D. Combining ability of tropical maize cultivars in organic and conventional production systems. **Ciência Rural**, v. 41, n. 5, p. 739-745, 2011.

PEREIRA, V. A.; SOUZA, J. L. de . Avaliação de cultivares de morango em cultivo orgânico. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 50., 2010, Guarapari - ES. **Horticultura Brasileira**, v. 28. p. S 2860-S 2865, 2010.

SANTOS, I. C. dos; MIRANDA, G. V.; VAZ DE MELO, A.; MATTOS, R. N.; OLIVEIRA, L. R.; LIMA, J. da S.; GALVÃO, J. C. C. Comportamento de cultivares de milho produzidos organicamente e correlações entre características das espigas colhidas no estágio verde. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v.4, n.1, p.45-53, 2005.

STRASSBURGER, A. S.; PEIL, R. M. N.; SCHWENGBER, J. E.; MEDEIROS, C. A. B.; MARTINS, D. A.; SILVA, J. B. Crescimento e produtividade de cultivares de morangueiro de “dia neutro” em diferentes densidades de plantio em sistema de cultivo orgânico. **Bragantia**, Campinas, v. 69, n. 3, p. 623-630, 2010.

WANDER, A. E.; DIDONET, A. D.; MOREIRA, J. A. A.; MOREIRA, F. P.; LANNA, A. C.; BARRIGOSI, J. A. F.; QUINTELA, E. D.; RICARDO, T. R. Economic viability of small scale organic production of rice, common bean and maize in Goiás State, Brazil. **Journal of Agriculture and Rural Development in the Tropics and Subtropics**, Witzenhausen, v. 108, n. 1, p. 51-58, 2007.

WOLFE, M. S.; BARESEL, J. P.; DESCLAUX, D.; GOLDRINGER, I.; HOAD, S.; KOVACS, G.; LÖSCHENBERGER, F.; MIEDANER, T.; ØSTERGÅRD, H.; LAMMERTS van BUEREN, E. T. Developments in breeding cereals for organic agriculture. **Euphytica**, v. 163, n. 3, p. 323-346, 2008.





# FERTILIDADE DE SOLOS E DINÂMICA DE CARBONO EM SISTEMAS ORGÂNICOS DE PRODUÇÃO

Gabriel Pinto Guimarães

Jacimar Luis de Souza

Victor Almeida Pereira

Luiz Carlos Prezotti

André Guarçoni M.

Este capítulo descreve a capacidade do manejo orgânico em construir fertilidade e estocar carbono no solo, comprovando grandes benefícios ambientais. Estão relatados trabalhos de longa duração monitorando a fertilidade de solos e o estoque de carbono em sistema orgânico ao longo de 20 anos. O pH do solo mantém-se na faixa ideal para cultivo de hortaliças, e os nutrientes elevam-se gradualmente com o passar dos anos de manejo, especialmente o fósforo. Demonstra-se que o potencial desse manejo para reduzir a emissão de dióxido de carbono pode ultrapassar a média de 5.000 kg ha<sup>-1</sup> anualmente, pela preservação do carbono no perfil do solo, por meio da reciclagem de matéria orgânica.

## 1 EVOLUÇÃO DA FERTILIDADE DO SOLO EM 20 ANOS DE CULTIVO ORGÂNICO DE HORTALIÇAS

A utilização de matéria orgânica (MO) é uma prática fundamental para a preservação e melhoria da qualidade dos solos cultivados, visto que fornece nutrientes essenciais para as plantas, melhora a retenção de água, aumenta a população de organismos e microrganismos benéficos, melhora as condições físicas do solo, favorecendo o desenvolvimento geral das plantas cultivadas. Todas essas características são bases fundamentais da viabilidade e sustentabilidade de sistemas orgânicos de produção, conforme atestado por diversos estudos relatados por Diacono e Montemurro (2010).

Na agricultura orgânica, torna-se imperativo conhecer a evolução da fertilidade dos solos numa escala temporal, de forma a entender a possibilidade de manter um estoque de nutrientes no solo que seja capaz de sustentar bons níveis de produtividade comercial, sem provocar desequilíbrios por excesso de aporte de adubos orgânicos ao sistema (SOUZA; PEREIRA; PREZOTTI, 2010).

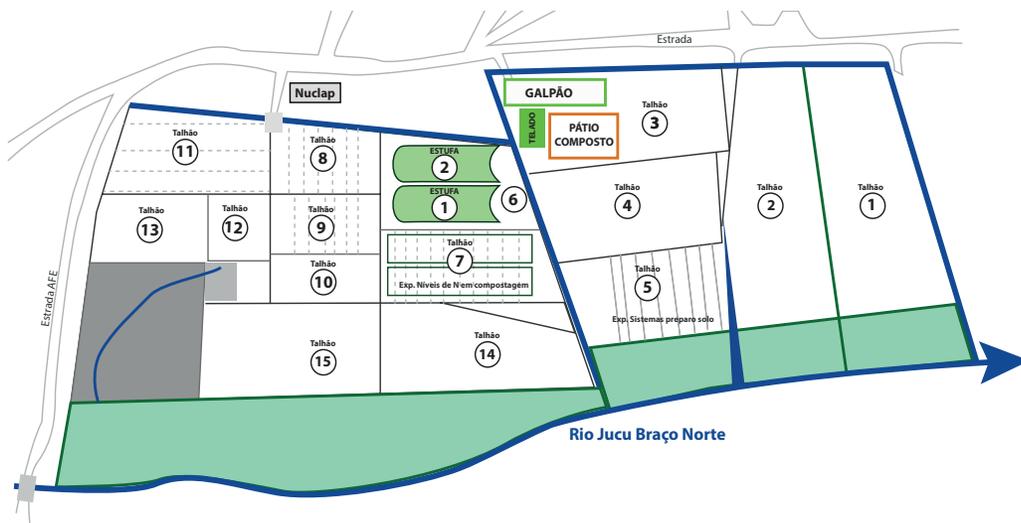
Na bibliografia nacional, existe uma grande carência de estudos de longa duração sobre a evolução da fertilidade dos solos sob manejo orgânico. Hoppe et al. (2007), ao avaliarem pomares em transição para sistema orgânico, durante dois anos, relataram aumento da MO de 1,84% para 2,30% (m/v) e melhorias nos teores de fósforo (P) (26,0 para 34,2 mg L<sup>-1</sup>), potássio (K) (116,6 para 126,3 mg L<sup>-1</sup>), cálcio (Ca) (6,21 para 8,55 cmolc L<sup>-1</sup>) e magnésio (Mg) (2,48 para 3,12 cmolc L<sup>-1</sup>). Por consequência, a saturação por bases (V) aumentou de 60,6% para 69,4%.

Em nível internacional, existem diversos estudos de longo prazo, que comprovam melhorias da fertilidade de solos submetidos a manejo orgânico. Uma extensa revisão foi apresentada por Diacono e Montemurro (2010), que sistematizaram quase uma centena de estudos com experimentos de longa duração compreendendo o período de 3 a 60 anos de avaliação. As principais conclusões foram: aportes repetidos de adubos orgânicos incrementam a atividade biológica dos solos, aumentando o carbono (C) na biomassa microbiana em mais de 100% usando altas taxas de aplicação de composto; aplicações regulares de MO aumenta o C orgânico do solo em mais de 90% comparado a esse teor em solos não fertilizados e em mais de 100% em solos fertilizados apenas com adubos minerais; há melhorias nos atributos químicos, sem evidências tangíveis de impactos negativos de aportes de metais pesados aos solos, quando compostos de alta qualidade são usados por longo período; aplicações repetidas de resíduos orgânicos compostados aumentam o conteúdo de nitrogênio (N) orgânico em mais de 90%, estocando para mineralização em futuros plantios, sem induzir a lixiviação de nitrato para lençóis de água.

Davis, Daniel e Grant (2006), estudando áreas cultivadas em sistema orgânico de 5 a 16 anos e Mugwe et al. (2009), comparando áreas fertilizadas com resíduos orgânicos e com insumos minerais durante 4 anos, comprovaram melhorias no potencial hidrogeniônico (pH) e nos teores de nutrientes do solo, especialmente P, K, Ca e Mg. Também relataram melhorias significativas na MO do solo.

Nesse sentido, objetivou-se, com este trabalho, monitorar algumas propriedades químicas das áreas de solo da Unidade de Referência em Agroecologia (URA) do Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper), submetidas a manejo orgânico, no período de 1990 a 2009, visando a avaliar a evolução dessas propriedades, no intuito de se conhecer o potencial de suporte nutricional que elas podem oferecer ao desenvolvimento de plantas.

A Área Experimental de Agricultura Orgânica implantada em 1990 localiza-se no Município de Domingos Martins/ES, a uma altitude de 950 m, em uma área de 2,5 ha, dividida em diversos talhões permanentes, conforme mostra a Figura 1.



**Figura 1.** Croqui da Área Experimental de Agricultura Orgânica mostrando os diversos talhões demarcados para monitoramento dos solos, com suas rotações de cultivos em 2011/2012. Incaper, Domingos Martins/ES, 2012.

O manejo orgânico dos solos tem sido realizado por meio da reciclagem de biomassa, que envolve restos de cultura e produção de biomassa em capineiras e legumineiras, associado à importação de esterco de aviário para inoculação das pilhas de composto. Nesse processo, emprega-se a compostagem orgânica, adubação verde, prática de cobertura morta, rotação de culturas, aplicações de biofertilizantes via solo e foliar, e outras práticas que conduzam à reciclagem, mobilização e disponibilização de nutrientes.

O sistema orgânico de produção vem sendo trabalhado há 20 anos, cultivando 15 espécies de hortaliças, em rotação com as culturas de milho, feijão e adubos verdes, de acordo com as normas técnicas da produção orgânica praticada no Brasil, baseada na Lei nº 10.831, de 2003 e da Instrução Normativa nº 46, de outubro de 2011, do Ministério da Agricultura. Dez áreas de solo da URA foram caracterizadas individualmente no ano de 1990, por ocasião do início dos trabalhos com manejo orgânico, e anualmente têm sido avaliadas suas propriedades químicas, por meio de análises laboratoriais em amostras de solo coletadas por talhão experimental, segundo metodologia da Embrapa (2009).

As adubações têm sido realizadas com composto orgânico, na base de 15 t ha<sup>-1</sup> (peso seco) para a maioria dos cultivos, com a composição média mostrada na Tabela 1. Considerando a média de 1,5 cultivo de hortaliças por ano, por talhão, o aporte anual médio tem sido equivalente a 22,5 t ha<sup>-1</sup> de composto, totalizando 450 t ha<sup>-1</sup> nos últimos 20 anos. Ressalta-se que, no período de 2002 a 2005, a intensidade de cultivos orgânicos na área foi menor devido a dificuldades operacionais.

**Tabela 1.** Composição média de compostos orgânicos no período de 1990 a 2009. Incaper, Domingos Martins/ES, 2010<sup>1</sup>

Adubo orgânico	MO (dag kg <sup>-1</sup> )	C/N	pH	Macronutrientes (dag kg <sup>-1</sup> )					Micronutrientes (mg kg <sup>-1</sup> )				
				N	P	K	Ca	Mg	Cu	Zn	Fe	Mn	B
Composto	52	16/1	7,3	2,0	1,2	1,2	4,8	0,5	54	188	12.424	793	25

<sup>1</sup> Média de 50 pilhas de composto.

Foram avaliadas, em cada um dos dez talhões, as seguintes propriedades químicas do solo: matéria orgânica (MO), capacidade de troca de cátions (CTC) e soma de bases (S), potássio (K), fósforo (P), cálcio (Ca), magnésio (Mg), saturação por bases (V) e potencial hidrogeniônico (pH).

As análises estatísticas foram realizadas relacionando-se os valores das propriedades avaliadas, na média entre os dez talhões, com a série histórica dos dados, por meio de modelos de regressão apropriados. A interpretação e análises técnicas basearam-se em critérios estatísticos, no coeficiente de determinação e na expectativa de efeito biológico dos dados de cada característica do solo.

### 1.1 MATÉRIA ORGÂNICA (MO)

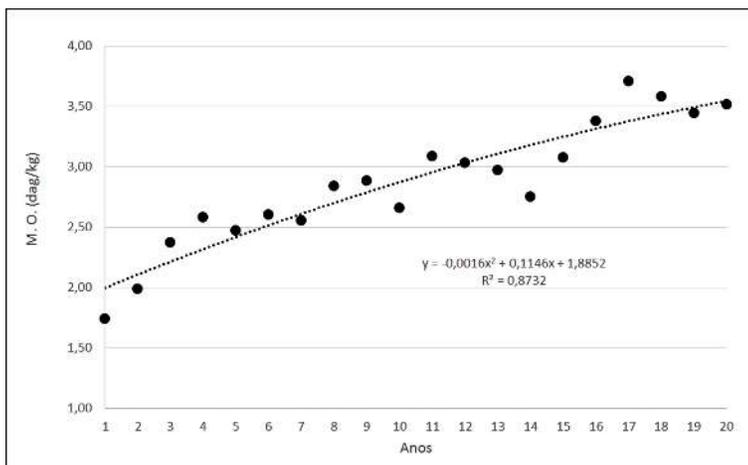
As médias dos teores de MO nos solos mostraram elevação significativa ao longo do tempo (Figura 2). Os dados estimados pela curva de regressão apresentaram ajuste quadrático, escolhido pelo maior coeficiente de determinação R<sup>2</sup>, com a MO elevando-se de 2,00 dag kg<sup>-1</sup> até 3,54 dag kg<sup>-1</sup> em 20 anos, totalizando uma elevação de 77%.

Conhecendo-se os benefícios que pequenas quantidades de MO representam para o solo e todo o sistema produtivo, pode-se afirmar que essa elevação tem propiciado a melhoria da fertilidade, com reflexos extremamente benéficos nas demais propriedades do solo, conforme veremos adiante.

### 1.2 CAPACIDADE DE TROCA DE CÁTIONS (CTC) E SOMA DE BASES (S)

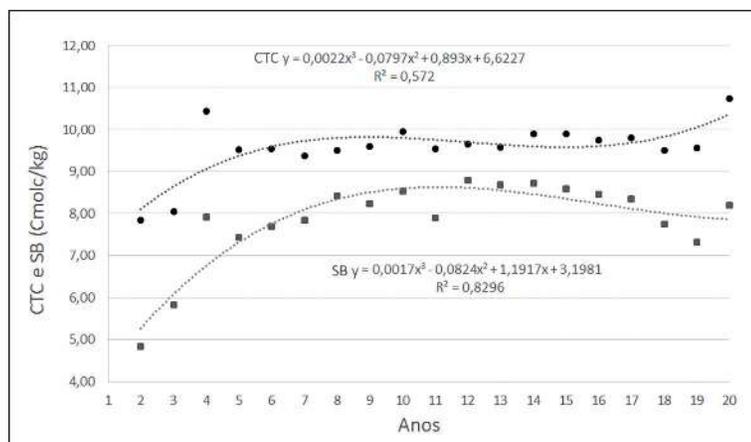
De modo geral, há grande dificuldade em se alterar a CTC de um solo. O incremento no valor da CTC total pode ser conseguido com aplicação de altas doses de MO. No presente trabalho, com aporte médio de 15 t de composto por cultivo orgânico, os dados estimados pela regressão apresentaram melhor ajuste

ao modelo cúbico, escolhido pelo maior coeficiente de determinação  $R^2$ . Essa variação se deve às diferenças de intensidade de aporte de adubos orgânicos ao longo do período avaliado. A estimativa da CTC final em relação à inicial no ano 2 indicou um aumento de  $2,1 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$  nos 20 anos estudados (Figura 3).



**Figura 2.** Evolução nos teores de matéria orgânica (MO) nos solos submetidos a manejo orgânico durante 20 anos, de 1990 a 2009. Incaper, Domingos Martins/ES, 2010.

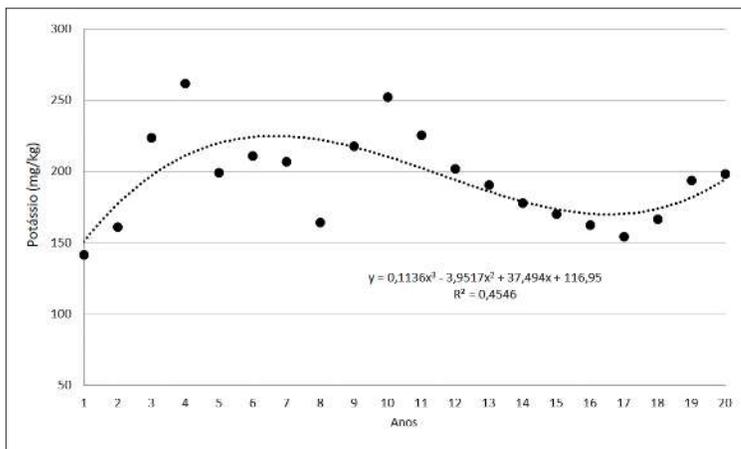
O aumento da CTC ocasionado pela adição de MO contribui para aumentar adsorção dos cátions pelas cargas negativas, evitando parte das perdas naturais por lixiviação, além de proporcionar a liberação gradativa desses nutrientes para as plantas. Por consequência, a soma de bases (S) desses solos também aumentou, com maior intensidade nos primeiros anos, com redução a partir do 12º ano e tendência de retomada a partir do 20º ano, tendo melhor estimativa dos dados pelo modelo cúbico, escolhido pelo maior coeficiente de determinação  $R^2$ , para todo o período de 20 anos (Figura 3).



**Figura 3.** Evolução da capacidade de troca de cátions (CTC) e da Soma de Bases (S) nos solos submetidos a manejo orgânico durante 20 anos, de 1990 a 2009. Incaper, Domingos Martins/ES, 2010.

### 1.3 POTÁSSIO (K)

Os materiais orgânicos utilizados, à base de esterco e material vegetal compostados, foram os principais responsáveis pela disponibilização de K no solo. A forma livre que esse elemento se encontra nos tecidos vegetais e no solo facilita aportes e perdas por lixiviação, fazendo com que haja grande variação nos teores desse elemento, no tempo (Figura 4).



**Figura 4.** Evolução do potássio (K) nos solos submetidos a manejo orgânico durante 20 anos, de 1990 a 2009. Incaper, Domingos Martins/ES, 2010.

Intensas variações nos níveis médios de K foram observadas durante todo o período, motivo pelo qual o melhor ajuste ocorreu com o modelo cúbico, escolhido pelo maior coeficiente de determinação  $R^2$ . Independente dessas variações, observa-se que o manejo orgânico proporciona, em média, teores de K suficientes para atender às necessidades nutricionais das culturas olerícolas cultivadas nessa área.

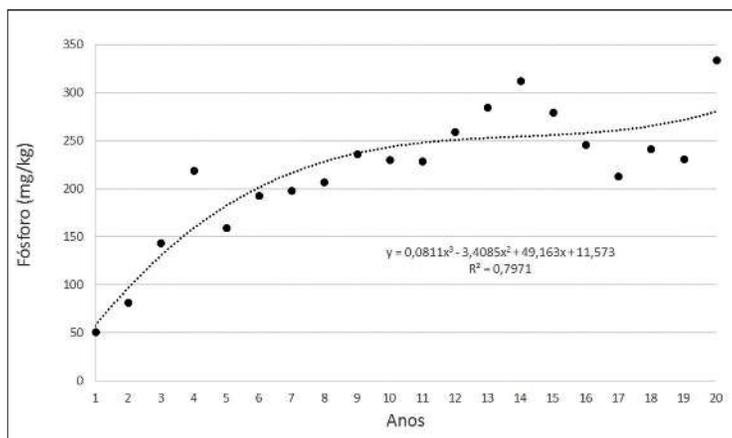
### 1.4 FÓSFORO (P)

Observou-se um efeito expressivo na elevação dos teores de P com as adições anuais dos materiais orgânicos (Figura 5), com progressões mais bem ajustadas ao modelo cúbico, escolhido em função do maior coeficiente de determinação  $R^2$ .

Essa elevação foi mais acentuada nos primeiros três anos, em função da utilização de fosfatos naturais associados ao processo de compostagem, na base de  $6 \text{ kg m}^{-3}$ , no momento do empilhamento, distribuído entre as camadas, embasado em estudos de Souza (1998). Ao longo dos 20 anos, os dados estimados pela regressão revelaram que os teores médios iniciais de  $57,4 \text{ mg kg}^{-1}$  foram elevados para  $280,2 \text{ mg kg}^{-1}$ , totalizando um acréscimo de 388% no teor de P.

Os teores de P e K apresentados foram obtidos utilizando-se o extrator ácido Mehlich<sup>-1</sup>. Por sua característica ácida, esse extrator recupera quantidades desses elementos superiores àquelas realmente disponíveis para as plantas. Para analisar esses teores comparados aos utilizados como referência das classes de

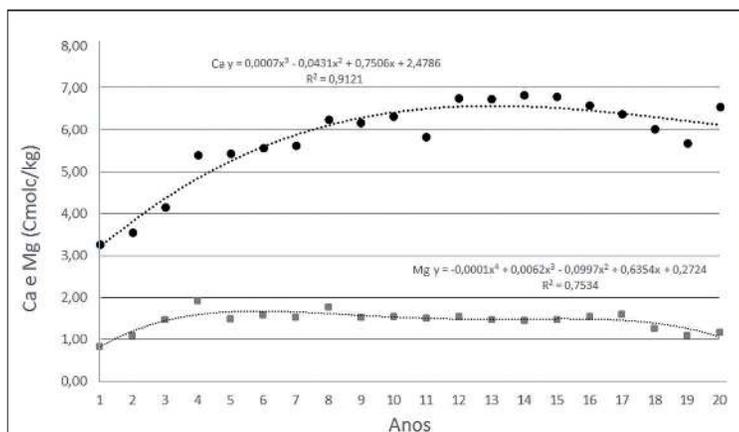
disponibilidade para solos manejados no sistema convencional (PREZOTTI et al., 2007), torna-se necessária a realização de trabalhos de calibração para a determinação de classes de disponibilidade desse nutriente para solos orgânicos ou manejados organicamente.



**Figura 5.** Evolução do fósforo (P) nos solos submetidos a manejo orgânico durante 20 anos, de 1990 a 2009. Incaper, Domingos Martins/ES, 2010

### 1.5 CÁLCIO (Ca) E MAGNÉSIO (Mg)

Com base no coeficiente de determinação  $R^2$ , os teores estimados de Ca revelaram melhor ajuste ao modelo cúbico, com acréscimos até o ano de 2001, iniciando-se pequena redução a partir de 2002, com tendência de retomada de elevação no 20º ano. Os teores de Mg mostraram comportamento semelhante, porém com maior redução relativa nos últimos anos, maiores variações nos seus teores e melhor ajuste ao modelo de regressão polinomial de grau 4 (Figura 6).



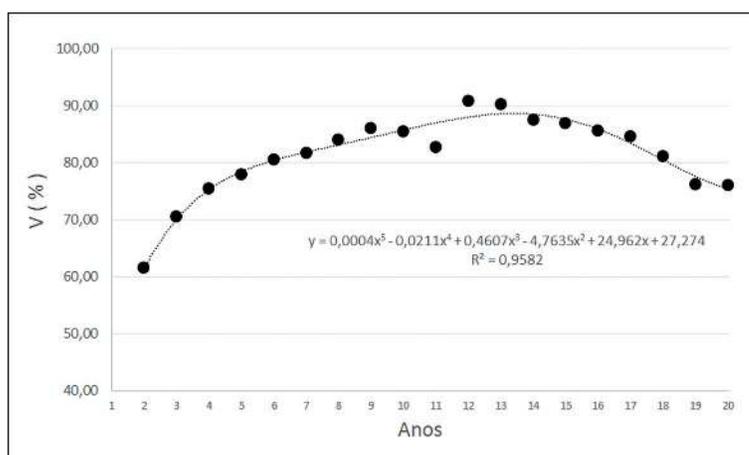
**Figura 6.** Evolução do cálcio (Ca) e magnésio (Mg) nos solos submetidos a manejo orgânico durante 20 anos, de 1990 a 2009. Incaper, Domingos Martins/ES, 2010.

Os incrementos nos teores de Ca e de Mg podem ser atribuídos à presença significativa de tais elementos na constituição da MO. Especificamente para o Ca, o uso de fosfato natural no composto orgânico, nos três primeiros anos, também teve contribuição considerável na sua elevação, visto que a fonte de fosfato natural usada apresenta alta composição em Ca.

Esses dados indicam a necessidade de monitoramento da relação Ca:Mg no sistema orgânico, especialmente a partir de dez anos de manejo. Esse aumento da relação Ca:Mg é devido à composição da principal fonte de adubo orgânico utilizado no sistema, que também apresenta originalmente uma alta relação de 10:1 entre esses dois elementos, como mostrado anteriormente na Tabela 1.

## 1.6 SATURAÇÃO POR BASES (V)

Como reflexo das elevações nos teores das bases K, Mg e Ca, a saturação por bases do solo (V) apresentou elevação crescente até o 13º ano, com reduções da saturação a partir do 14º ano e tendência de estabilização no 20º ano. Devido à grande variabilidade dos dados ao longo dos anos, o melhor ajuste se deu no modelo polinomial de grau 5, escolhido pelo maior coeficiente de determinação  $R^2$  (Figura 7).

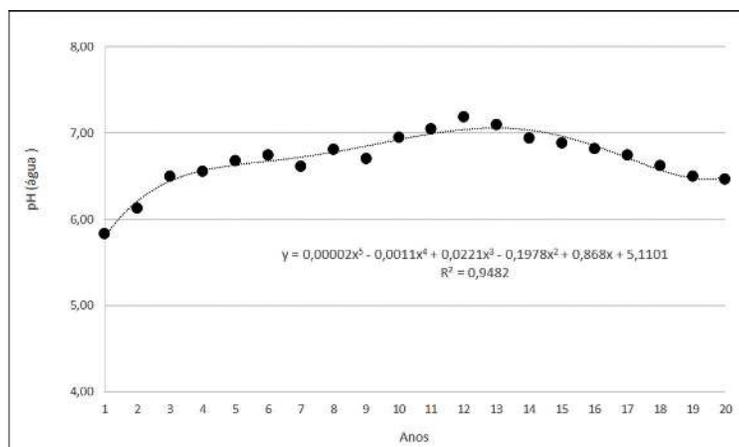


**Figura 7.** Evolução da saturação por bases (V) nos solos submetidos a manejo orgânico durante 20 anos, de 1990 a 2009. Incaper, Domingos Martins/ES, 2010.

Com base nos dados estimados, a saturação inicial média dos solos sofreu uma elevação relativa de 24,4%, aumentando de 61,5% para 76,5% em 20 anos, semelhante ao relato de Hoppe et al. (2007) que verificaram aumento de 60,6% para 69,4% por um período de tempo menor.

## 1.7 POTENCIAL HIDROGENIÔNICO (pH)

O pH elevou-se até o 11º ano após o início de adoção do sistema, com decréscimos a partir desse período, reflexo da diminuição da intensidade de aporte de adubos orgânicos nesse sistema, nos últimos anos (Figura 8).



**Figura 8.** Evolução do pH nos solos submetidos a manejo orgânico durante 20 anos, de 1990 a 2009. Incaper, Domingos Martins/ES, 2010.

A composição do adubo orgânico vista na Tabela 1, com altos valores de pH (7,3) e de bases, aliada à sua aplicação em alto volume no solo, são os principais responsáveis pela elevação do pH ao longo do tempo. Constata-se a necessidade de um constante monitoramento para evitar alcalinização do solo e a consequente redução da disponibilidade de alguns nutrientes, principalmente zinco (Zn), cobre (Cu), manganês (Mn) e ferro (Fe).

Outro fato importante foi a elevação mais intensa do pH do solo nos três primeiros anos, quando o sistema de compostagem utilizava o enriquecimento das pilhas com fosfato natural (fosfato de Araxá), na base de 6 kg para cada m<sup>3</sup> de resíduo empilhado. Souza (1998), em trabalho realizado nesse mesmo sistema, comparando 12 medas de composto sem e com adição de fosfato de Araxá nessa mesma proporção, demonstrou uma elevação significativa de P, Ca e Zn, além do pH ser elevado de 7,1 para 7,4, respectivamente.

Os dados desse trabalho são comprovados por estudo de Klenk e Pinto (2009) realizado em uma propriedade de agricultor orgânico no Município de Lapa/PR, que emprega esterco curtido de ovelha e de galinha poedeira, associados a adubações verdes em rotação, durante 16 anos. Identificaram melhorias significativas na fertilidade do solo cultivado com horta em manejo orgânico por 16 anos, especialmente altos índices de P (160,5 mg dm<sup>3</sup>) e K (136,8 mg dm<sup>3</sup>).

Assim, pode-se afirmar que o manejo orgânico de solos, realizado de forma regular, permite melhorar substancialmente suas propriedades químicas ao longo dos anos, visto que os valores verificados nesse estudo representam elevado nível de fertilidade do solo, podendo proporcionar boa nutrição e desenvolvimento das plantas, com potencial para sustentar excelentes produtividades.

## 2 ESTOQUE DE CARBONO (C) E FERTILIDADE DE SOLOS EM SISTEMAS DE ADUBAÇÃO ORGÂNICA E MINERAL

Atualmente, é fundamental o desenvolvimento de tecnologias que possam tornar a propriedade agrícola competitiva e sustentável do ponto de vista da preservação dos recursos naturais e com rendimentos produtivos adequados. Nesse contexto, insere-se uma das mais recentes preocupações da comunidade científica: viabilizar a produção de alimentos, respeitando a dinâmica do C em sistemas agrícolas, com vistas a manter o estoque desse elemento no solo e reduzir emissões de CO<sub>2</sub>.

O solo é o principal reservatório de C em um ecossistema (SILVA; MENDONÇA, 2007). Entretanto, esse elemento é um componente dinâmico e sensível ao manejo realizado no solo. Seu conteúdo encontra-se estável sob condições de vegetação natural, porém com a quebra do equilíbrio em função da agricultura, geralmente ocorre redução no seu teor (CARDOSO; SOUZA; MENDONÇA, 2005 e RANGEL; SILVA; GUIMARÃES, 2007). Cerri, C. C. e Cerri, C. E. (2007) reportam que o solo se constitui num compartimento chave no processo de emissão e sequestro de C, pois existem de duas a três vezes mais desse elemento nos solos em relação ao estocado na vegetação e duas vezes mais em comparação à atmosfera. Assim, manejos inadequados do solo podem assumir um papel ambiental desastroso, pois podem mineralizar a MO do solo e emitir grandes quantidades de gases de efeito estufa (GEE) para a atmosfera. Isso demonstra o grau de importância dos manejos ecológicos de solos para o planeta atualmente.

A agricultura orgânica pode ser uma estratégia de manejo para sequestrar C em vez de emití-lo na atmosfera. Sistemas de produção que utilizam técnicas de reciclagem de MO associadas a práticas agroecológicas confirmaram alto potencial para sequestro de C atmosférico elevando o C orgânico do solo e reduzindo emissão de CO<sub>2</sub>, principal gás de efeito estufa (SOUZA; PREZOTTI; GUARÇONI, 2012). A importância do CO<sub>2</sub> advém do fato de existir em maior quantidade na atmosfera que outros gases. Contudo, vale destacar que seu efeito estufa é inferior ao proporcionado pela mesma quantidade de óxido nitroso e metano.

O trabalho aqui apresentado foi realizado numa área experimental localizada no Centro Regional de Desenvolvimento Rural (CRDR) Centro Serrano, do Incaper, no Município de Domingos Martins/ES, numa altitude de 950m. O objetivo foi avaliar os efeitos de sistemas de adubação orgânica e mineral sobre o estoque de C, a fertilidade do solo e o desempenho produtivo de hortaliças, durante oito anos de rotação de culturas.

### 2.1 CARACTERIZAÇÃO DOS SISTEMAS DE ADUBAÇÃO

O trabalho foi executado de 1991 a 1999 utilizando-se de três sistemas de adubação (orgânica, orgânica/mineral e mineral) e um sistema testemunha (sem adubação), em parcelas de 100 m<sup>2</sup>, demarcadas e isoladas com chapas galvanizadas de 60 cm de largura, enterradas até 40 cm de profundidade, para as

avaliações e efeitos acumulados durante os anos. Os tratamentos avaliados foram: T1- Composto orgânico, sendo aplicadas 15 t ha<sup>-1</sup> peso seco (CO); T2- Composto orgânico, sendo aplicadas 15 t ha<sup>-1</sup> peso seco e adubação mineral (CO+AM); T3- Adubação mineral (AM); e T4- Testemunha, sem adubação (T). As doses de adubo mineral foram baseadas na análise de solo e seguindo a recomendação de calagem e adubação para o Estado do Espírito Santo (PREZOTTI et al., 2007).

*Adubação orgânica com composto:* foi realizada de forma localizada, em covas para as culturas da batata e repolho e em sulcos para a cultura do milho-verde. Utilizou-se a dosagem fixa padrão de 15 t ha<sup>-1</sup> (peso seco) por cultivo, para todas as espécies.

*Adubação mineral:* foram utilizadas as análises de solo dos respectivos tratamentos 2 e 3 para calcular as correções e adubações minerais com sulfato de amônio, superfosfato simples e cloreto de potássio (KCl) para cada cultura, conforme as recomendações de adubação e correção do solo para o Estado do Espírito Santo (PREZOTTI et al., 2007).

*Testemunha:* não se utilizou qualquer fonte de adubo, expressando-se apenas o potencial de nutrição das plantas pela reserva mineral do solo.

A produção do composto foi realizada pelo método “Indore”, em pilhas estáticas com reviramentos periódicos, utilizando-se recursos locais, constituído predominantemente de biomassa triturada de capim-cameron, palha de café e esterco de aviário. Foram formadas dez pilhas de composto orgânico, as quais foram utilizadas sucessivamente durante o período experimental (Tabela 2).

Nas três primeiras pilhas, utilizou-se fosfato natural para enriquecimento do composto, na base de 3 kg para cada 1,0 m<sup>3</sup>, no momento do empilhamento, conforme se confirma nos teores de P apresentados. Entretanto, devido ao grande aumento dos teores de P no solo, não mais se aplicou fosfato natural na confecção dos demais compostos a partir da pilha 4. As análises dos nutrientes foram realizadas utilizando-se o método de digestão sulfúrica, com posterior destilação de kjeldhal para o N, digestão nitroperclórica para os demais macronutrientes e micronutrientes, a exceção do boro (B) que foi extraído via calcinação, sendo dosado por colorimetria (TEDESCO et al., 1995).

**Tabela 2.** Composição média das dez pilhas de compostos orgânicos produzidos de 1991 a 1998. Incaper, Domingos Martins/ES, 1999

Composto	MO	C	C/N	pH	MACRO* (dag kg <sup>-1</sup> )					MICRO** (mg kg <sup>-1</sup> )				
	(dag kg <sup>-1</sup> )	(dag kg <sup>-1</sup> )			N	P	K	Ca	Mg	Cu	Zn	Fe	Mn	B
Pilha 1	44	25,5	12/1	—	2,2	1,9	1,1	10,0	1,0	70	161	15.000	833	37
Pilha 2	52	30,2	16/1	7,5	1,9	2,5	1,2	9,0	2,5	54	188	14.732	1042	46
Pilha 3	38	22,0	16/1	7,1	1,4	1,8	0,7	8,0	0,5	57	216	23.438	1039	17
Pilha 4	57	33,1	19/1	7,9	1,7	1,4	1,4	5,1	0,5	40	152	13.125	713	16
Pilha 5	48	27,8	16/1	7,3	1,7	1,4	0,8	4,8	0,4	40	206	19.609	779	18
Pilha 6	66	38,3	16/1	7,2	2,4	0,9	1,7	3,2	0,5	34	127	13.359	632	20
Pilha 7	55	31,9	14/1	—	2,2	1,1	0,8	2,9	0,6	41	118	7.643	879	4
Pilha 8	48	27,8	16/1	—	1,7	1,0	0,7	3,2	0,6	41	125	1.943	879	1
Pilha 9	50	29,0	16/1	7,9	1,8	0,5	1,8	5,9	0,7	168	208	19.541	623	25
Pilha 10	47	27,3	19/1	7,0	1,4	0,5	0,7	3,6	0,5	46	148	19.520	732	20
<b>Média</b>	<b>50,5</b>	<b>29,0</b>	<b>16/1</b>	<b>7,4</b>	<b>1,8</b>	<b>1,3</b>	<b>1,1</b>	<b>5,6</b>	<b>0,8</b>	<b>59</b>	<b>165</b>	<b>14.790</b>	<b>815</b>	<b>20</b>

\*Macro: macronutrientes;

\*\*Micro: micronutrientes.

Foi realizada uma rotação de culturas com batata (cv. Baraka), repolho (cv. Kenzan) e milho-verde (cv. EMCAPA-202). Os tratos culturais empregados foram padronizados em todos os tratamentos, conforme as recomendações técnicas de cada espécie, diferenciando-se apenas nas adubações de solos previamente estabelecidos em cada um.

A sucessão cultural foi composta por quatro plantios de batata (1992, 1993, 1994 e 1995), seis plantios de repolho (1993, 1994, 1995, 1996, 1997 e 1998) e três plantios de milho-verde (1992/93, 1994/95 e 1996/97), conforme detalhado na Tabela 3.

O estoque de C do solo foi determinado a partir dos teores de MO do solo, na camada de 0 a 20 cm, obtido pela quantificação do C orgânico total do solo (COT, g kg<sup>-1</sup>) (YEOMANS; BREMNER, 1988). O estoque de C do solo (EC, Mg ha<sup>-1</sup>) na camada de 0 a 20 cm foi calculado por meio da expressão:  $EC = (COT \times Ds \times E) / 10$ , em que “Ds” é densidade do solo na camada em estudo (kg dm<sup>-3</sup>) e “E” é a espessura da camada de solo (cm). De dois em dois anos, os acúmulos foram obtidos relacionando-se os valores bianuais em relação ao ano inicial de 1991. A estimativa de sequestro ou emissão de CO<sub>2</sub> equivalente foi realizada considerando o fator de conversão do C para CO<sub>2</sub> de 3,666 (massa molar do CO<sub>2</sub>/massa molar do C = 44/12), segundo o guia de metodologia geral proposto pelo *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC, 2006).

A fertilidade do solo foi determinada segundo EMBRAPA (2009), sendo pH em H<sub>2</sub>O na relação 1:2,5 (solo:água); P disponível: extrator Mehlich<sup>-1</sup> e determinação por colorimetria; K: extrator Mehlich<sup>-1</sup> e determinação por espectrofotometria de chama; Ca e Mg: extrator KCl 1 mol L<sup>-1</sup> e determinação por espectrometria de absorção atômica.

**Tabela 3.** Sequência de plantios realizados durante os oito anos de manejo. Incaper, Domingos Martins/ES 1999

Anos	Culturas	Plantio	Colheita
1992	Batata	11/06/92	17/09/92
	Milho-verde	16/10/92	22/01/93
1993	Batata	20/04/93	20/07/93
	Repolho	19/08/93	16/11/93
1994	Batata	12/04/94	22/07/94
	Repolho	28/07/94	03/11/94
	Milho-verde	02/12/94	10/03/95
1995	Batata	07/04/95	28/07/95
	Repolho	05/08/95	06/11/95
	Pousio	-	-
1996	Repolho	12/05/96	10/08/96
	Milho-verde	13/11/96	20/02/97
1997	Repolho	14/04/97	18/07/97
	Pousio	-	-
1998	Repolho	18/03/98	17/06/98

Os rendimentos produtivos das espécies foram determinados para as culturas em estudo durante todo período do trabalho, visando à possibilidade do alcance de sustentabilidade plena, com preservação das características do solo quanto a estoque de C e fertilidade, mas com rendimentos comerciais competitivos ao mercado.

## 2.2 EVOLUÇÃO DA MATÉRIA ORGÂNICA (MO) E ESTOQUE DE CARBONO (C)

Por meio das análises individuais e a média geral das dez pilhas de compostos produzidos para os experimentos, durante o período de execução do trabalho, verificou-se um bom nível de humificação, com média de relação C/N de 16/1. O

teor do N variou de 1,4 a 2,4 dag kg<sup>-1</sup> (equivalente a 1,4 e 2,4%), com média de 1,8 dag kg<sup>-1</sup>, o índice que é considerado satisfatório para a nutrição da maioria das hortaliças quando cultivadas apenas com esse tipo de adubação (SOUZA; RESENDE, 2014). Verificou-se que os teores de P nos três primeiros compostos foram superiores aos demais, devido ao enriquecimento com fosfato natural. A partir da quarta pilha, não mais se utilizou fosfato na compostagem, devido ao rápido aumento observado no teor de P dos solos.

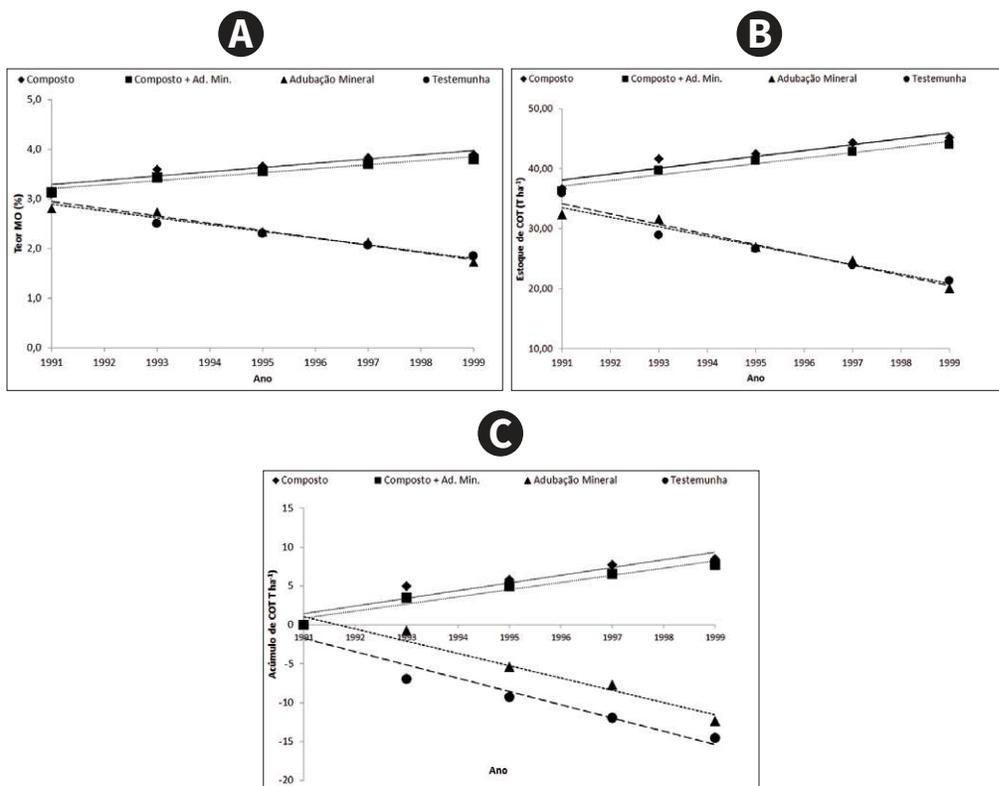
Observa-se nas Figuras 9A, 9B e 9C a evolução do teor de MO, estoque e acúmulo de C, respectivamente, nos quatro tratamentos avaliados ao longo dos oito anos. Observou-se ajuste linear de crescimento desses atributos para os tratamentos com adubação orgânica com composto (T1) e associação deste com adubação mineral (T2). Por outro lado, o decréscimo verificado na MO, estoque e acúmulo de C para os tratamentos com adubos minerais (T3) e sem adubação (T4) foram significativos pelo teste F, com ajuste ao modelo linear (Tabela 4). De forma semelhante, Leite et al. (2003) estudando sistemas de adubação com composto e adubo mineral 4-14-8, em parcelas marcadas no tempo por 16 anos, verificaram que o uso do composto proporcionou aumento de COT, comparado aos sistemas sem adubação ou apenas com adubação mineral.

Baseado nas adubações com 15 t ha<sup>-1</sup> por cultivo (peso seco), os 13 plantios realizados após oito anos totalizaram um aporte de 195 t ha<sup>-1</sup> de composto, equivalente a 97,5 t ha<sup>-1</sup> de MO, que corresponde a 56,6 t ha<sup>-1</sup> de C. Foram observados maiores teores de COT onde se realizou adubação orgânica (T1). Essa observação é corroborada por Jenkinson e Rayner (1977), que relatam um experimento de longa duração, por mais de cem anos, na estação de Rothamsted/Inglaterra, no qual o uso de apenas 3 t ha ano<sup>-1</sup> de esterco aumentou o estoque de C do solo. Por outro lado, a adubação mineral isolada (T3) e o sistema sem adubação (T4) apresentaram alto nível de emissão das reservas de C do solo (Figura 9 C).

Na camada de 0 a 20 cm, o estoque de C estimado no sistema com adubação orgânica (T1) elevou-se de 38,5 t ha<sup>-1</sup> em 1991 para 46,4 t ha<sup>-1</sup> de COT em 1999 (aumento de 20,5%), enquanto no sistema com adubação mineral (T3), o estoque de C estimado reduziu de 33,0 t ha<sup>-1</sup> para 20,4 t ha<sup>-1</sup> (redução de 38,2%), durante o mesmo período (Figura 9B). Resultados similares foram relatados por Leite et al. (2003), que demonstraram que a aplicação de adubo orgânico (T1) aumenta os estoques desse elemento no solo. O tratamento adubação orgânica (T1) mais adubação mineral (T2) apresentou comportamento semelhante à adubação orgânica isolada. Já a testemunha (T4) apresentou comportamento semelhante ao sistema com adubação mineral (T3), ou seja, reduziu os estoques ao longo do tempo.

A análise do acúmulo de C estimado nesses tratamentos demonstrou que houve um ganho aproximado no solo de 7,9 t de COT com a adubação orgânica (T1). Entretanto, é válido ressaltar que o acúmulo de 7,9 t ha<sup>-1</sup> representa 14% dos 56,6 t ha<sup>-1</sup> de C via aplicações com os compostos orgânicos. Assim, os 86% desse C (48,7 t ha<sup>-1</sup>, o que equivale a uma emissão de 178,53 t de CO<sub>2</sub>) voltaram para a atmosfera por meio da decomposição microbiana evidenciando que manejos orgânicos emitem maior quantidade de CO<sub>2</sub>, porém esses manejos aumentam os estoques desse elemento no solo.

A redução de 12,7 t ha<sup>-1</sup> de COT no sistema com adubação mineral (T3) corresponde a uma emissão de 46,6 t CO<sub>2</sub> equivalente (Figura 9C), valor este inferior ao 178,53 t de CO<sub>2</sub> emitido no tratamento composto orgânico (T1). Entretanto, o aumento de C no solo sob manejo orgânico é corroborado por Souza; Prezotti e Guarçoni (2012). Durante dez anos de avaliação, os autores obtiveram acréscimo no estoque de C do sistema orgânico, na camada de 0 a 40 cm de profundidade, que se elevou de 34,57 t ha<sup>-1</sup> para 58,19 t ha<sup>-1</sup>, identificando, assim, uma fixação correspondente a 23,62 t ha<sup>-1</sup> de COT e 86,62 t ha<sup>-1</sup> de CO<sub>2</sub> equivalente.



**Figura 9.** Evolução do teor de matéria orgânica (MO) na camada de 0 a 20 cm nos solos (A), estoque de carbono (B) e acúmulo de carbono (C), em sistemas de adubação orgânica e mineral - 1991 a 1999. Incaper, Domingos Martins/ES, 1999.

### 2.3 EVOLUÇÃO DA FERTILIDADE DOS SOLOS

Os valores de pH do solo sofreram interferência significativa nos quatro sistemas estudados (Tabela 4). O uso da adubação orgânica, além das conhecidas propriedades enriquecedoras da fertilidade do solo, possui também elevada capacidade corretiva, visto que as faixas de solo adubadas com composto orgânico, isoladas ou associadas a adubos minerais, rapidamente atingiram valores de pH próximos à neutralidade, com ajuste quadrático para o composto (T1) e linear para o composto mais adubos minerais (T2). A decomposição do material orgânico aplicado contribui com o fornecimento de nutrientes ao solo. Esses nutrientes, grande parte bases, diminuem a atividade do H<sup>+</sup> na solução do solo. Esse aumento também pode

estar relacionado à decomposição dos resíduos orgânicos que fornecem ânions orgânicos que neutralizam o  $H^+$  (SOUSA; MIRANDA; OLIVEIRA, 2007).

No sistema sem adubação (T4), o pH estimado elevou-se 0,5 unidade com os anos de cultivo (Figura 10A). O modelo linear se ajustou aos dados ( $R^2=0,99$ ) e apresentou coeficiente significativo a 1%. Nas parcelas que receberam apenas adubo mineral (T3), houve acidificação do solo, reduzindo o pH estimado de 5,82 para 5,20 em quatro anos. Por esse motivo, as parcelas no T3 necessitaram correção com calcário dolomítico, na base de  $2 \text{ t ha}^{-1}$ , aplicado em 05/12/95, conforme verificado no comportamento dos valores de pH, que se elevaram novamente a partir de 1996, atingindo 6,34 em 1999 (Figura 10A). Esse foi o motivo do ajuste dos dados ao modelo quadrático. Esses dados se assemelham aos obtidos por Marchi (2006) no cultivo de alface americana. Quando o adubo foi apenas de fonte mineral, a prática de correção de acidez foi essencial para propiciar maior crescimento da cultura.

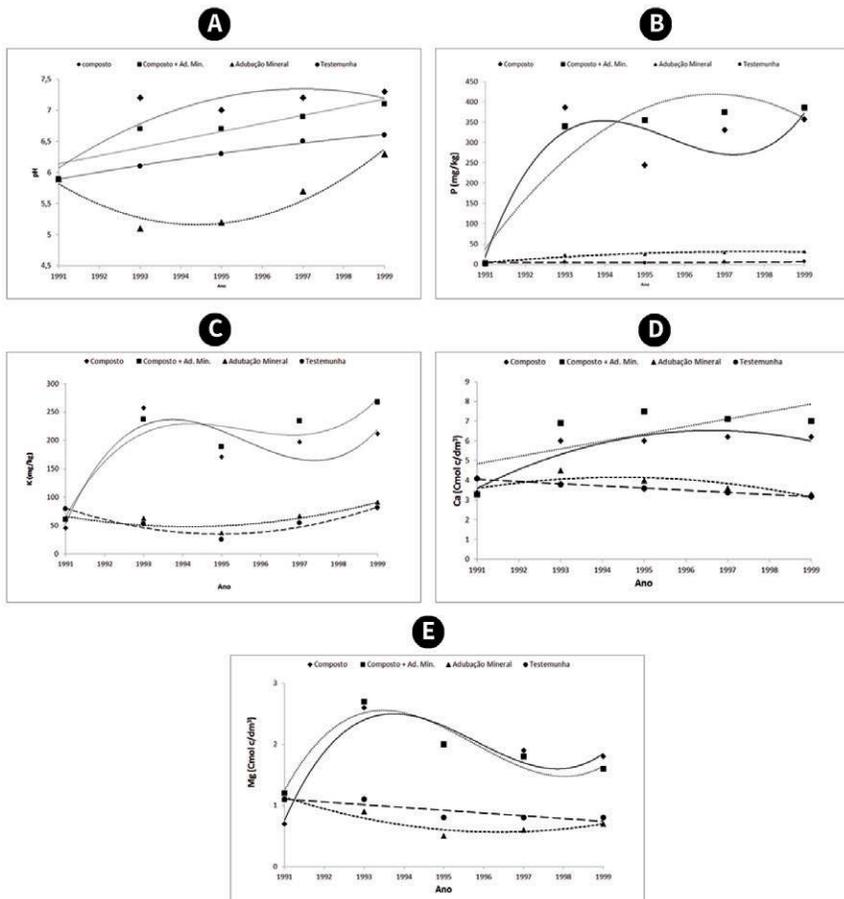
Os níveis de P elevaram-se expressivamente nos tratamentos submetidos à adubação orgânica (T1 e T2). Quando utilizada de forma isolada, o modelo cúbico melhor explica a evolução dos teores (Figura 10B e Tabela 4). Esse comportamento é devido à elevação rápida dos teores de P nos dois primeiros anos (reflexo do enriquecimento com fosfato natural usado nas três primeiras pilhas de composto), com posterior queda dos teores médios estimados no ano de 1997. A queda dos teores de P no ano de 1997 pode estar relacionada ao cultivo do solo até 06/11/1995. A partir dessa data, o solo se manteve em pousio até 12/05/1996 não sendo realizada a adubação e cultivo nesse período (Tabela 3). Quando se retomou o cultivo e conseqüentemente as adubações, os teores de P voltaram a se elevar. Esse comportamento justifica a escolha do modelo cúbico ( $R^2=0,84$ ) para o tratamento com composto orgânico (T1) que apresentou seus coeficientes significativos e mostrou o dinamismo do solo quando submetido a diferentes manejos e cultivos durante os oito anos de experimentação.

No sistema de adubação orgânica associada à mineral (T3), o crescimento do teor de P apresentou progressão quadrática ( $R^2=0,89$ ) e coeficientes significativos (Figura 2B e Tabela 4). O modelo cúbico foi o que apresentou melhor ajuste; entretanto, seus coeficientes não foram significativos. No sistema com adubação mineral (T3), os valores de P apresentaram pequena elevação, com melhor ajuste ao modelo linear ( $R^2=0,77$ ), que mostrou coeficientes significativos. Já no sistema sem adubação (T4), os teores de P pouco alteraram com os anos e não se ajustaram a nenhum modelo (Figura 10B e Tabela 4).

Os teores de K (Figura 10C) e Mg (Figura 10E) apresentaram dinâmica similar ao do P nos tratamentos em que se realiza adubação orgânica (T1). Dessa forma, o modelo cúbico foi aquele que apresentou melhor ajuste e coeficientes significativos. Da mesma forma que ocorreu para o P, no ano de 1995/96, ocorreram reduções dos teores estimados de K e Mg nos tratamentos com aplicação de composto orgânico (T1). Essa redução está relacionada provavelmente aos seis meses de pousio associado a um verão chuvoso com maior potencial de lixiviação de nutrientes e à falta de adubações nesse período. Esses dados mostram que o sistema orgânico de produção é mais sensível à detecção de mudanças nos atributos químicos do

solo, uma vez que os teores de nutrientes nos sistemas orgânicos (T1 e T2) foram superiores em relação ao mineral (T3) e testemunha (T4). Corroborando a presente pesquisa, Silva e Menezes (2007) relataram aumento dos teores de P e K do solo após adubação orgânica com esterco, em plantios anuais com batata, no período de 1996 a 2002.

O Ca apresentou progressão linear significativa no sistema com adubação orgânica (T1) e progressão quadrática no sistema de adubação orgânica associada à adubação mineral (T2) (Figura 10D e Tabela 4). Já os tratamentos sem adubação (T4) e com adubação mineral (T3) não se ajustaram a nenhuma equação de regressão, apresentando pequena variação no tempo. Os dados demonstram que a adubação orgânica isolada ou associada à adubação mineral é suficiente para manter altos níveis de nutrientes no solo. Silva e Menezes (2007) mostraram que as aplicações de adubos orgânicos ao longo do tempo aumentam os estoques de nutrientes do solo, evidenciando também a importância da adubação orgânica para obtenção de maior produtividade.



**Figura 10.** Atributos químicos do solo em sistemas de adubação orgânica e mineral – 1991 a 1999: pH do solo (A); fósforo (B); potássio (C); cálcio (D) e magnésio (E). Incaper, Domingos Martins/ES, 1999.

**Tabela 4.** Equação de regressão da matéria orgânica (MO), do estoque de carbono (ESTC), acúmulo de C e dos atributos químicos do solo, em sistemas de adubação orgânica e mineral a partir de 1991 a 1999. Incaper, Domingos Martins/ES, 1999

Variável	Sistema de manejo	Equação da regressão	R <sup>2</sup>
MO	CO	$\hat{Y} = -165,94^{*}+0,085^{*}X$	0,87
	CO+AM	$\hat{Y} = -156,07^{***}+0,08^{**}X$	0,95
	AM	$\hat{Y} = 296,29^{**}-0,147^{**}X$	0,94
	T	$\hat{Y} = 275,00^{**}-0,137^{**}X$	0,96
ESTC	CO	$\hat{Y} = -1920,6^{*}+0,984^{*}X$	0,87
	CO+AM	$\hat{Y} = -1806,4^{**}+0,926^{**}X$	0,95
	AM	$\hat{Y} = 3182,8^{**}-1,582^{**}X$	0,96
	T	$\hat{Y} = 3429,3^{**}-1,705^{**}X$	0,94
Acúmulo C	CO	$\hat{Y} = -1957,3^{*}+0,984^{*}X$	0,87
	CO+AM	$\hat{Y} = -1842,7^{*}+0,926^{*}X$	0,95
	AM	$\hat{Y} = 3150,4^{**}-1,582^{**}X$	0,96
	T	$\hat{Y} = 3393,4^{**}-1,705^{**}X$	0,94
pH	CO	$\hat{Y} = -142416^{*}+142,64^{*}X -0,036^{*}X^2$	0,79
	CO+AM	$\hat{Y} = -256,03^{*}+0,13^{*}X$	0,80
	AM	$\hat{Y} = 220189,33^{**}-220,81^{**}X+0,055^{**}X^2$	0,93
	T	$\hat{Y} = -159,96^{**}+0,083^{**}X$	0,99
Fósforo	CO	$\hat{Y} = -4E^{10}+6E^{7}X-29123^{*}X^2+4,9^{*}X^3$	0,84
	CO+AM	$\hat{Y} = -5E^{7}+46305,13^{**}X -11,59^{**}X^2$	0,89
	AM	$\hat{Y} = -6395,05^{*}+3,21^{*}X$	0,77
	T	$\hat{Y} = \bar{Y}$	-

continua...

...conclusão

Variável	Sistema de manejo	Equação da regressão	R <sup>2</sup>
Potássio	CO	$\hat{Y} = -2E^{10} + 4E^{7}X - 17835X^2 + 2,98X^3$	0,84
	CO+AM	$\hat{Y} = -2E^{10} + 3E^{7}X - 13283X^2 + 2,22X^3$	0,90
	AM	$\hat{Y} = 7E^{6} - 7264,4X + 1,82X^2$	0,77
	T	$\hat{Y} = 1E^{7} - 11614X + 2,91X^2$	0,91
Cálcio	CO	$\hat{Y} = -602,94 + 0,30X$	0,57
	CO+AM	$\hat{Y} = -597754 + 606X - 0,15X^2$	0,91
	AM	$\hat{Y} = \bar{Y}$	-
	T	$\hat{Y} = \bar{Y}$	-
Magnésio	CO	$\hat{Y} = -2E^{8} + 311189X - 155,92X^2 + 0,025X^3$	0,91
	CO+AM	$\hat{Y} = -2E^{8} + 273833X - 137,21X^2 + 0,023X^3$	0,88
	AM	$\hat{Y} = 90131,35 - 90,30X + 0,023X^2$	0,88
	T	$\hat{Y} = 90,7 - 0,045X$	0,65

CO=Composto Orgânico;

AM=Adubação Mineral;

T=Testemunha (sem adubação);

\* = significativo a 5%;

\*\* = significativo a 1%, pelo teste F.

## 2.4 DESEMPENHO PRODUTIVO DAS CULTURAS

De maneira geral, observou-se um comportamento diferenciado das três espécies em resposta aos sistemas de adubação acumulada comprovando a necessidade de analisar a nutrição das plantas conforme as características individuais de cada espécie.

### 2.4.1 Adubação orgânica e mineral na cultura da Batata

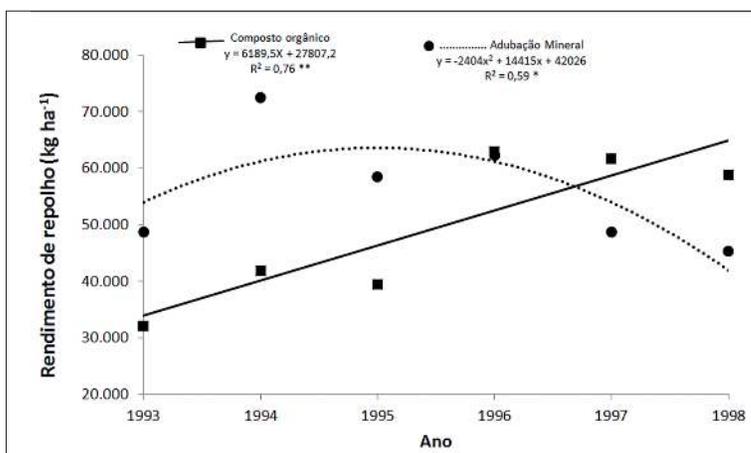
As análises dos dados produtivos médios dos quatro plantios de batata realizados nos anos de 1992, 1993, 1994 e 1995 revelaram que a testemunha (T4) apresentou a menor produtividade comercial de tubérculos, consequência do não fornecimento

de nutrientes ao longo dos anos. As demais formas de adubação orgânica e mineral proporcionaram produtividades médias semelhantes (Tabela 5).

Comparando-se as adubações isoladas com composto orgânico (T1) à adubação mineral (T3), verificam-se produtividades semelhantes nos dois primeiros cultivos (1992 e 1993). Entretanto, no terceiro e quarto cultivo, os maiores rendimentos ocorreram nas parcelas adubadas com composto orgânico. Na média geral, verificou-se que as adubações orgânicas e minerais, isoladas ou associadas, são opções adequadas para o incremento da produtividade nos cultivos de batata.

### 2.4.2 Adubação orgânica e mineral na cultura do Repolho

As avaliações dos seis cultivos de repolho realizados entre os anos de 1993 e 1998 revelou diferenças significativas na produtividade média entre os tratamentos com adubação orgânica e mineral, isoladas ou associadas (Tabela 5). A adubação orgânica (T1) apresentou rendimentos médios inferiores em relação à adubação mineral nos anos de 1993 a 1995. Entretanto, a partir de 1997, observou-se o inverso, isto é, o manejo orgânico apresentou maiores rendimentos, o que demonstra que os benefícios das adubações orgânicas ocorrem de médio a longo prazo. O emprego isolado de adubos minerais provavelmente foi o responsável pela diminuição da produtividade desse tratamento ao longo dos anos (Figura 11).



**Figura 11.** Evolução do rendimento comercial de cabeças de repolho em sistemas de adubação, de 1993 a 1998. Incaper, Domingos Martins/ES, 1999.

De forma equivalente ao que foi observado no caso da batata, nos cultivos do repolho, constatou-se que a associação da adubação orgânica e mineral (T2) apresentou rendimentos semelhantes ou superiores àqueles verificados nos manejos isolados, demonstrando ser a melhor alternativa do manejo da adubação, com foco no aumento de produtividade. O tratamento testemunha (T4) revelou rendimentos significativamente menores do que aqueles verificados nos sistemas adubados, indicando que a fertilidade natural do solo contribuiu para uma produtividade média de 9.471 kg ha<sup>-1</sup> de cabeças comerciais, valor muito inferior ao observado nos

tratamentos com adubação orgânica e/ou mineral, as quais demonstram ser práticas de grande importância no cultivo dessa hortaliça (Tabela 5).

### 2.4.3 Adubação orgânica e mineral na cultura do Milho-verde

As médias de rendimento de milho-verde verificadas na avaliação dos três plantios, no período de 1992 a 1997, revelaram que as reservas naturais do solo (T4) contribuíram com aproximadamente 50% do rendimento de espigas comerciais em relação aos sistemas adubados (Tabela 5). Os rendimentos de espigas não diferiram estatisticamente entre os três sistemas de adubação, os quais foram significativamente superiores ao sistema não adubado. Entretanto, da mesma forma que se observou na cultura da batata e repolho, o uso conjunto de composto orgânico e adubos minerais (T2) para a cultura do milho-verde revelou tendência de ser a alternativa mais eficaz no manejo da cultura, devido aos resultados de produtividade nas safras 94/95 e 96/97. Esses dados diferenciam-se em parte daqueles verificados por Maia e Cantarutti (2004), que observaram, após 13 anos de cultivos sucessivos de milho, que a adubação orgânica aumentou a produtividade de forma mais acentuada do que com adubação mineral. Isso pode ter ocorrido devido ao padrão de resíduos usados na compostagem, que foi constituída da mistura de palhas de feijão, soja e esterco, os quais são materiais ricos em N, que favorecem a nutrição do milho.

**Tabela 5.** Rendimentos comerciais de batata, repolho e milho-verde, em sistemas de adubação orgânica e mineral – 1992 a 1998. Incaper, Domingos Martins/ES, 1999<sup>1</sup>

Tratamento	Rendimento de tubérculos de BATATA (kg ha <sup>-1</sup> )						
	1992	1993	1994	1995	Média		
CO	27.146 A	5.727 B	4.060 A	11.057 A	11.998 A		
CO + AM	27.092 A	7.113 A	3.383 B	11.623 A	12.303 A		
AM	27.067 A	5.883 B	2.800 C	8.854 B	11.151 A		
T	17.119 B	3.540 C	2.733 C	4.790 C	7.046 B		
Tratamento	Rendimento de cabeças de REPOLHO (kg ha <sup>-1</sup> )						
	1993	1994	1995	1996	1997	1998	Média
CO	32.073 B	41.887 B	39.423 B	62.961 A	61.636 A	58.877 A	49.476 B
CO + AM	52.917 A	77.287 A	52.673 A	62.171 A	54.050 A	71.321 A	61.736 A
AM	48.697 A	72.493 A	58.567 A	62.329 A	48.697 B	45.359 B	56.023 A
T	9.910 C	6.567 C	5.517 C	15.450 B	8.415 C	10.967 C	9.471 C
Tratamento	Rendimento de espigas de MILHO-VERDE (Nº ha <sup>-1</sup> )						
	1992/1993	1994/95	1996/97	Média			
CO	39.767 A	16.667 B	32.800 A	29.744 A			
CO + AM	44.467 A	29.500 A	36.800 A	36.922 A			
AM	40.833 A	19.600 B	27.300 B	29.244 A			
T	33.633 B	1.700 C	18.300 C	17.878 B			

<sup>1</sup>Médias seguidas pela mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de SCOTT-KNOTT a 5% de probabilidade.

Pode-se concluir que sistemas submetidos a adubações orgânicas têm maior potencial de sequestrar C. As adubações orgânicas, isoladas ou associadas ao adubo mineral, auxiliaram na correção da acidez e na elevação de P e das bases do solo.

As produtividades de batata e milho foram similares nos três sistemas de adubação, que apresentaram rendimentos maiores que o sistema sem adubação. Para a cultura do repolho, a adubação orgânica proporcionou rendimentos médios semelhantes à adubação mineral exclusiva. Os maiores rendimentos, nesse caso, foram alcançados pelo uso associado da adubação orgânica e mineral.

### **3 POTENCIAL DE SEQUESTRO DE CARBONO (C) EM SISTEMA ORGÂNICO DE PRODUÇÃO DE HORTALIÇAS**

#### **3.1 SEQUESTRO DE CARBONO (C) EM SISTEMAS ORGÂNICOS**

Entre os gases de efeito estufa (GEE) emitidos pelas atividades humanas, o gás carbônico ( $\text{CO}_2$ ) é responsável por cerca de 70% do potencial de elevação da temperatura terrestre. Nos últimos 250 anos, a concentração de  $\text{CO}_2$  na atmosfera aumentou 31%, alcançando os atuais 366 ppm - mais alto nível observado nos últimos 420 mil anos. No último século, a temperatura do planeta já subiu  $0,7^\circ\text{C}$  e, nos próximos 100 anos, o aumento pode chegar de  $1,4^\circ\text{C}$  a  $5,8^\circ\text{C}$ , segundo projeções do IPCC – *Intergovernmental Panel on Climate Change* (MARENGO, 2006).

O solo é considerado o principal reservatório temporário de C em um ecossistema terrestre. Entretanto, esse elemento químico é um componente dinâmico e sensível ao manejo realizado no solo. Seu conteúdo encontra-se estável sob condições de vegetação natural, porém com a quebra do equilíbrio pelo cultivo do solo em preparo convencional, geralmente ocorre redução no seu teor, resultado das novas taxas de adição e de perda (DALAL; MAYER, 1986 apud DELLAMEA et al., 2002). Segundo Cerri, C. C. e Cerri, C. E. (2007), o solo se constitui num compartimento chave no processo de emissão e sequestro de C, pois em termos globais, há duas a três vezes mais C nos solos em relação ao estocado na vegetação e duas vezes mais em comparação à atmosfera. Assim, manejos inadequados do solo podem acelerar a perda de MO e emitir grandes quantidades de GEE na atmosfera. Isso demonstra o grau de importância que manejos ecológicos de solos representam para o planeta atualmente.

Algumas das práticas agrícolas que causam emissões de GEE são as queimas, a fertilização mineral, as intervenções frequentes e o preparo intensivo do solo. Porém, existem outras formas de utilizar a terra que podem causar efeito inverso, incrementando o conteúdo de C no solo e na vegetação ao aumentar as quantidades de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) capturado, sem produzir um efeito aditivo às emissões oriundas de combustíveis fósseis (DIXON, 1995).

O impacto e a contribuição das formas de uso da terra, especialmente da agricultura, para o aquecimento global têm sido recentemente discutidos pela comunidade científica nacional e internacional. Scarpellini e Bolonhezi (2007)

relatam que as atividades agrícolas são responsáveis por 20% das emissões de GEE, em nível global, de acordo com dados do IPCC do ano de 2001. O relatório de atividades de 2005 do Fórum Brasileiro de Mudanças Climáticas (FORUM...,2006) indicam 31,7% para as emissões advindas da alteração no uso da terra e agricultura. No caso específico do Brasil, o Inventário Nacional de 2004 indicou que 75% das emissões de CO<sub>2</sub> – no período de 1990 a 1994 – foram de responsabilidade da mudança do uso da terra e, principalmente, do desmatamento na Amazônia.

O aumento da temperatura e as mudanças no regime hídrico, causados pelo aquecimento global, terão um grande impacto na produção agrícola do Brasil (Assad et al., 2004). A partir de simulações feitas com base no aumento de temperatura de 1° C, 3° C e 5,8° C e no acréscimo de 5%, 10% e 15% na precipitação pluviométrica, um forte rearranjo espacial poderá acontecer na geografia da produção agrícola brasileira. Culturas perenes, como o café, tenderiam a ocupar regiões com temperaturas máximas mais amenas, e o eixo de produção poderá se deslocar para o sul do país. As elevadas temperaturas de verão poderão condicionar o deslocamento de culturas como arroz, feijão, milho e soja para a Região Centro-Oeste, podendo mudar de modo significativo o zoneamento agrícola brasileiro.

Dixon (1995) relata que as práticas de cultivo mínimo do solo, a incorporação de restos culturais e resíduos orgânicos, a adubação verde e as rotações utilizando cultivos de cobertura com gramíneas ou leguminosas retêm o C nos solos por décadas, inclusive séculos. Baseado nesses relatos e como as práticas da agricultura orgânica pressupõem o emprego de todas essas estratégias, essas se apresentam como excelentes alternativas para a fixação do C e a redução do principal gás de efeito estufa, o CO<sub>2</sub>.

Diante do problema do aquecimento global, a quantificação dos fluxos de CO<sub>2</sub> deve ser inserida como parte da abordagem energética e de sustentabilidade de sistemas de produção agrícola (SOUZA; RESENDE, 2014). Müller-Lindenlauf (2009), em documento da Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO), analisa as possibilidades de a agricultura orgânica ser considerada atividade significativa para o sequestro de C e referencia muitos trabalhos que demonstram alto nível de captura desse elemento em sistemas orgânicos de produção que contribuem para o aumento do estoque de C no solo e na biomassa. Portanto, torna-se cada vez mais necessário monitorar o estoque de C dos solos submetidos a práticas ecológicas de manejo e a práticas de manejo em agricultura orgânica.

Um estudo realizado no período de 20 anos, na URA do Incaper, caracterizou diversas unidades de solo individualmente no ano de 1990, por ocasião do início dos trabalhos com manejo orgânico. Anualmente, foram avaliados os teores de MO, com coleta de dados, por meio de amostragem múltipla de solos por talhão experimental, nas 12 unidades de solo, atendendo a uma das formas de monitoramento dos fluxos de C relatadas por Subak (2000). A caracterização física e química inicial dos solos está apresentada na Tabela 6.

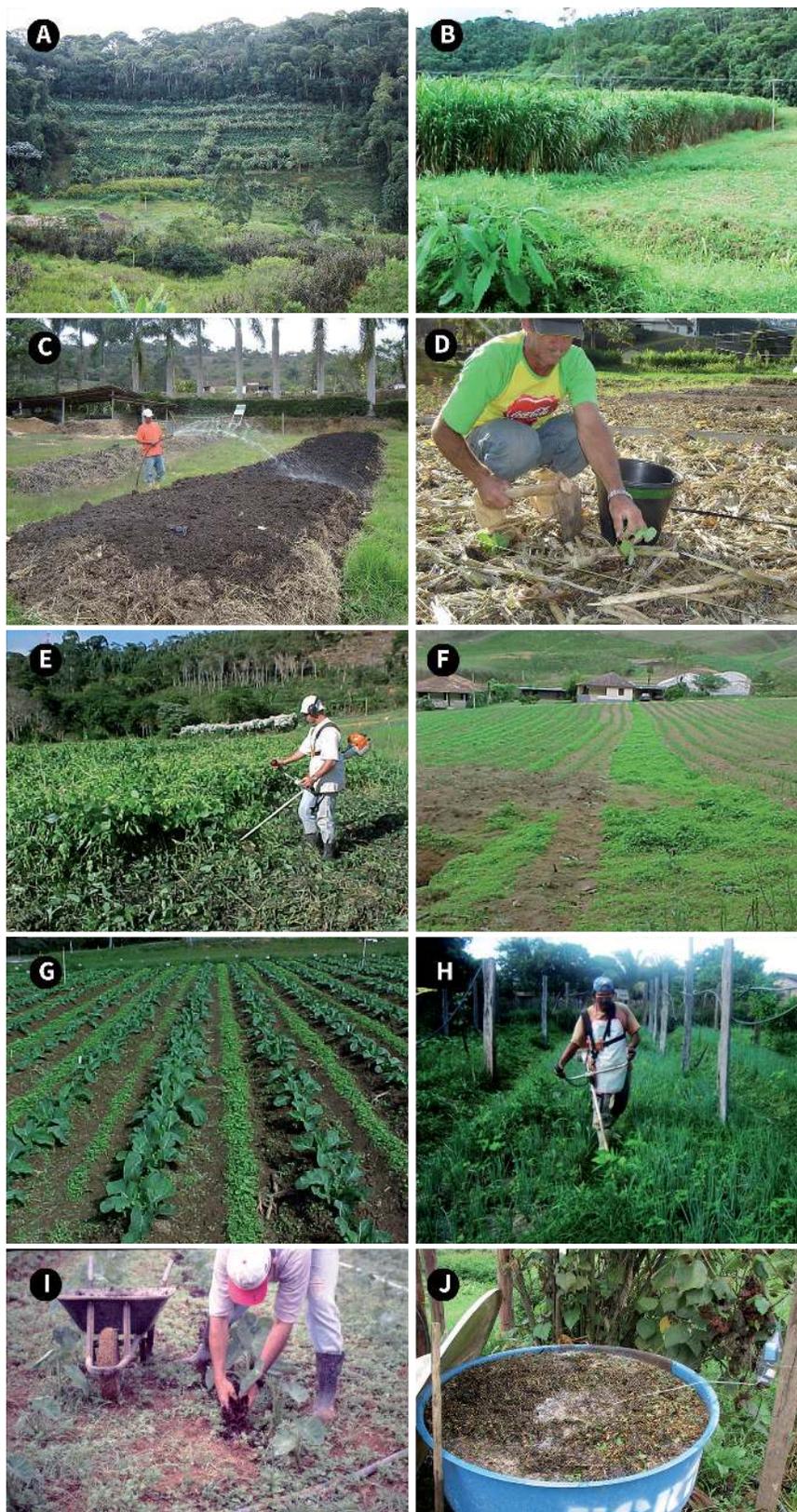
**Tabela 6.** Classificação textural e teor de matéria orgânica das unidades de solo utilizados no trabalho. Incaper, Domingos Martins/ES, 1990

Unidades de solo	Classificação textural	Teor inicial de matéria orgânica (%)
Solo 1	Argiloso	1,5
Solo 2	Argiloso	2,0
Solo 3	Argiloso	2,0
Solo 4	Argilo-Arenoso	2,4
Solo 5	Argiloso	1,6
Solo 6	Argiloso	2,3
Solo 7	Argiloso	1,4
Solo 8	Argiloso	2,0
Solo 9	Muito Argiloso	1,2
Solo 10	Argiloso	1,4
Solo 11	Franco-Argilo-Arenoso	1,0
Solo 12	Argiloso	1,8

### 3.2 PRINCÍPIOS E PRÁTICAS AGROECOLÓGICAS

A dinâmica do sistema de produção se baseia nos princípios ecológicos e utilizam práticas agroecológicas que podem contribuir significativamente para o sequestro de C atmosférico, conforme ilustrações da Figura 12. Entre essas, destacam-se:

- Sistema diversificado com preservação parcial da vegetação nativa local (Figura 12A);
- Fixação de C por área em capineiras utilizadas para produção de biomassa para a compostagem orgânica (Figura 12B);
- Reciclagem de resíduos orgânicos pela compostagem orgânica para produção de adubo orgânico para as culturas (Figura 12C);
- Plantio direto de hortaliças sobre palhadas de adubos verdes (Figura 12D);
- Cultivo solteiro de adubos verdes em rotação visando a proteção do solo e fixação de C e N (Figura 12E);
- Manutenção de corredor de refúgio com espécies espontâneas para manter a estabilidade ecológica e controlar a erosão (Figura 12F);
- Manejo da vegetação espontânea entre as linhas de cultivo de hortaliças, pela técnica da capina em faixa proporcionando proteção do solo, maior diversidade, equilíbrio ecológico, controle de erosão e ciclagem de nutrientes no perfil do solo (Figura 12G);
- Manutenção da vegetação espontânea entre os canteiros pela roçada para refúgio de predadores, proteção do solo e ciclagem de nutrientes (Figura 12H);



**Figura 12.** Práticas relacionadas ao manejo e à reciclagem de matéria orgânica (MO), adotadas no projeto. Incaper, Domingos Martins/ES, 2010.

- Emprego da adubação em cobertura para melhoria nutricional das culturas empregando-se composto orgânico e biofertilizantes líquidos (Figuras 12I e 12J, respectivamente).

Nesse processo, ocorre uma dinâmica intensa de C, envolvendo ganhos (na forma de C e CO<sub>2</sub>, pelas práticas mencionadas) e perdas (por emissões naturais de CO<sub>2</sub>, no sistema de compostagem e no preparo mecânico dos solos, que acelera a decomposição da MO). Portanto, avaliou-se o acúmulo temporal analisando o saldo de C no processo, estando inserido todo processo de ganhos e perdas.

Pressupõe-se, nesse trabalho, que a reciclagem de resíduos orgânicos empregada na agricultura orgânica, a exemplo da importação de esterco de aviário para inoculação de compostos, contribui para elevar o estoque de C do solo, visto que este retornaria para a atmosfera na forma de CO<sub>2</sub>, se não fosse reciclado. As adubações foram realizadas com composto orgânico, na base de 15 t ha<sup>-1</sup>, com uma composição média de 52% de MO, equivalente a 30,2% de C (Tabela 7).

**Tabela 7.** Composição média de compostos orgânicos no período de 1990 a 2009. Incaper, Domingos Martins/ES, 2010<sup>1</sup>

Adubo orgânico	MO (dag kg <sup>-1</sup> )	C/N	pH	Macronutrientes (dag kg <sup>-1</sup> )					Micronutrientes (mg kg <sup>-1</sup> )				
				N	P	K	Ca	Mg	Cu	Zn	Fe	Mn	B
Composto	52	16/1	7,3	2,0	1,2	1,2	4,8	0,5	54	188	12.424	793	25

<sup>1</sup> Média de 50 medas.

### 3.3 DETERMINAÇÃO DE MATÉRIA ORGÂNICA (MO), GÁS CARBÔNICO (CO<sub>2</sub>) E CARBONO (C)

As amostragens dos solos para análise dos teores de MO foram realizadas anualmente, na camada de 0 a 20 cm. Foram também efetuadas análises de solo na de 20 a 40 cm para conhecer a proporção do conteúdo de C dessa camada em relação à de 0 a 20 cm. Com essa informação, foi realizada a estimativa de C fixado até 40 cm de profundidade no solo. Apesar de a maioria do C estar nas camadas superficiais (0 a 40 cm), existe uma parcela significativa dele abaixo de 40 cm de profundidade, a qual não foi mensurada nesse trabalho.

Para efeito de cálculo dos conteúdos de MO, CO<sub>2</sub> e C, convencionou-se que as densidades de todas as unidades de solo avaliadas são em média 1,0 kg dm<sup>-1</sup>, totalizando, portanto, 2 milhões de kg de solo por hectare na camada de 0 a 20 cm.

As determinações dos teores de MO foram feitas por meio de análises laboratoriais, em amostras compostas coletadas anualmente nas unidades de solo. O cálculo do teor de C foi estimado pela razão entre o teor de MO e o fator convencionalmente usado de 1,728. A equivalência entre C e CO<sub>2</sub> baseou-se nos pesos moleculares dos elementos, em que 1,0 molécula de CO<sub>2</sub> equivale a 3,667 moléculas de C.

Empregou-se a análise de regressão das médias dos teores de MO das 12 unidades de solo, em função dos anos de cultivo, para obterem-se os teores

estimados de MO ao longo dos anos, que serviram de base para as estimativas das demais variáveis. Além disso, para ampliar a estimativa de estoque de C até 40 cm de profundidade, utilizou-se o índice médio de 1,65, uma vez que os teores de MO na camada de 20 a 40 cm representam, em média, 65% daqueles observados na camada de 0 a 20 cm de profundidade (Tabela 8).

**Tabela 8.** Teor de matéria orgânica (MO) de cinco unidades de solo, em duas profundidades, na Unidade de Referência em Agroecologia (URA) do Incaper

Profundidades	Teor de matéria orgânica					Médias
	Solo 1	Solo 2	Solo 3	Solo 4	Solo 5	
	(dag kg <sup>-1</sup> )					
(A) 0 a 20 cm	3,02	3,24	3,70	2,29	2,52	2,95
(B) 20 a 40 cm	1,81	2,52	2,34	1,33	1,63	1,93
% (B/A)	60%	78%	63%	58%	65%	65%

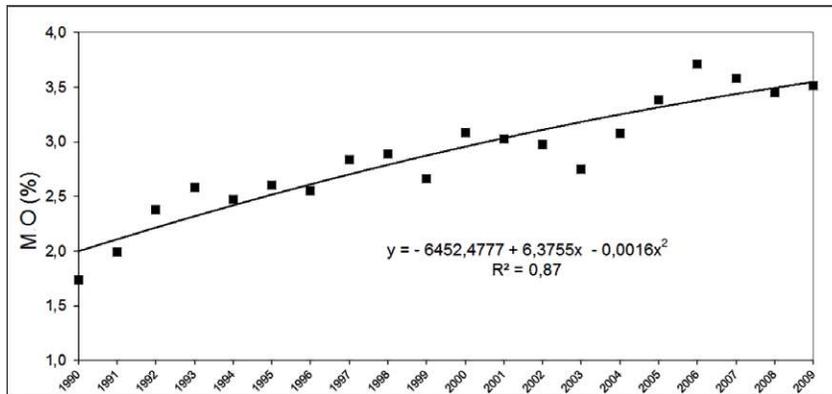
A variável analisada na camada de 0 a 20 cm de profundidade foi o teor de MO, sendo com ele estimado o C e o teor correspondente de CO<sub>2</sub>. As variáveis para a camada de 0 a 40 cm de profundidade foram: conteúdo de C (estoque), acúmulo de C, incrementos anuais de C, conteúdo correspondente de CO<sub>2</sub>, acúmulo correspondente de CO<sub>2</sub> e incrementos anuais de CO<sub>2</sub>. Os dados foram analisados por meio de estatística descritiva e análise de regressão utilizando-se o programa Excel.

### 3.4 EVOLUÇÃO DA MATÉRIA ORGÂNICA (MO) E ESTOQUE DE CARBONO (C) NO SISTEMA

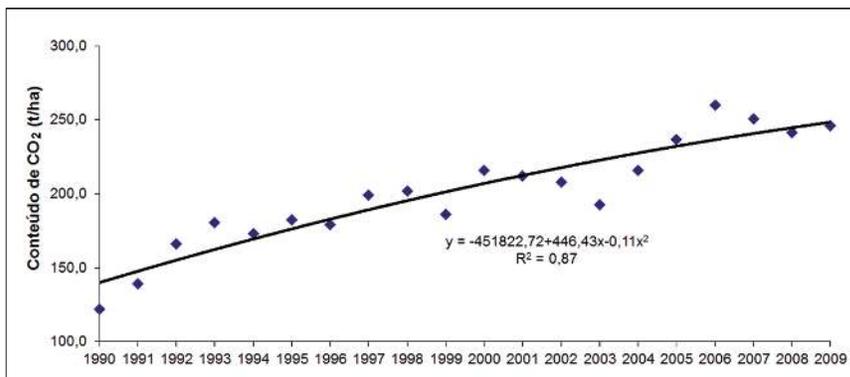
**Aumento de MO:** Os resultados revelaram um significativo aumento no teor de MO (e consequentemente de C) durante os últimos 20 anos de cultivo orgânico de hortaliças. Com base na Figura 13, a média dos teores de MO dos solos na camada de 0 a 20 cm mostrou elevações significativas. Os dados estimados pela curva de regressão apresentaram ajuste quadrático, com a MO elevando-se de 2,1% até 3,6% em 20 anos (elevação de 71%).

Na Tabela 9, estão os dados observados na camada de 0 a 20 cm e as estimativas para a camada de 0 a 40 cm de profundidade indicando que até essa profundidade o conteúdo de C elevou-se em 33,90 t (de 33,23 t em 1990, para 67,13 t em 2009). Por consequência, o estoque de CO<sub>2</sub> equivalente (CO<sub>2</sub>-e) elevou-se em 112,13 t, de 121,84 t para 246,13 t no mesmo período. Isso representa médias anuais de fixação de 1,69 t C e de 5,61 t CO<sub>2</sub>, comprovando a eficiência do manejo orgânico dos solos no sequestro e na fixação de C.

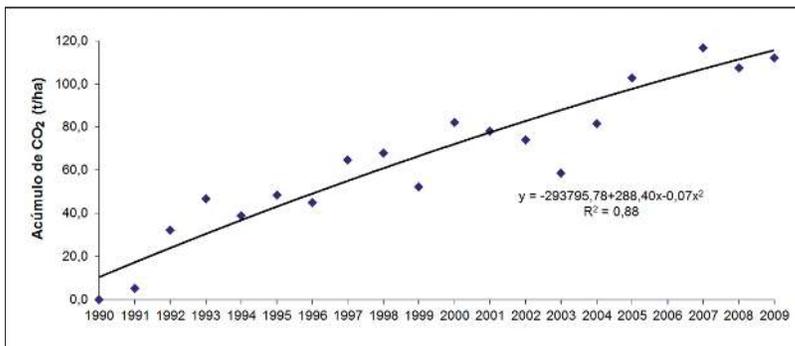
Verifica-se que o conteúdo (Figura 14) e o acúmulo (Figura 15) de CO<sub>2</sub> equivalente apresentaram elevações durante 20 anos. Devido aos aumentos tenderem ser menores com o passar dos anos, o modelo quadrático foi o que melhor se ajustou aos dados.



**Figura 13.** Evolução da matéria orgânica (MO) dos solos submetidos a manejo orgânico durante 20 anos. Incaper, Domingos Martins/ES, 2010.



**Figura 14.** Conteúdo de CO<sub>2</sub> equivalente na camada de 0 - 40 cm, em solos agrícolas sob manejo orgânico, no período de 1990 a 2009. Incaper, Domingos Martins/ES, 2010.



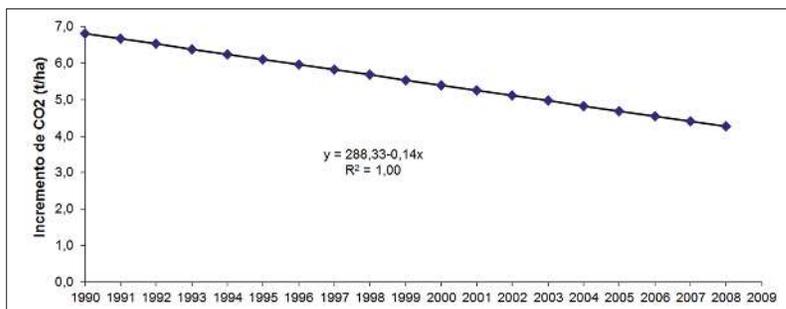
**Figura 15.** Acúmulo de CO<sub>2</sub> equivalente na camada de 0 - 40 cm, em solos agrícolas sob manejo orgânico, no período de 1990 a 2009. Incaper, Domingos Martins/ES, 2010.

**Tabela 9.** Valores de matéria orgânica (MO), carbono (C) e dióxido de carbono equivalente (CO<sub>2</sub>-e), em duas profundidades de solos sob manejo orgânico, no período de 1990 a 2009. Incaper, Domingos Martins/ES, 2010

Anos após início do manejo	0 a 20 cm				0 a 40 cm					
	Teor de MO observado	Teor de MO estimado <sup>1</sup>	Teor de C observado	Teor equivalente de CO <sub>2</sub>	Conteúdo de C	Acúmulo de C	Incremento estimado de C <sup>1</sup>	Conteúdo equivalente de CO <sub>2</sub>	Acúmulo equivalente de CO <sub>2</sub>	Incremento estimado de CO <sub>2</sub> <sup>1</sup>
	(dag kg <sup>-1</sup> )				(t ha <sup>-1</sup> )	(t)	(t)	(t ha <sup>-1</sup> )	(t)	(t)
Ano 1 (1990)	1,740	2,069	1,007	3,692	33,229	0,000	-	121,840	0,000	-
Ano 2 (1991)	1,990	2,146	1,152	4,223	38,003	4,774	2,098	139,346	5,348	6,809
Ano 3 (1992)	2,375	2,222	1,374	5,040	45,356	12,127	2,038	166,305	32,307	6,667
Ano 4 (1993)	2,580	2,299	1,493	5,475	49,271	16,042	1,978	180,660	46,662	6,526
Ano 5 (1994)	2,470	2,377	1,429	5,241	47,170	13,941	1,918	172,957	38,959	6,384
Ano 6 (1995)	2,605	2,454	1,508	5,528	49,748	16,519	1,858	182,410	48,412	6,243
Ano 7 (1996)	2,555	2,532	1,479	5,421	48,793	15,564	1,798	178,909	44,911	6,102
Ano 8 (1997)	2,840	2,611	1,644	6,026	54,236	21,007	1,737	198,866	64,868	5,960
Ano 9 (1998)	2,885	2,689	1,670	6,122	55,095	21,866	1,677	202,017	68,019	5,819
Ano 10 (1999)	2,660	2,768	1,539	5,644	50,799	17,569	1,617	186,262	52,264	5,677
Ano 11 (2000)	3,085	2,848	1,785	6,546	58,915	25,686	1,557	216,021	82,023	5,536
Ano 12 (2001)	3,030	2,927	1,753	6,429	57,865	24,635	1,497	212,170	78,172	5,394
Ano 13 (2002)	2,972	3,007	1,720	6,306	56,757	23,528	1,437	208,109	74,111	5,253
Ano 14 (2003)	2,753	3,088	1,593	5,842	52,575	19,345	1,377	192,774	58,776	5,111
Ano 15 (2004)	3,079	3,168	1,782	6,533	58,800	25,571	1,317	215,601	81,603	4,970
Ano 16 (2005)	3,380	3,249	1,956	7,172	64,549	31,319	1,257	236,678	102,680	4,828
Ano 17 (2006)	3,710	3,331	2,147	7,872	70,851	37,622	1,196	259,786	125,788	4,687
Ano 18 (2007)	3,580	3,412	2,072	7,596	68,368	35,139	1,136	250,683	116,685	4,545
Ano 19 (2008)	3,447	3,494	1,995	7,314	65,828	32,599	1,076	241,370	107,372	4,404
Ano 20 (2009)	3,515	3,576	2,034	7,459	67,127	33,898	1,016	246,131	112,133	4,262

<sup>1</sup> Valores estimados pela equação de regressão linear.

Os incrementos anuais de CO<sub>2</sub> (elevações de um ano para outro) no sistema foram decrescentes, iniciando em 6,81 t ha<sup>-1</sup> no 1º ano, chegando a 4,26 t ha<sup>-1</sup> no 20º ano (Figura 16). Isso indica que o potencial de sequestro de C tende a diminuir com o tempo, conferindo incrementos menores a cada ano.



**Figura 16.** Incrementos anuais estimados de CO<sub>2</sub> equivalente na camada de 0 – 40cm, em solos agrícolas sob manejo orgânico, no período de 1990 a 2009. Incaper, Domingos Martins/ES, 2010.

É importante destacar que práticas agrícolas sequestradoras de C devem ser contínuas para que o CO<sub>2</sub> fixado não seja perdido. Assim, por exemplo, o sistema plantio direto pode aumentar o C armazenado no solo se for realizado continuamente, porém se for interrompido por um ano, pelo preparo intensivo de solo, pode-se perder grande parte do C nele acumulado por vários anos (GRUPO..., 2000). Essa consideração também é válida para a agricultura orgânica, na qual as práticas conservacionistas devem ser permanentes, tanto para preservar quanto para compensar os ganhos e perdas desse elemento ao longo do tempo. Exemplo disso é a produção de biomassa em capineiras perenes para a compostagem, que são fontes de alta eficiência na captação de CO<sub>2</sub>. Esse volume é constantemente produzido e cortado para a confecção de composto e quando ele está sendo feito (e perdendo CO<sub>2</sub> pela decomposição em sistema aberto), a capineira retoma seu crescimento e captura mais C da atmosfera. Nesse caso, temos uma imobilização desse elemento pela constância do ciclo.

No sistema orgânico de produção de hortaliças do Incaper, são produzidas anualmente 360 m<sup>3</sup> de biomassa triturada (72 toneladas de resíduo úmido) em 3.000 m<sup>2</sup> de capineiras, que auxiliam na sustentação do sistema com 3 ha de área total. Portanto, o período de ganhos com sequestro e fixação de C em sistemas orgânicos dependerá fortemente de dois fatores: da intensidade de aplicação e da constância de uso das práticas sequestradoras.

Segundo Cerri, C. C. e Cerri, C. E. (2007), o padrão de emissão de gases pelas atividades humanas no Brasil é completamente diferente da situação global. Como salientado anteriormente, a mudança no uso da terra e florestas, envolvendo o desmatamento e as práticas agrícolas convencionais, são as principais fontes de emissão de GEE, representando 75% das emissões brasileiras. Apenas 25% são derivadas da queima de combustíveis fósseis. Por esse motivo, a contribuição relativa das práticas de agriculturas preservacionistas pode ser considerada expressiva para reduzir emissões no Brasil.

Indicadores apresentados por Cerri, C. C. e Cerri, C. E. (2007) revelam que as taxas anuais líquidas de emissão de CO<sub>2</sub> no Brasil, considerando-se apenas as atividades agrícolas, foram de 0,01265 Gt C (0,0464 Gt CO<sub>2</sub>) na média de 20 anos (1975-1995). Segundo os autores, a adoção de práticas de manejo menos agressivas, como a adoção do sistema plantio direto em substituição ao sistema convencional e da colheita mecanizada da cana-de-açúcar mecanicamente em substituição à colheita com queima da palha, poderiam evitar a emissão de 0,009 e 0,00155 Gt C ano<sup>-1</sup>, respectivamente. Ambas somariam 0,0106 Gt C ano<sup>-1</sup>, que seriam quase suficientes para compensar toda emissão líquida de 0,01265 Gt C ano<sup>-1</sup> da agricultura de todo o território brasileiro no período analisado.

Utilizando como referência a emissão anual de 0,0464 Gt CO<sub>2</sub>e pelas atividades agrícolas e fazendo-se uma análise dos dados obtidos no cultivo orgânico de hortaliças nesses últimos 20 anos relatados anteriormente, a fixação anual de 5,61 t CO<sub>2</sub>e, se projetada para a área ocupada com agricultura orgânica no Brasil em 2007 (IFOAM, 2009), somaria 0,0052 Gt CO<sub>2</sub>e, ou seja, representaria 11,20% de toda emissão do setor, mesmo representando apenas 1,33% da área (Tabela 10). Da mesma forma, a projeção de fixação de CO<sub>2</sub>e para toda a área agrícola brasileira (WWF-Brasil, 2009) baseada nos índices desse trabalho totalizaria 0,3927 Gt CO<sub>2</sub>e por ano, o que representaria 8,46 vezes mais toda a emissão anual do setor agrícola, relatada por Cerri, C. C. e Cerri, C. E. (2007).

A ratificação do Protocolo de Quioto, no qual os países desenvolvidos assumiram metas de redução das emissões de gases causadores do efeito estufa, cria a expectativa de que, em um futuro próximo, produtores rurais que adotem práticas agroecológicas na agricultura possam obter compensações pela prestação de serviços ambientais.

**Tabela 10.** Fixação e prospecções de C e CO<sub>2</sub> equivalente, em Giga Toneladas (Gt), na camada de 0 a 40 cm de profundidade, em solos agrícolas sob manejo orgânico e estimativas para a área em sistemas orgânicos e área total no Brasil. Incaper, Domingos Martins/ES, 2010

Indicador	Período	Fixação de C (CO <sub>2</sub> )		
		Horticultura 1 ha (t)	Orgânica <sup>1</sup> 932.120 ha (Gt = t 10 <sup>9</sup> )	Agrícola total <sup>2</sup> 70.000.000 ha (Gt = t 10 <sup>9</sup> )
C (CO <sub>2</sub> )	20 anos	30,58 (112,13)	0,2836 (0,1040)	2,1420 (7,8540)
	anual	1,53 (5,61)	0,0014 (0,0052)	0,1071 (0,3927)

<sup>1</sup>Área ocupada com agricultura orgânica certificada no Brasil (IFOAM, 2009).

<sup>2</sup>Soma das áreas da safra 2008/09, ocupadas com grãos, café, fruticultura, cacau, horticultura e cultivos florestais comerciais (WWF-Brasil, 2009).

Portanto, torna-se cada vez mais necessária a análise do potencial de sistemas de produção de hortaliças que sejam eficientes recicladores de C e CO<sub>2</sub>, para acessar o mercado internacional de crédito de carbono. No presente caso, a fixação anual de 5,61 t CO<sub>2</sub> ha<sup>-1</sup>, tomando por base o preço médio de seis euros

(aproximadamente R\$ 18,60 no mercado internacional) por tonelada de CO<sub>2</sub> equivalente (INSTITUTO..., 2014), corresponderia a R\$ 104,35. Propriedades rurais com áreas médias cultivadas em torno de 10 ha têm potencialmente a possibilidade de crédito de carbono na base R\$ 1.043,50 por ano, que em 20 anos somariam R\$ 20.870,00/ha pela fixação total acumulada de 112,13 t de CO<sub>2</sub>. Apesar dessa possibilidade, a realidade do acesso a esse mercado é insignificante, tanto nessa atividade como em áreas correlatas.

Esse trabalho confirmou que o manejo agroecológico em sistemas de produção de hortaliças permite elevar o teor de MO dos solos, pela reciclagem e sequestro de C atmosférico. É importante destacar que esses ganhos dependerão fortemente da intensidade de aplicação e da constância de uso das práticas sequestradoras.

Devido ao seu elevado potencial para reduzir as emissões de GEE, esse estudo indica o potencial dos sistemas orgânicos de produção de hortaliças contribuírem para a redução do aquecimento global.

#### 4 REFERÊNCIAS

- ASSAD, E. D.; PINTO, H. S.; ZULLO JÚNIOR, J.; ÁVILA, A. M. H. Impacto das mudanças climáticas no zoneamento agroclimático do café no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 11, p. 1057-1064, 2004.
- CARDOSO, I. M.; SOUZA, H. N.; MENDONÇA, E. S. Biodiversidade, recurso genético e cuidados fitossanitários. **Revista Ação Ambiental**, Viçosa, MG, v. 31, p. 18-20, 2005.
- CERRI, C. C.; CERRI, C. E. P. **Agricultura e Aquecimento Global**. 2007. Disponível em: <<http://www.arruda.rits.org.br/oeco/reading/pdf>>. Acesso em: 10 jun. 2013.
- DAVIS, J. G.; DANIEL, J.; GRANT, L. Long-term organic farming impacts on soil fertility. In: WORLD CONGRESS OF SOIL SCIENCE, 18, 2006, Philadelphia. **Anais...** Philadelphia: IUSS, 2006. CD ROM.
- DELLAMEA, R. B. C.; AMADO, T. J. C.; GRAPEGGIA JUNIOR, G.; PEDROSO, M. T.; LEMAINSKI, C. L.; VEZZANI, F.; DIDONÉ, A. J. Potencial de acúmulo de C e N de áreas agrícolas na microbacia Cândido Brum, Arvorezinha-RS. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 14, 2002, Cuiabá. **Anais...** Cuiabá: UFSM, 2002.
- DIACONO, M.; MONTEMURRO, F. Long-term effects of organic amendments on soil fertility - A review. **Agron. Sustain. Dev.**, v. 30, p. 401-422, 2010.
- DIXON, R. K. Sistemas agroflorestales y gases invernadero. **Agroforesteria en las Americas**, Turrialba, v. 2, n. 7, p. 22-26, 1995.
- EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. 2 ed. Brasília: EMBRAPA, 627p. il. 2009.

FÓRUM BRASILEIRO DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS. **Relatório de atividades 2005**. 2006, 98 p.

GRUPO INTERGUBERNAMENTAL DE EXPERTOS SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO. **Informe Especial del IPCC: Uso de la tierra, Cambio de uso de la tierra y Silvicultura**. OMM/PNUMA, 2000, 30 p.

HOPPE, M.; FAGGION, F.; FOGLIATTO, C. S.; ETGES, D. L. Avaliação da evolução da fertilidade do solo em pomares em transição para orgânicos. **Rev. Bras. Agroecologia**, Porto Alegre, v. 2, n. 1, p. 820-823, 2007.

IFOAM. **The world or organic agriculture: statistics & emerging trends 2009**. Bonn: IFOAM, 307 p. 2009.

INSTITUTO CARBONO BRASIL. **O mercado de carbono entre 08 e 15 de abril**. 2014. Disponível em: <[http://www.institutocarbonobrasil.org.br/mercado\\_de\\_carbono/analise\\_financeira](http://www.institutocarbonobrasil.org.br/mercado_de_carbono/analise_financeira)>. Acesso em: 23 abr. 2014.

IPCC. **Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories**, prepared by National Greenhouse Gas Inventories Programme, Eggleston, H. S., Buendia, L., Miwa, K., Ngara, T. and Tanabe, K. (Eds.). Japan: IGES, 2006.

JENKINSON, D. S.; RAYNER, J. H. The turnover of soil organic matter in some of the Rothamsted classical experiments. **Soil Science**, v. 123, n. 5, p. 298-305, 1977.

KLENK, L. A.; PINTO, L. V. Sistema orgânico e fertilidade do solo – um estudo de caso na região metropolitana de Curitiba-PR. **Rev. Bras. Agroecologia**, Porto Alegre, v. 4, n. 2, p. 3538-3541, 2009.

LEITE, L. F. C.; MENDONÇA, E. S.; NEVES, J. C. L.; MACHADO, P. L. O. A.; GALVÃO, J. C. C. 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.

MAIA, C. E.; CANTARUTTI, R. B. Acumulação de nitrogênio e carbono no solo pela adubação orgânica e mineral contínua, na cultura do milho. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB, v. 8, n. 1, p. 39-44, 2004.

MARCHI, E. C. S. **Influência da adubação orgânica e de doses de material húmico sobre a produção de alface americana e teores de carbono no solo**. 2006. 46 p. Tese (Doutorado em Agronomia - Fitotecnia) – UFLA, Lavras, MG.

MARENCO, J. A. **Mudanças climáticas globais e seus efeitos sobre a biodiversidade: caracterização do clima atual e definição das alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do século XXI**. Brasília: MMA, 212 p.: il. color; 21 cm. 2006. (Série Biodiversidade, v. 26).

MUGWE, J.; MUGENDI, D.; MUCHERU-MUNA, M.; ODEE, D.; MAIRURA, F. Effect of selected organic materials and inorganic fertilizer on the soil fertility of a Humic Nitisol in the central highlands of Kenya. **Soil Use and Management**, v. 25, n. 4, p. 434-440, dez. 2009.

MULLER-LINDENLAUF, M. **Organic agriculture and carbon sequestration:**

Possibilities and constrains for the consideration of organic agriculture with carbon accounting systems. Rome: FAO. 2009, 29 p.

PREZOTTI, L. C.; GOMES, J. A.; DADALTO, G. G.; OLIVEIRA, J. A. **Manual de recomendação de calagem e adubação para o Estado do Espírito Santo – 5º aproximação.** Vitória: SEEA/INCAPER/CEDAGRO, 305 p. 2007.

RANGEL, O. J. P.; SILVA, C. A.; GUIMARÃES, P. T. G. Estoque e frações da matéria orgânica de Latossolo cultivado com cafeeiro em diferentes espaçamentos de plantio. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 31, n. 6, p. 1341-1353, 2007.

SCARPELLINI J. R.; BOLONHEZI, D. **O aquecimento global e a agricultura em São Paulo.** 2007. Artigo em Hypertexto, 5 p. Disponível em <[http://www.infobibos.com/Artigos/2007\\_2/Aquecimentoglobal/Index.htm](http://www.infobibos.com/Artigos/2007_2/Aquecimentoglobal/Index.htm)>. Acesso em: 29 maio 2007.

SILVA, I. R.; MENDONÇA, E. S. VI - Matéria Orgânica do Solo. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V. H. A. V.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (Ed.). **Fertilidade do Solo.** 1.ed. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p. 275-374.

SILVA, T. O da; MENEZES, R. S. C. Adubação orgânica da batata com esterco e/ou, *Crotalaria juncea*. II - disponibilidade de N, P e K no solo ao longo do ciclo de cultivo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v.31, n. 1, p. 51-61, jan./fev. 2007.

SOUSA, D. M. G.; MIRANDA, L. M. de; OLIVEIRA, S. A. de. Acidez do solo e sua correlação. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V. H. A. V.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (Ed.). **Fertilidade do Solo.** 1.ed. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p. 205-274.

SOUZA, J. L. de; RESENDE, P. **Manual de Horticultura Orgânica.** 3. ed. Viçosa, MG: Aprenda Fácil. 2014. 841 p.

SOUZA, J. L. de; PREZOTTI, L. C.; GUARÇONI, M. A. Potencial de sequestro de carbono em solos agrícolas sob manejo orgânico para redução da emissão de gases de efeito estufa. **Revista Idesia**, v. 30, n. 1, p. 7-15, abr. 2012.

SOUZA, J. L. de. **Balanco energético em cultivos orgânicos de hortaliças.** 2006. 207 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2006.

SOUZA, J. L. de. **Agricultura orgânica:** tecnologias para a produção de alimentos saudáveis. Vitória: Emcapa, 1998. 189 p.

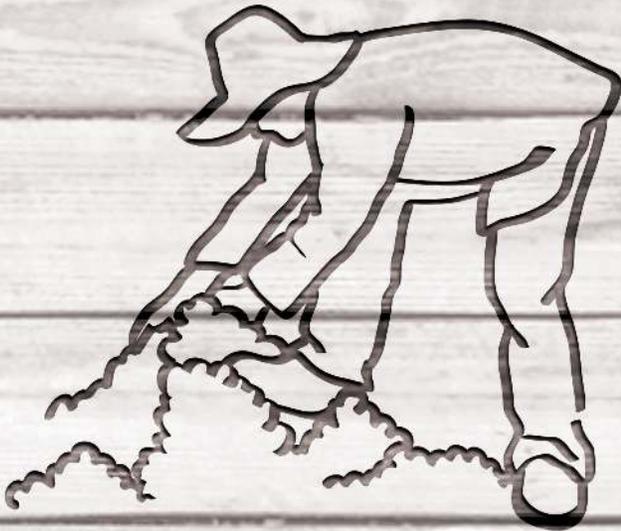
SOUZA, J. L. de; PEREIRA, V. A.; PREZOTTI, L. C. Monitoramento da fertilidade de solos no cultivo orgânico de hortaliças durante 20 anos. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 28, n. 2, p. S2803-S2810, 2010.

SUBAK, S. Agricultural soil carbon accumulation in North America: considerations for climate policy. **Global Environmental Change**, Guildford, v. 10, p. 185-195, 2000.

SWIFT, R. S. Sequestration of carbon by soil. **Soil Science**, v. 166, p. 858-871, 2001.  
TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C. A.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S. J.  
**Análise de solo, plantas e outros materiais**. 2.ed. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995. 174p.

WWF-Brasil. **O impacto do mercado mundial de biocombustíveis na expansão da agricultura brasileira e suas consequências para as mudanças climáticas**. Brasília: WWF-Brasil, 2009, 72 p.

YEOMANS, J. C.; BREMNER, J. M. A rapid and precise method for routine determination of organic carbon in soil. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v. 19, p. 1467-1476, 1988.



# SISTEMAS DE ADUBAÇÃO VERDE E PLANTIO DIRETO EM CULTIVOS ORGÂNICOS

Jacimar Luis de Souza  
João Batista Silva Araújo  
Gabriel Pinto Guimarães  
Victor Almeida Pereira  
José Mauro de Sousa Balbino  
Iris Maria Ribeiro  
Alessandro Gois Orrutea  
Jeane Augusto Nicodemos

Este capítulo aborda cinco trabalhos sobre adubação verde e plantio direto com espécies anuais e perenes, em distintos arranjos de sistemas produtivos. O primeiro deles enfoca um estudo sobre a adaptabilidade de espécies de adubos verdes de verão e de inverno, que apresentam potencial de cobertura de solo para viabilizar a prática de plantio direto. O segundo detalha o manejo mais adequado do feijão-guandu como adubo verde para a cultura do cafeeiro, contribuindo com informações fundamentais para a melhoria do rendimento dessa cultura em sistema orgânico de produção. O terceiro destaca a importância da fixação biológica de nitrogênio para a produção de hortaliças no sistema Pais – Produção Agroecológica Integrada e Sustentável, pois comprova a melhoria significativa do rendimento comercial de alface cultivada sobre palhada de crotalária-junceia em pré-cultivo, no canteiro. O quarto aborda um tema de grande demanda tecnológica para sistemas orgânicos, referente ao uso de máquinas e implementos para auxiliar na redução de mão de obra na atividade. Ele relata a eficiência de alguns implementos e de plantadeiras para plantio direto na palha contribuindo com novos conhecimentos que podem auxiliar na redução da demanda de serviços manuais nesses sistemas produtivos. No último trabalho deste capítulo, está relatada a tecnologia de cultivo em alamedas, que se constitui no emprego de árvores leguminosas plantadas em linhas equidistantes formando alamedas de cinco a sete metros de largura, onde cultivam-se as hortaliças. Essas plantas perenes são podadas periodicamente e sua biomassa disposta na superfície do solo, fornecendo nitrogênio e mobilizando outros nutrientes para aproveitamento pelas hortaliças na camada superficial. Esse procedimento pode, inclusive, diminuir os gastos com adubos orgânicos no plantio. Estão relatados os efeitos dessa forma de manejo, associada a doses de composto, sobre as características do solo sob manejo orgânico, comprovando benefícios consideráveis à fertilidade.

## 1 RENDIMENTO DE MASSA DE ADUBOS VERDES E O IMPACTO NA FERTILIDADE DO SOLO EM SUCESSÃO DE CULTIVOS ORGÂNICOS

Em sistemas de plantio direto, a escolha adequada de espécies de adubos verdes é de fundamental importância, principalmente em sistemas orgânicos de produção que se utilizam de espécies de rápido crescimento vegetativo e de alta produção de massa. Nessas condições, promovem-se melhorias expressivas na fertilidade do solo, além do benefício adicional de sua cobertura, que auxilia no controle de plantas espontâneas por abafamento (SILVA et al., 2010; SOLINO et al., 2010; ANDRADE et al., 2012).

Especialmente quando se utiliza adubos verdes em sistemas de cultivo a longo prazo, os benefícios para o solo são mais expressivos. Aumentos nos teores de carbono orgânico total (COT) e nutrientes são observados em sistemas que utilizam plantas de cobertura quando comparado ao convencional (ANDRADE et al., 2012). Os autores verificaram ainda que o cultivo de milho e ervilhaca em sucessão aumentou os teores de COT e o nitrogênio (N) total na camada superficial do solo, devido à inserção dessa leguminosa no processo, em comparação com a rotação sem sucessão com plantas de cobertura.

Entre as escolhas dos adubos verdes, a família das leguminosas se destaca por formar associações simbióticas com bactérias fixadoras de  $N_2$ , contribuindo com a nutrição do N das culturas subsequentes e, por possuir menor relação carbono/nitrogênio (C/N), favorece sua decomposição e mineralização por microrganismos do solo (PERIN et al., 2004). Por outro lado, as gramíneas podem reduzir as perdas de N devido a imobilização deste em sua massa e, devido a sua baixa decomposição, determinam maior proteção do solo (BORTOLINI; SILVA; ARGENTA, 2000). Por isso, é recomendável que se utilizem espécies de decomposição rápida de resíduos em associação com as de decomposição mais lenta (AITA; FRIES; GIACOMINI, 2000).

A quantidade de massa e de nutrientes aportados pelo adubo verde depende, além da escolha da espécie, de outros aspectos como o manejo dado à massa, da época de plantio e corte do adubo verde, do tempo de permanência dos resíduos no solo, das condições locais e das interações entre esses fatores (ALCÂNTARA et al., 2000).

Na produção de hortaliças orgânicas, a utilização de plantas de cobertura pode auxiliar na redução de custos, uma vez que, segundo Fontanetti et al. (2006), a adubação exclusiva com composto orgânico tem se mostrado uma prática onerosa em função do grande volume exigido para se obter produções comerciais. Além disso, a utilização da adubação verde pode elevar a produtividade comercial devido ao aporte de N pela fixação biológica pelas leguminosas.

Porém, conhecer a combinação de adubos verdes com adubos orgânicos é fundamental visando a adotar o manejo conjunto mais apropriado. Menezes e Silva (2008), avaliando os efeitos de seis anos de adubação orgânica isolada e associada à adubação verde com *Crotalaria juncea*, sobre as características químicas do solo cultivado com batata, verificaram que a aplicação anual de esterco, combinado ou não com a crotalária, elevou os teores de carbono orgânico, N e P totais na camada

de 0-20 cm de profundidade. Concluíram que o cultivo e a incorporação anual da crotalária não exerceram efeito significativo nos teores de nutrientes do solo.

Ao comparar sistema de plantio direto com o convencional, em dois manejos de adubação (mineral e orgânica), com as culturas de soja e milho ao longo de dez anos, Dorneles (2011) concluiu que a adubação orgânica aumenta os teores de matéria orgânica em relação ao tratamento mineral, independentemente do método de plantio adotado.

O objetivo desse trabalho foi avaliar a produção de massa, teores e aporte de nutrientes por espécies de adubos verdes solteiros e consorciados em região de altitude, para a implantação do plantio direto de hortaliças em sistema orgânico de produção.

A respectiva pesquisa foi desenvolvida em um Latossolo Vermelho Amarelo distrófico argiloso da Unidade de Referência em Agroecologia (URA) do Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper), numa altitude de 950 m, durante o período de fevereiro de 2009 a setembro de 2011, num solo submetido a manejo orgânico há 19 anos.

O solo foi caracterizado na profundidade 0-20 cm, obtida antes da implantação do primeiro pré-cultivo de adubos verdes, onde foram encontrados: pH em água (6,46); matéria orgânica -MO (4,19 dag kg<sup>-1</sup>), fósforo - P (292,2 mg dm<sup>-3</sup>), potássio - K(254,8 mg dm<sup>-3</sup>), cálcio - Ca (7,1 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>), magnésio -Mg (1,1 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>), soma de bases - S (9 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>) e CTC total (11,6 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>).

O acompanhamento posterior dos atributos do solo no tempo foi feito por meio de coletas de amostras antes do plantio de cada cultura comercial de repolho e berinjela, no período, as quais foram escolhidas para testarem os efeitos dos tratamentos.

Os tratamentos foram constituídos de uma testemunha (sem plantas de cobertura) e três sistemas de produção de palhadas: pré-cultivo solteiro das gramíneas milho (*Zeamays*) no verão e aveia-preta (*Avena strigosa*) no inverno; pré-cultivo solteiro das leguminosas crotalária (*Crotalaria juncea*) no verão e tremoço-branco (*Lupinus albus*) no inverno; e pré-cultivo consorciado gramínea/leguminosa (milho/crotalária ou aveia/tremoço). Todos os tratamentos receberam adubação de plantio com composto orgânico, por ocasião da implantação das culturas comerciais de repolho e berinjela. A aplicação do adubo orgânico foi realizada no sulco de plantio, na dose equivalente a 15 t ha<sup>-1</sup> (peso seco), que apresentaram a composição média, contida na Tabela 1.

**Tabela 1.** Composição média dos compostos orgânicos usados nas adubações, no período de 2009 a 2011. Incaper, Domingos Martins/ES, 2011

Adubo orgânico	MO (dag kg <sup>-1</sup> )	C/N	pH	Macronutrientes (dag kg <sup>-1</sup> )					Micronutrientes (mg kg <sup>-1</sup> )				
				N	P	K	Ca	Mg	Cu	Zn	Fe	Mn	B
Composto	48	13/1	7,4	2,00	1,20	1,50	6,0	0,6	50	223	16.064	804	36

As culturas de repolho e berinjela foram implantadas após cada pré-cultivo dos adubos verdes, compondo a sucessão cultural apresentada na Tabela 2. Os plantios dos quatro campos experimentais dos adubos verdes foram realizados em 17/02/09, 26/10/09, 27/07/10 e 03/05/11, sucessivamente.

**Tabela 2.** Sucessão de cultivos experimentais realizados no período de 2009 a 2011. Incaper, Domingos Martins/ES, 2011

<b>ANO 1</b> <b>2009</b>	- Fevereiro: Milho X Crotalária 1 - Junho: Repolho 1 - Outubro: Milho X Crotalária 2
<b>ANO 2</b> <b>2010</b>	- Fevereiro: Berinjela 1 - Julho: Aveia X Tremoço 1 - Novembro: Repolho 2
<b>ANO 3</b> <b>2011</b>	- Maio: Aveia X Tremoço 2 - Setembro: Berinjela 2

Os plantios de todas as espécies solteiras e consorciadas dos adubos verdes foram realizados no espaçamento de 33 cm, nas entrelinhas, semeando-se em filetes contínuos nos sulcos, nas seguintes densidades e gasto de sementes nos cultivos solteiros: milho ( $2,5 \text{ g mL}^{-1} = 75 \text{ kg ha}^{-1}$ ), crotalária ( $1,25 \text{ g mL}^{-1} = 38 \text{ kg ha}^{-1}$ ), aveia-preta ( $2,0 \text{ g mL}^{-1} = 60 \text{ kg ha}^{-1}$ ) e tremoço-branco ( $2,75 \text{ g mL}^{-1} = 83 \text{ kg ha}^{-1}$ ). As densidades de semeio por metro linear nos consórcios foram as mesmas dos cultivos solteiros, mas por consequência de o plantio ser feito em linhas alternadas, o gasto de sementes de cada espécie no consórcio foi reduzido pela metade.

Aos 70 dias após a semeadura, a aplicação de adubos verdes foi suspensa no mesmo dia para todos os sistemas, baseada no estágio intermediário médio de florescimento das leguminosas. O corte e acamamento da palhada foram realizados com roçadeira lateral motorizada, utilizando-se a ponteira com três lâminas para milho e crotalária e a ponteira com disco dentado para a aveia e tremoço.

As ilustrações dos desenvolvimentos vegetativos e das biomassas verdes roçadas nos três sistemas, com as espécies de verão, estão apresentadas na Figura 1; e com as espécies de inverno, na Figura 2.

Os dados referentes à quantidade de massa verde e seca e teores foliares estão presentes na Tabela 3. Verifica-se que a produção de massa verde e seca, em fevereiro de 2009, do sistema milho e milho/crotalária foi elevada, o que permitiu, por consequência, uma alta taxa de cobertura do solo. Já a produção de massa seca pelo sistema crotalária solteira ( $4,4 \text{ t ha}^{-1}$ ) foi inferior ao milho e ao consórcio, ficando abaixo do desejável para cobertura de solo, que é de  $6 \text{ t ha}^{-1}$  (ALCÂNTARA et al., 2000).

O desempenho da gramínea no pré-plantio de fevereiro de 2009 ( $19,1 \text{ t ha}^{-1}$  massa seca) está relacionado, entre outros aspectos, ao desenvolvimento inicial mais rápido que a leguminosa, que é uma espécie sensível ao fotoperíodo e reduz seu desenvolvimento vegetativo a partir do outono, devido ao florescimento precoce, conforme atestado por Amabile, Fancelli e Carvalho (2000), que verificaram produções decrescentes de massa seca em plantios de crotalária, nos meses de novembro, janeiro e março, com  $17.266$ ,  $7.985$  e  $5.993 \text{ kg ha}^{-1}$ , respectivamente.



**Figura 1.** Sistemas de plantio de adubos verdes de verão: (A) - Milho solteiro, antes (acima) e depois da roçada (abaixo); (B) - Crotalária solteira, antes (acima) e depois da roçada (abaixo); (C) - Consórcio Milho x Crotalária, antes (acima) e depois da roçada (abaixo). Incaper, Domingos Martins/ES, 2011.



**Figura 2.** Sistemas de plantio de adubos verdes de inverno: (A) - Aveia solteira, antes (acima) e depois da roçada (abaixo); (B) - Tremoço solteiro, antes (acima) e depois da roçada (abaixo); (C) - Consórcio Aveia x Tremoço, antes (acima) e depois da roçada (abaixo). Incaper, Domingos Martins/ES, 2011.

No consórcio, observou-se que o milho provocou abafamento da crotalária, de forma que a massa seca de  $18,6 \text{ t ha}^{-1}$  nessas condições fosse predominantemente dessa gramínea. Corroborando estes dados, Cazetta, Fornasieri Filho e Giroto (2005), verificaram que a massa seca da crotalária, 60 dias após a emergência, foi de  $5,3 \text{ t ha}^{-1}$ , inferior ao consórcio milheto x crotalária ( $8,4 \text{ t ha}^{-1}$ ) e ao milheto solteiro ( $10,7 \text{ t ha}^{-1}$ ). Fontanétti et al. (2006) avaliaram três espécies de adubos verdes quanto ao aporte de nutrientes ao solo, relatando a quantidade de  $12,75 \text{ t ha}^{-1}$  de massa seca de crotalária, dados superiores aos obtidos no estudo aqui analisado, justificado pela concorrência relatada anteriormente. Dessa forma,

no consórcio, é recomendado antecipar a semeadura da crotalária de modo a sincronizar o crescimento das duas espécies. Outra questão está relacionada à época de semeadura da *Crotalária-juncaea* (fevereiro de 2009), a qual durante seu crescimento, provavelmente recebeu menos luz e mais frio, o que contribuiu para a menor produção de massa.

**Tabela 3.** Produção de biomassa e teores nutricionais de adubos verdes de quatro pré-cultivos em região de altitude. Incaper, Domingos Martins/ES, 2012<sup>1</sup>

Época	Adubos Verdes	Biomassa		Teores de macronutrientes					
		Verde	Seca	N	P	K	Ca	Mg	S
		t ha <sup>-1</sup>		dag kg <sup>-1</sup>					
Fevereiro (2009)	Milho	73,7 a	19,1 a	1,37 b	0,29 a	1,74 a	0,30 a	0,14 c	0,06 b
	Crotalária	13,6 b	4,4 b	2,86 a	0,41 a	1,96 a	1,49 a	0,22 a	0,10 a
	Milho/ Crotalária	64,6 a	18,6 a	1,55 b	0,28 a	1,72 a	0,45 b	0,17 b	0,07 b
Outubro (2009)	Milho	35,8 a	10,3 a	1,31 a	0,29 a	2,09 a	0,37 b	0,15 b	0,10 a
	Crotalária	12,9 b	4,8 b	1,51 a	0,32 a	2,80 a	0,76 a	0,22 a	0,11 a
	Milho/ Crotalária	15,7 b	5,6 b	1,48 a	0,30 a	2,63 a	0,77 a	0,22 a	0,13 a
Julho (2010)	Aveia	40,8 b	9,1 b	1,16 b	0,34 a	2,31 a	0,56 b	0,15 a	0,15 a
	Tremoço	76,3 a	11,1 a	1,97 a	0,34 a	2,62 a	0,83 a	0,16 a	0,12 a
	Aveia/ Tremoço	88,3 a	13,3 a	2,06 a	0,34 a	2,55 a	0,69 a	0,18 a	0,17 a
Maio (2011)	Aveia	36,0 a	8,70 a	2,15 a	0,29 a	2,70 a	0,53 a	0,13 a	0,16 a
	Tremoço	33,0 a	7,60 a	2,55 a	0,24 a	1,20 b	0,63 a	0,15 a	0,13 a
	Aveia/ Tremoço	34,0 a	7,60 a	2,20 a	0,26 a	1,80 a	0,63 a	0,15 a	0,14 a

<sup>1</sup>Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, em cada época, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade.

Quando o plantio desses adubos verdes foi realizado em outubro de 2009, ocorreram diferenças estatísticas, com maiores produções para o milho. Nessa época, houve limitações de desenvolvimento das plantas de milho e crotalária devido à diminuição de estande de plantas e possível estresse provocado pelas altas precipitações durante o período de cultivo dos adubos verdes (204 mm em outubro, 134 mm em novembro e 436 mm em dezembro). Em relação ao plantio de fevereiro de 2009, a massa verde de milho foi reduzida em 51%, muito provavelmente

por ser uma planta mais sensível à umidade do solo. A massa da crotalária manteve-se semelhante, pois foi compensada pelo melhor desenvolvimento dessa espécie nesse período de plantio. Observou-se inclusive que o milho sofreu maior concorrência na época mencionada, limitando também a produção de biomassa no sistema consorciado.

Na avaliação dos adubos verdes de inverno, em julho de 2010, o tremoço e o consórcio aveia x tremoço atingiram, respectivamente, 11,1 e 13,3 t ha<sup>-1</sup> de massa seca, valores estes significativamente superiores aos obtidos com a aveia-preta (9,1 t ha<sup>-1</sup>). Apesar da diferença estatística, ressalta-se que a alta concentração de massa seca na palhada da aveia (22,3%), em relação à apresentada pelo tremoço-branco (14,5%), compensou parcialmente sua menor produção de massa verde.

No segundo pré-cultivo dos adubos verdes de inverno, realizado em maio de 2011, não ocorreram diferenças significativas na produção de massa verde e seca entre os sistemas, com todos apresentando rendimentos de massa seca acima de 7 t ha<sup>-1</sup>, suficientes para proporcionar boa taxa de cobertura de solo. Barradas et al. (2001), em estudo com 12 adubos verdes de inverno, no Estado do Rio de Janeiro, relataram 5,31 t ha<sup>-1</sup> de massa seca de aveia-preta, valor este inferior ao obtido no estudo ora analisado. Já o rendimento de 7,73 t ha<sup>-1</sup> de massa seca do tremoço-branco, após 119 dias de cultivo, foi semelhante ao obtido no trabalho aqui em questão.

Para os teores de macronutrientes das plantas de cobertura de verão, observou-se que, em fevereiro de 2009, a maior concentração de N foi verificada na massa da crotalária. Já em outubro de 2009, não foram observadas diferenças no teor de N entre os sistemas. Para cada época, não foram verificadas distinções entre P e K na massa seca de todos os sistemas, mas para Mg e S, tanto em fevereiro como em outubro de 2009, a presença da crotalária solteira proporcionou maiores teores desses nutrientes.

Para as plantas de cobertura de inverno, em julho de 2010, observou-se maiores concentrações de N no tremoço e no consórcio, quando comparados à aveia, havendo pouca alteração nos teores dos demais elementos. Em maio de 2011, observou-se maiores concentrações de K na aveia e no consórcio. Para os demais elementos, não foram observadas diferenças entre os sistemas.

Ressalta-se que os teores foliares das plantas fornecem informações insuficientes, necessitando da quantidade de massa produzida para se obter o acúmulo, que é um indicador preciso para determinar quanto de cada nutriente do adubo verde foi aportado ao sistema solo. Os dados referentes ao acúmulo estão presentes na Tabela 4. Em fevereiro de 2009, foi observado menor aporte de N pela crotalária (126,8 kg ha<sup>-1</sup>). Já o consórcio crotalária x milho e milho solteiro contribuíram respectivamente com 287,4 e 261,9 kg ha<sup>-1</sup>. De forma semelhante, nos sistemas avaliados por Cazetta, Fornasieri Filho e Giroto (2005), os autores também relataram menores acúmulos pela crotalária (137 kg ha<sup>-1</sup> de N), em relação ao consórcio milho x crotalária e milho solteiro, que aportaram 204 e 265 kg ha<sup>-1</sup> de N, respectivamente.

Fontanétti et al. (2006) relataram aporte de 374,85 kg ha<sup>-1</sup> de N pela crotalária, valor este superior quando comparado à mucuna-preta, feijão-de-porco e vegetação

espontânea, confirmando a constatação de que essa leguminosa é uma espécie de bom potencial para fornecimento de N. Alvarenga et al. (1995) também verificaram os maiores aportes de N ao solo pela crotalária ( $252,9 \text{ kg ha}^{-1}$ ), em relação à mucuna-preta ( $191,5 \text{ kg ha}^{-1}$ ) e ao feijão-de-porco ( $146,2 \text{ kg ha}^{-1}$ ). Esses dados demonstram que, no referido estudo, a baixa produção de massa da crotalária comprometeu o aporte de N, havendo, portanto, um potencial de ganho desse nutriente a ser explorado. Para tanto, será necessário definir o melhor arranjo de espaçamento e época de semeadura visando a aumentar a produção de massa dessa leguminosa. Tal fato foi verificado por Amabile, Fancelli e Carvalho (1999), que relataram que os teores e acúmulos de N, P e K em leguminosas são influenciados tanto pela espécie de adubo verde quanto pela época de semeadura.

A menor produção de massa seca na crotalária resultou em menores aportes de P, K, Mg e S em relação ao milho. Tal fato foi verificado por Cazetta, Fornasieri Filho e Giroto (2005), em que somente o aporte de Ca foi semelhante entre crotalária e milheto. No entanto, a quantidade dos demais macronutrientes aportados ao solo foram superiores no sistema com milheto. Em outubro de 2009, a baixa e semelhante produção de massa seca da planta, aliada com a similaridade nos teores dos nutrientes N, P e K em todos os sistemas, resultou em menores aportes.

Quando se alterou os adubos verdes em julho de 2010, o consórcio aveia-preta x tremoço-branco apresentou, em relação à aveia-preta solteira, maiores aportes de macronutrientes. Diferentemente, em maio de 2011, foram observados maiores aportes de P e K na aveia-preta em relação aos outros dois sistemas.

Essas diferenças do acúmulo de nutrientes de cada pré-cultivo do adubo verde podem estar relacionadas à produção de massa. Entretanto, é de grande importância observar que, na maioria dos quatro pré-cultivos, os acúmulos de N, K, Ca, Mg e S dos consórcios foram semelhantes ou superiores ao aporte dos sistemas solteiros.

Na Tabela 4, é verificado que, ao final dos quatro pré-cultivos dos adubos verdes, o total de N, K, Ca, Mg e S aportado ao solo, nos consórcios, foi igual ou superior em relação às gramíneas e leguminosas, indicando que o pré-cultivo do consórcio gramínea x leguminosa é a melhor alternativa para produção de grande quantidade de massa com elevado aporte de macronutrientes.

O impacto na fertilidade do solo, nos seus diversos atributos, se encontra nos gráficos, na Figura 3. Observa-se que o pH do solo foi semelhante entre os tratamentos em cada época avaliada e apresentou valores muito próximos ao longo dos anos, concordando com os resultados relatados por Neves et al. (2007), uma vez que nos sistemas de cultivo de café com leguminosas arbóreas, não ocorreu efeito dos tratamentos sobre o pH do solo ao longo do tempo.

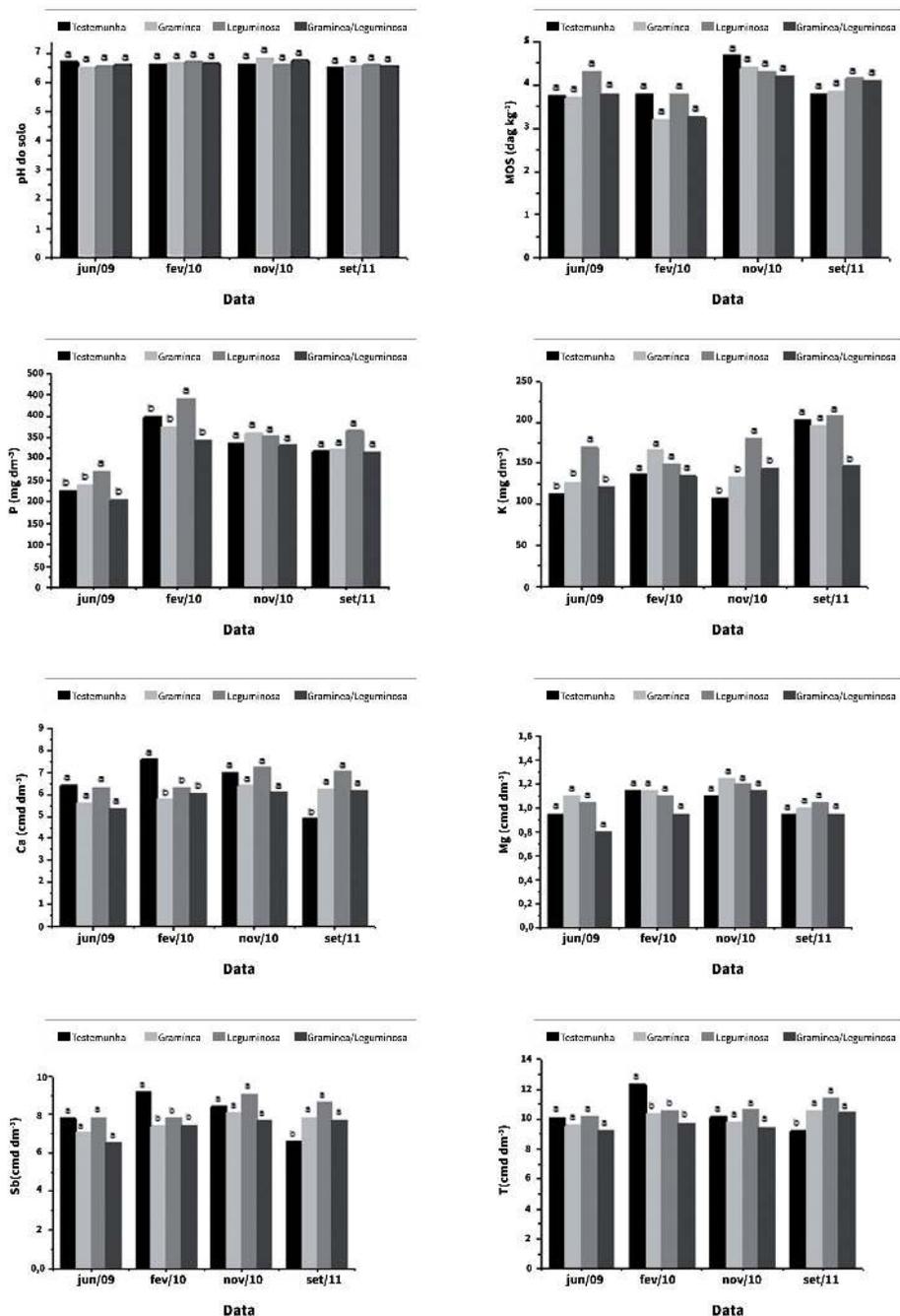
Os valores de pH próximos à neutralidade eram esperados por se tratar de um sistema orgânico de produção que contemplou o uso de adubações orgânicas com composto durante anos anteriores, além da adubação de base durante os experimentos do trabalho em questão. Esse adubo orgânico possui grande capacidade corretiva por fornecer cátions e reduzir a atividade do  $\text{H}^+$  na solução do solo, provocando consequente aumento do pH (SOUSA; MIRANDA; OLIVEIRA, 2007).

**Tabela 4.** Acúmulo de macronutrientes em palhadas para uso em plantio direto de quatro pré-cultivos de adubos verdes em região de altitude. Incaper, Domingos Martins/ES, 2012<sup>1</sup>

Época	Adubos Verdes	N	P	K	Ca	Mg	S
Fevereiro (2009)	Milho	261,9 a	55,1 a	333,1 a	58,5 a	27,2 b	11,4 a
	Crotalária	126,8 b	18,6 b	86,8 b	65,8 a	9,8 c	4,0 b
	Milho x Crotalária	287,4 a	26,7 b	319,3 a	83,4 a	30,8 a	12,0 a
Outubro (2009)	Milho	135,3 a	29,5 a	215,9 a	37,2 a	15,8 a	9,5 a
	Crotalária	71,9 b	15,4 b	133,3 b	35,9 a	10,8 a	5,2 a
	Milho/ Crotalária	83,4 b	16,2 b	148,3 b	42,9 a	12,7 a	7,0 a
Julho (2010)	Aveia-preta	105,8 c	30,6 b	210,9 b	50,8 b	13,7 c	13,4 b
	Tremoço-branco	218,9 b	38,3 a	291,2 a	93,3 a	17,2 b	13,4 b
	Aveia/ Tremoço	274,8 a	45,7 a	339,1 a	91,2 a	24,0 a	22,8 a
Maio (2011)	Aveia-preta	188,6 a	25,5 a	230,6 a	45,4 a	10,8 a	11,3 a
	Tremoço-branco	189,3 a	18,6 b	85,6 b	47,1 a	11,4 a	10,0 a
	Aveia/ Tremoço	165,8 a	19,2 b	134,5 b	46,0 a	11,1 a	10,1 a
Entrada total de nutrientes	Gramíneas	691,6 b	140,7 a	990,5 a	191,9 b	67,5 a	45,6 a
	Leguminosas	606,9 b	90,9 b	596,9 b	242,1 a	49,2 b	32,6 b
	Gram/ Legum	811,4 a	107,8 b	941,2 a	263,5 a	78,6 a	51,9 a

<sup>1</sup>Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, em cada época, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade.

A MO do solo não diferiu entre os tratamentos nas quatro épocas avaliadas. Esses efeitos equilibrados se devem ao fato de o sistema testemunha se tratar de cultivo orgânico adubado com composto, que proporciona um equilíbrio com os sistemas de plantio direto sobre palhadas de adubos verdes, nivelando os teores em valores na faixa de 3,5 a 4,5 dag kg<sup>-1</sup>. Esses dados diferem de Andrade et al. (2012), que relataram aumento de COT em semeadura direta sobre palhas, avaliado num período de 12 anos, em comparação ao plantio convencional apenas com adubação mineral. Essa diferença é compreensível pelo fato desses sistemas utilizarem apenas adubos minerais para a nutrição das plantas, enquanto no trabalho aqui descrito se empregou composto orgânico como adubo de base em todos os tratamentos. Os resultados obtidos por Dorneles (2011) reforçam esse argumento, pois ao comparar sistema de plantio direto com plantio convencional, em que se associava dois sistemas de adubação (mineral e orgânica), indicaram que a adubação orgânica no sistema aumenta os teores de MO em relação ao tratamento mineral.



**Figura 3.** Valores médios dos atributos químicos da fertilidade do solo. Médias seguidas por mesma letra em cada época não diferem entre si, a 5% de significância, pelo teste de Skott-Knott. Incaper, Domingos Martins/ES, 2012.

Os teores de P mostraram uma tendência de elevação da primeira para a segunda época, mas se mantiveram no mesmo patamar nos anos seguintes, com alterações inconsistentes para todos os tratamentos. Esses dados são similares aos observados por Neves et al. (2007), que também observaram que não houve efeitos para os tratamentos de manejo de solo com leguminosas associadas ao cafeeiro,

comparado ao cultivo em pleno sol, sobre os teores de P no solo, durante cinco anos. Também observaram que, no geral, ocorreu aumento de P até o segundo ano, com pequenas alterações nos teores nos anos seguintes, semelhante aos resultados do trabalho ora analisado. A comparação entre os tratamentos revelou que nas duas primeiras épocas (jun./09 e fev./10) verificaram-se maiores teores de P no sistema com leguminosa solteira, e que nas duas últimas épocas os teores foram similares em todos os tratamentos.

O K foi um dos nutrientes mais aportados via adubação verde, entretanto, sua composição no solo não apresentou um comportamento regular de aumento nos tratamentos que utilizaram gramíneas e leguminosas. Ademais, na última época após aproximadamente dois anos, observou-se que o tratamento testemunha adubado apenas com composto orgânico, revelou teores similares aos tratamentos com pré-cultivo solteiro de gramíneas e leguminosas e superior ao consórcio gramínea/leguminosa. Na análise de cada tratamento isoladamente, os teores de K foram variáveis no tempo, o que é explicado pelo fato do íon  $K^+$  ser um cátion monovalente, muito susceptível a perdas por lixiviação em relação a cátions bivalentes, principalmente no verão quando as precipitações são mais intensas, conforme relatado por Neves et al. (2007).

As análises do Mg indicaram que os teores observados em todos os tratamentos e em todas as épocas foram estatisticamente iguais. A S e a CTC do solo apresentaram um comportamento variável, revelando altos índices, mas sem seguir uma tendência em consequência dos tratamentos avaliados. Os teores de Ca apresentaram valores inconsistentes entre os tratamentos, não permitindo conclusões.

Os resultados do trabalho de Menezes e Silva (2008), durante seis anos, explicam parcialmente os motivos da similaridade nos teores de nutrientes dos solos entre os tratamentos com adubação verde e testemunha com adubação de composto, uma vez que verificaram que a aplicação anual de cama de aviário, combinada ou não com a crotalária, elevou os teores de nutrientes no sistema, comprovando que o fator mais determinante foi o aporte feito pelo adubo orgânico.

Numa análise geral, mesmo existindo variações ao longo dos anos, foram observados altos valores para os atributos da fertilidade do solo tanto na testemunha quanto nos demais tratamentos, possivelmente devido à adubação de base com composto, nesse sistema manejado organicamente há 19 anos. Isso indica que somente a adubação orgânica seja suficiente para manter altos níveis de nutrientes no solo, inclusive estocando N de forma eficaz, pelo fato desse elemento ser mantido na forma de N-orgânico, vindo de fixação biológica por leguminosas. Essa inferência é atestada por estudo de Scivittaro et al. (2003) que, ao analisarem a dinâmica de N marcado  $^{15}N$  em mucuna-preta, verificaram que 50% do N vindo da adubação verde em pré-cultivo do milho permaneciam no solo após a colheita dos grãos, enquanto na adubação com uréia, apenas 33% permaneciam no sistema. Da mesma forma, Vargas et al. (2011), ao avaliarem um segundo plantio de repolho sobre área pré-cultivada, sobre biomassa de crotalária e feijão-de-porco, comprovaram maiores efeitos residuais de N nesses sistemas comparados à fonte de adubação mineral.

De maneira geral, pode-se afirmar que todos os pré-cultivos, nas suas respectivas épocas, indicaram potencial para a produção de palhadas para implantação de plantio direto de hortaliças, exceto a crotalária que nos dois pré-cultivos apresentaram baixa produção de massa. No primeiro ano, foi ocasionada pelo semeio tardio de fevereiro e competição com as plantas de milho no consórcio e, no segundo ano, devido à alta precipitação concentrada no início do cultivo.

Para o consórcio milho x crotalária, o semeio simultâneo mostrou-se inadequado, havendo necessidade de avaliação de melhor arranjo e antecipação da semeadura da crotalária que permita aumentar sua competitividade com o milho, aumentando a produção de massa dessa leguminosa no consórcio. Os quatro pré-cultivos dos adubos verdes consorciados aportaram ao solo 811,4; 941,2; 263,5; 78,6; 51,9 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente, de N, K, Ca, Mg e S, valores iguais ou superiores aos pré-cultivos solteiros, sendo excelente opção de manejo para sistemas orgânicos.

Os comportamentos semelhantes para os atributos da fertilidade do solo, entre a testemunha e os pré-cultivos de adubos verdes em todas as épocas, possivelmente foram devidos ao nivelamento provocado pela adubação de base com composto orgânico em todos os tratamentos, como se verifica nos altos índices de fertilidade da área.

## **2 MANEJO DO FEIJÃO-GUANDU, ASSOCIADO COM CAFEIEIRO EM DIFERENTES ÉPOCAS**

O corte de leguminosas utilizadas como adubos verdes nos consórcios com cafeeiros, normalmente, é feito durante o florescimento. Apesar do alto potencial das leguminosas para fixação e fornecimento de N, elas podem promover menores produções em cafeeiros ou não influenciarem a produtividade, mesmo com grandes aportes de biomassa e N (BERGO et al., 2006; PAULO et al., 2006).

Tendo em vista que a adubação deve atender o cafeeiro durante a maior demanda para a formação dos frutos, entre dezembro e março, o corte de leguminosas deveria ocorrer antes do fim desse período. O N acumulado nos frutos corresponde a 36% na fase de expansão rápida, entre dezembro e janeiro, e 47% na fase de granação, entre fevereiro e abril (LAVIOLA et al., 2008). A drenagem de nutrientes para os frutos é evidenciada pela diminuição dos teores foliares em cafeeiros (VALARINI; BATAGLIA; FAZUOLI, 2003) e pelo acúmulo de massa seca e nutrientes nos frutos (FENILLI et al., 2007; LAVIOLA et al., 2008). Sendo assim, é presumível que uma semeadura tardia, em dezembro, por exemplo, poderia aumentar a concorrência nas entrelinhas e não beneficiaria o cafeeiro, pois o crescimento da leguminosa tenderia a ocorrer durante o período de expansão dos frutos e enchimento dos grãos.

Associado a problemas de competição, o corte das leguminosas de ciclo longo no florescimento e após o mês de março tende a coincidir com o período de colheita, tornando inviável o processo. Para solucionar esse problema na adubação verde dos cafeeiros, buscou-se o plantio no início das águas para antecipação do

corte do guandu, diminuição do tempo de consórcio e dos efeitos presumíveis de competição. O objetivo desse trabalho foi avaliar a produção de biomassa, os teores e o acúmulo de N visando conhecer o comportamento do guandu em consórcio com o cafeeiro.

Esse experimento foi instalado em uma lavoura de café, var. Catuai-81, plantada em abril de 1998, no espaçamento de 2,0 x 1,0 m, no Município de Venda Nova do Imigrante, na região montanhosa do Espírito Santo, com altitude de 740 m e precipitação de 1.500 mm anuais. Foi semeada uma linha de guandu nas entrelinhas de café, em 5/10/2000, quando o cafezal tinha 2,5 anos de idade. As parcelas foram de cinco metros de comprimento, com dez plantas de guandu por metro linear. A área da parcela foi de 10 m<sup>2</sup> e os valores coletados foram multiplicados por mil para a conversão em hectares. Adotou-se o esquema fatorial 2x4 com dois tipos de poda e quatro épocas diferentes, com delineamento experimental em blocos casualizados e seis repetições.

O guandu foi podado em dois sistemas de poda diferentes:

- 1) Decote, com corte a 1,0 m de altura acima do solo; e
- 2) Esqueletamento, com corte dos galhos mantendo o caule principal.

As podas do guandu foram iniciadas aos 120, 150, 180 e 210 dias após a semeadura (DAS), com podas subsequentes 60 dias após somente nos tratamentos iniciados aos 120 e 150 DAS. As podas 60 dias após àquelas realizadas aos 180 e 210 DAS não foram feitas, porque o guandu atingiu a fase de florescimento e não desenvolveu novos ramos.

Em cada época de corte, a biomassa do guandu foi pesada e analisada para determinação da massa seca e dos teores de N. Os dados referentes à composição de nutrientes do guandu nas diferentes épocas de corte encontram-se na Tabela 5

O decote do guandu apresentou maior produção de massa verde, massa seca e N que o esqueletamento (Tabela 6). O guandu decotado propiciou 169,81 kg ha<sup>-1</sup> de N, 37% a mais que no esqueletado. Isso indica que houve acúmulo de N no caule durante o período do experimento, pois o tratamento decotado apresentou 26,4% mais massa seca que o esqueletado, correspondendo a uma diferença percentual menor de massa seca em relação ao N acumulado.

O guandu, no tratamento 150+60, apresentou maior produção de fitomassa, registrando valores altos de 17,78 t ha<sup>-1</sup> de massa verde, 5,05 t ha<sup>-1</sup> de massa seca e 177,19 kg ha<sup>-1</sup> de N (Tabela 6). Esses valores foram significativamente iguais aos obtidos aos 180 e 210 dias, em relação à quantidade total de N, sendo concordantes com a afirmação de Kiehl (1985), a qual o manejo do adubo verde com dois ou mais cortes equivaleria a um corte no florescimento. De forma semelhante, Ricci et al. (2002) trabalharam com *Crotalaria juncea* podada aos 76 e 175 dias, após o plantio e obtiveram, na soma dos dois cortes, 59,1 t ha<sup>-1</sup> de massa verde, 16,0 t ha<sup>-1</sup> de massa seca e 444 kg ha<sup>-1</sup> de N.

**Tabela 5.** Composição da parte aérea de guandu semeado em 05/10/2001, esqueletado e decotado a 1,0 m de altura, aos 120, 150, 180 e 210 dias após a semeadura, e da rebrota 60 dias após os cortes de 120 e 150 dias. Incaper, Domingos Martins/ES, 2012

Poda	DAS	MS (%)	Elementos										
			N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Zn	Mn	Fe	B
			----- (g kg <sup>-1</sup> ) -----					----- (mg kg <sup>-1</sup> ) -----					
Decotado	120	27,3	30,3	2,1	16,5	5,5	1,9	1,2	13,3	19,3	119,0	129,7	22,3
	150	28,7	36,3	2,6	14,8	6,9	1,9	1,2	15,0	28,0	117,7	493,3	26,0
	180	34,3	37,3	2,7	16,2	4,5	1,9	1,3	13,3	25,0	87,7	206,7	24,3
	180*	34,7	34,3	2,7	18,5	6,4	2,0	1,2	10,0	26,0	92,7	278,3	24,3
	210	38,3	32,0	2,5	15,5	6,3	1,6	1,1	11,7	33,3	86,0	293,3	20,7
	210*	31,0	34,7	2,6	16,3	7,2	2,2	1,2	13,3	31,0	109,7	236,7	23,7
Esqueletado	120	27,3	31,0	1,7	15,5	7,3	1,9	0,9	15,0	17,3	137,0	163,0	22,7
	150	26,0	33,7	2,8	15,3	8,0	1,9	1,3	20,0	27,3	122,3	366,7	31,3
	180	36,0	32,3	2,5	15,8	5,8	1,9	1,2	13,3	27,0	116,0	206,7	22,0
	180*	33,7	36,0	2,7	17,5	6,6	2,0	1,3	13,3	30,7	101,0	185,0	22,7
	210	35,7	32,0	2,5	14,8	6,4	1,8	1,1	13,3	36,0	107,0	243,3	20,0
	210*	35,3	31,7	2,5	14,5	6,9	1,9	1,1	11,7	31,7	126,7	266,7	23,0

DAS: Dias Após a Semeadura.

MS: Massa Seca.

\*Rebrota do guandu 60 dias após os cortes realizados, aos 120 e 150 DAS.

**Tabela 6.** Produção de massa verde (MV), massa seca (MS) e nitrogênio (N) de guandu, esqueletado e decotado, aos 120, 150, 180 e 210 dias, após a semeadura, com as rebrotas após 60 dias

Poda		Época (dias)								
		120+60			150+60			180	210	Média <sup>2</sup>
		1ª poda	2ª poda	1ª +2ª	1ª poda	2ª poda	1ª +2ª	1ª poda	1ª poda	
MV <sup>2</sup> (t ha <sup>-1</sup> )	Dec <sup>3</sup>	7,05	4,91	11,96	18,93	1,44	20,37	12,93	14,87	15,03 a
	Esq <sup>3</sup>	5,40	5,60	11,00	11,47	3,73	15,20	9,53	11,28	11,75 b
	Média <sup>1</sup>			11,48 B			17,78 A	11,23 B	13,07 B	
<b>CV = 19,08%; Média geral = 13,39</b>										
MS <sup>2</sup> (t ha <sup>-1</sup> )	Dec	1,93	1,72	3,65	5,44	0,37	5,81	4,42	5,71	4,92 a
	Esq	1,48	1,87	3,35	2,98	1,32	4,30	3,45	3,99	3,77 b
	Média <sup>1</sup>			3,50 B			5,05 A	3,93 AB	4,85 B	
<b>CV = 19,97%; Média geral = 4,34</b>										
N (kg ha <sup>-1</sup> )	Dec	58,55	59,25	117,80	197,30	15,14	212,44	164,57	183,46	169,81 a
	Esq	45,91	67,37	113,28	100,10	41,84	141,94	111,25	128,01	123,62 b
	Média <sup>1</sup>			115,54 B			177,19 A	137,91AB	155,73AB	
<b>CV = 20,50%; Média geral = 146,71</b>										

<sup>1</sup>Médias seguidas pela mesma letra maiúscula, nas linhas, não diferem entre si pelo teste Tukey a 1%.

<sup>2</sup>Médias seguidas pela mesma letra minúscula, nas colunas, não diferem entre si pelo teste F a 1%.

<sup>3</sup>Esq: Esqueletado; Dec: Decotado.

O manejo com duas podas, iniciado em fevereiro (120+60), também foi significativamente igual às podas executadas nos meses de abril e maio, aos 180 e 210 DAS (Tabela 6). Por isso, a antecipação da poda do guandu poderia ser uma alternativa para reduzir o período de consórcio e os riscos de competição com o cafeeiro.

Logo após as rebrotas das podas iniciadas aos 180 e 210 dias, que foram insignificantes, ocorreu florescimento imediato do guandu e paralisação do crescimento vegetativo. O guandu apresenta sensibilidade ao fotoperíodo e os dias curtos induzem ao florescimento (CHAUHAN et al., 2002).

Foi observada interação entre a época e o sistema de poda de guandu no primeiro corte, sem considerar a rebrota para a produção de massa verde e massa seca, para o acúmulo de N e teores de massa seca. A comparação entre os sistemas de poda encontra-se na Tabela 7; e entre as épocas, na Figura 4. O decote e o esqueletamento foram iguais somente aos 120 DAS, em todas as variáveis analisadas. O teor de massa seca foi igual nos dois sistemas de poda, independentemente da época de corte. Porém, a produção de massa verde e massa seca foi maior no decote aos 150, 180 e 210 DAS devido ao acúmulo de fitomassa na porção referente ao caule do guandu.

**Tabela 7.** Produção de massa verde (MV), massa seca (MS), nitrogênio (N) e teores de massa seca (MS) e nitrogênio (N) de guandu, sob dois sistemas de poda, aos 120, 150, 180 e 210 dias, após a semeadura (DAS), nas entrelinhas de cafeeiros<sup>1</sup>

GUANDU	PODA	DAS			
		120	150	180	210
Massa verde (t ha <sup>-1</sup> )	Decote	7,05 A	18,93 A	12,93 A	14,87 A
	Esqueletamento	5,40 A	11,47 B	9,53 B	11,28 B
<b>CV = 20,05%; Média geral = 11,43</b>					
Teor de Massa seca (%)	Decote	27,33 A	28,67 A	34,33 A	38,33 A
	Esqueletamento	27,33 A	26,00 A	36,00 A	35,67 A
<b>CV = 5,42%; Média geral = 31,71</b>					
Massa seca (t ha <sup>-1</sup> )	Decote	1,93 A	5,44 A	4,44 A	5,70 A
	Esqueletamento	1,48 A	2,98 B	3,45 B	3,99 B
<b>CV = 20,84%; Média geral = 3,68</b>					
Teor de N (g kg <sup>-1</sup> )	Decote	30,33 A	36,33 A	37,33 A	32,00 A
	Esqueletamento	31,00 A	33,67 B	32,33 B	32,00 A
<b>CV = 3,36%; Média geral = 33,12</b>					
N (kg ha <sup>-1</sup> )	Decote	58,55 A	197,30 A	164,57 A	183,46 A
	Esqueletamento	45,91 A	100,10 B	111,25 B	128,01 B
<b>CV = 21,37%; Média geral = 123,76</b>					

<sup>1</sup>Médias seguidas pela mesma letra maiúscula, na vertical, não diferem entre si pelo teste F a 1%.

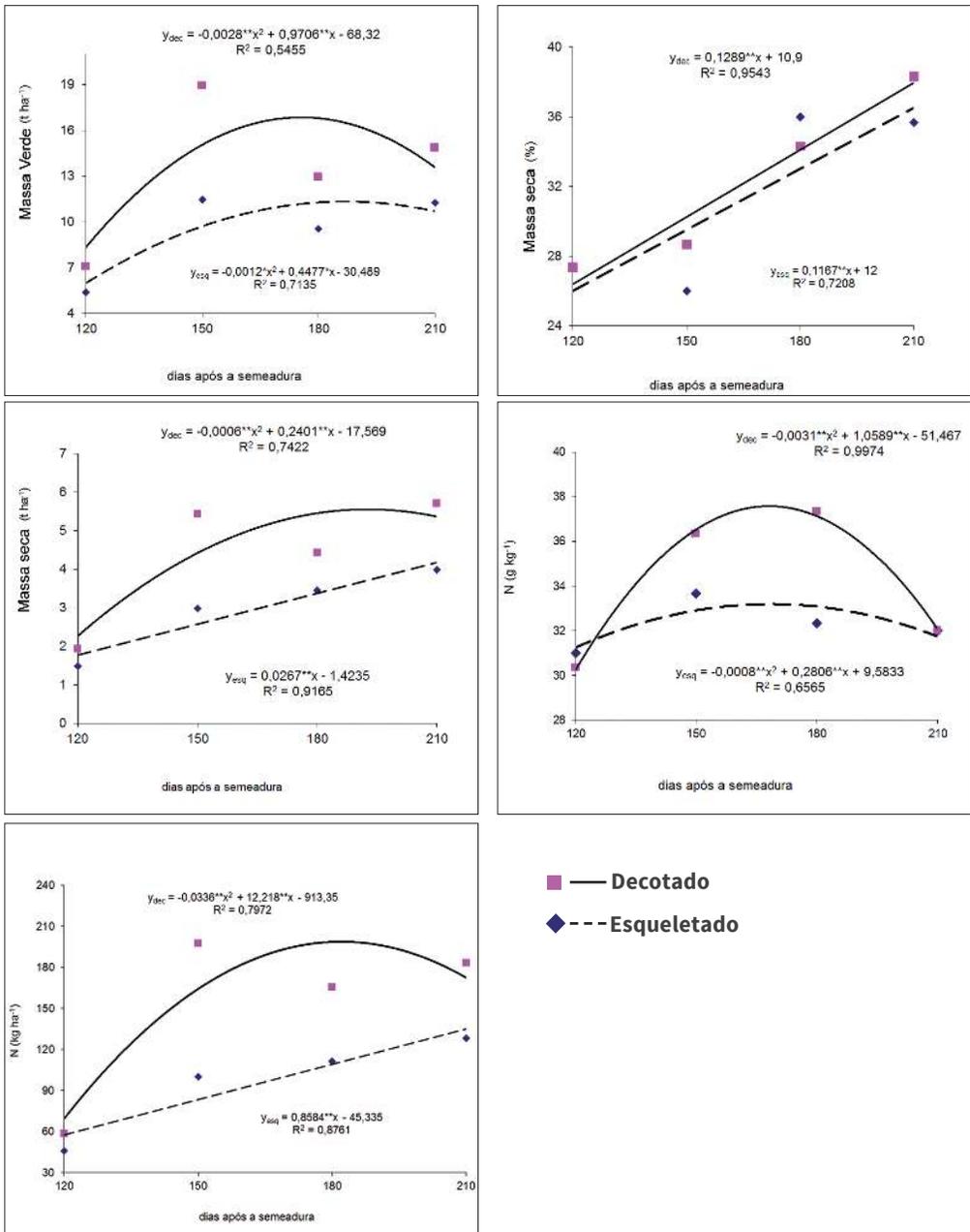
Os teores de N foram maiores no decote, aos 150 e 180 DAS (Tabela 7), demonstrando que havia maiores teores de N no caule, nos meses de março e abril. O acúmulo de N foi maior no decote, aos 150, 180 e 210 dias, com percentuais correspondentes de 49,3%, 32,4% e 30,2% de N no caule.

Os percentuais de massa seca ficaram entre 26,00% e 28,67%, aos 120 e 150 DAS e de 34,33% a 38,33% aos 180 e 210 DAS (Tabela 7). Houve uma redução nos teores de umidade e um aumento proporcional da fitomassa nos meses de abril e maio, relacionada, provavelmente, à formação de tecidos mais lignificados no caule e nos ramos.

No guandu decotado a 1,0 m de altura, a maior produção de massa verde foi de 16,8 t ha<sup>-1</sup> aos 180 DAS (1 de abril) e de massa seca foi de 5,6 t ha<sup>-1</sup> aos 196 DAS (17 de abril). O maior teor de N do guandu foi de 37,6 g kg<sup>-1</sup> aos 173 DAS (25 de março) e o maior acúmulo foi de 198,7 kg ha<sup>-1</sup> aos 187 DAS (8 de abril) (Figura 4). Barrella (2010) e Cardoso (2013) observaram aumentos contínuos de massa seca e acúmulos de N com labe-labe associado ao café, em cortes aos 30, 60, 90 e 120 DAS. Aos 120 DAS, obtiveram 4,21 e 5,02 t ha<sup>-1</sup> de massa seca e 111,37 e 84,01 ha<sup>-1</sup> de N. Essa diferença com aumentos contínuos com o labe-labe e pontos de máximo com o guandu pode ser devida às épocas de manejo entre 30 a 120 DAS para o labe-labe e 150 e 210 DAS para o guandu, nas quais o primeiro está próximo da fase inicial de crescimento, e o segundo da fase reprodutiva.

Contrariando o manejo adotado por Paulo et al. (2001), com corte no pleno florescimento, o maior fornecimento de N para o cafeeiro foi com o corte do guandu em 8 de abril. Porém, o ajuste proporcionado pela curva de regressão de 198,7 kg ha<sup>-1</sup> foi semelhante aos 197,3 kg ha<sup>-1</sup> de N observado no corte, aos 150 DAS (Tabela 7). Por essa razão, seria mais prudente o corte aos 150 DAS que reduziria em 37 dias o tempo de consórcio e os efeitos de competição com cafeeiro. Por outro lado, a antecipação do corte do guandu seria benéfica, pois o maior acúmulo de N no café ocorre nos períodos de expansão e granação, de dezembro a março.

Esse trabalho permite várias indicações para o manejo do guandu nas entrelinhas dos cafeeiros. O manejo do guandu com podas em intervalos de 60 dias, com o intuito de reduzir a competição pode ser feito quando iniciado em fevereiro e março. O manejo com decote a 1,0 m de altura do solo aporta maior quantidade de fitomassa e N para o sistema. O maior aporte de massa seca e N pelo guandu decotado ocorre antes do florescimento, no mês de março, sendo esta a melhor época de corte. Para antecipar o fornecimento do N do guandu para o cafeeiro, o corte no início de fevereiro fornece 30% a mais desse elemento em relação ao maior acúmulo em março.



**Figura 4.** Produção de massa verde (MV), massa seca (MS) e nitrogênio (N), e teores de massa seca (MS) e nitrogênio (N) de guandú sob dois sistemas de poda, aos 120, 150, 180 e 210 dias, após a semeadura, cultivado nas entrelinhas de cafeeiros.

### 3 EFICIÊNCIA DA ADUBAÇÃO VERDE COM CROTÁLIA EM PRÉ-CULTIVO NA PRODUÇÃO AGROECOLÓGICA DE HORTALIÇAS, NA AMAZÔNIA MERIDIONAL

Um novo sistema de produção para a agricultura familiar vem se destacando no contexto de Tecnologia Social, denominado Produção Agroecológica Integrada Sustentável (Pais). Nesse sistema, pratica-se a produção orgânica de hortaliças,

frutas e aves, com canteiros e linhas de plantios dispostos de forma circular, em torno de um galinheiro central. Esse galinheiro tem a finalidade de proporcionar a criação de aves para produção de ovos e geração de resíduos para adubação orgânica do sistema.

O sistema Pais é uma estratégia de grande impacto social, de grande utilidade nas propriedades de base familiar e para a agricultura periurbana, permitindo a geração adicional de renda em um pequeno espaço territorial e num curto período de tempo.

Essa forma de produção alia a criação de animais com a produção vegetal e utiliza insumos da propriedade em todo o processo produtivo (FUNDAÇÃO BANCO DO BRASIL, 2009). Entretanto, um dos fatores preponderantes para o melhor desempenho produtivo nesse sistema é a prática da adubação verde, que tem como pilar o plantio de espécies da família das leguminosas que, associadas a bactérias do gênero *Rhizobium*, apresentam grande capacidade de fixação biológica de N.

A adubação verde com o plantio de espécies leguminosas fixadoras de N, a rotação e a consorciação de culturas, juntamente com o uso de material advindo de compostagem e a cobertura do solo, proporcionam uma adição e manutenção constante de MO no solo. Esta, por sua vez, aporta nutrientes e energia para a fauna edáfica, cuja atividade contribui para a melhoria das características físicas, químicas e biológicas do solo que são responsáveis pela nutrição equilibrada das plantas (SOUZA, 2009).

A adubação verde com espécies leguminosas, especialmente na forma de pré-cultivo, é uma das práticas mais eficientes para aportar elevadas quantidades de N ao solo e disponibilizar para a cultura sucessora, podendo chegar a 200 Kg de N/ha (COSTA et al., 1993).

Portanto, o objetivo desse estudo foi analisar a eficiência da adubação verde em pré-cultivo utilizando-se uma leguminosa de ciclo curto e crescimento ereto, a crotalária (*Crotalaria juncea* L.), sobre o desenvolvimento e produção de alface (*Lactuca sativa* L.) em sistema Pais.

O estudo foi conduzido no campus experimental de tecnologia social (Pais), localizado no Centro Universitário Luterano de Ji-Paraná/RO (CEULJI/ULBRA). O solo da área experimental é caracterizado como Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico e o clima da região, segundo a classificação de Köppen, é caracterizado como AWi (tropical - quente e úmido), com temperatura média anual oscilando em torno de 25°C. A área de estudo localiza-se a 10°51'46" de latitude sul e a 61°57'24" de longitude oeste, com altitude média de 159m, precipitação pluviométrica anual de 2.250 mm e umidade relativa do ar média de 85%, conforme a Secretaria de Estado do Desenvolvimento Ambiental de Rondônia (SEDAM, 2006).

A crotalária foi semeada no dia 13 de maio de 2010. Na fase de florescimento (13 de julho de 2010), foi avaliada a produtividade da massa verde e massa seca da crotalária e efetuada a incorporação ao solo para fixação de N e disponibilização de nutrientes, conforme se observa na ilustração da Figura 5.



**Figura 5.** Sistema Pais mostrando as parcelas experimentais com pré-cultivo de *Crotalaria-juncea*, antes (A) e após (B) a roçada da biomassa, para cultivo orgânico de alface.

O plantio das mudas de alface foi realizado no dia 3 de agosto de 2010, com espaçamento de 20 x 20 cm avaliando-se a massa verde e massa seca, a área foliar e o número de folhas da alface.

O tratamento com a adubação verde em pré-cultivo exerceu efeitos significativos sobre as variáveis avaliadas. A massa verde das plantas de alface do tratamento testemunha (sem leguminosa) apresentou média de 22,76 g por planta, ficando significativamente abaixo do tratamento com a leguminosa, que proporcionou uma massa verde de 78,61 g por planta. Assim, verificou-se que o pré-cultivo com leguminosa aumentou a massa verde da alface em 245% (Tabela 7 e Figura 6).



**Figura 6.** Massa Verde (MV) de plantas de alface colhidas das parcelas sem (à esquerda) e com (à direita) pré-cultivo de *Crotalaria-juncea*.

Em relação à massa seca, observou-se o mesmo comportamento da massa verde, uma vez que o tratamento com leguminosa proporcionou a produção de 5,93 g de MS por planta, enquanto que, na testemunha, a produção foi de 2,11 g de massa seca por planta.

Os resultados desse estudo corroboram o de Oliveira et al. (2008), que encontraram valores mais elevados de massa verde quando utilizaram cobertura morta de leguminosa, obtendo 366,00 g com a utilização de crotalaria e 210,00 g para o cultivo sem a utilização da leguminosa. Oliveira et al. (2009) obtiveram a produção média de 155,00 g por planta e de 135,50 g por planta, com e sem adubação verde, respectivamente, o que comprova um ganho de produtividade com a adubação complementar decorrente da incorporação das leguminosas. Isso difere de Fontanetti et al. (2006) que não obtiveram diferença significativa para nenhum dos tratamentos estudados com pré-cultivo de leguminosas para a cultura da alface.

Observando-se os valores absolutos da Tabela 8, verifica-se que a produção de massa seca por planta de alface foi bem mais baixa do que aquelas obtidas em outros estudos. Isso é justificado pelo fato da área ser nova, com solos ainda em processo de correção e fertilização natural por resíduos orgânicos, onde a quase totalidade dos nutrientes para a cultura foi fornecida pela crotalaria em pré-cultivo.

Para a área foliar (AF), obtiveram-se valores significativos para o tratamento com a utilização da adubação verde quando comparada à testemunha. Tivelli, Purquerio e Kano (2009) obtiveram resultados semelhantes para o experimento com alface americana no plantio direto. As alfaces plantadas nas parcelas sem prévia adubação verde apresentaram resultados inferiores àquelas plantadas nas parcelas onde anteriormente foi cultivada a crotalaria. Oliveira et al. (2009) verificaram aumento no rendimento da massa seca da parte aérea, estimada pela área, obtendo valores de 781,04 cm<sup>2</sup> com adubação verde e 760,38 cm<sup>2</sup> sem adubação verde. Esses efeitos positivos se devem ao fato da alface se beneficiar do aporte adicional de N pelo adubo verde, segundo Katayama (1993 apud LINHARES et al., 2009).

Com relação ao número de folhas (NF), obteve-se 14,25 folhas por planta na testemunha e 22,75 folhas por planta para o cultivo sobre massa verde de crotalaria. Resultados semelhantes foram relatados por Almeida et al. (2008), em que o número de folhas de couve, cultivadas em consórcio com a crotalaria como adubo verde, foi superior ao do monocultivo. Esses resultados tornam-se muito importantes, pois apontam que a prática de adubação verde melhora o rendimento das culturas e ainda apresenta o benefício adicional de adição de MO, criando um ambiente mais favorável ao incremento da vida biológica do solo (SOUZA, 2009).

**Tabela 8.** Produção de massa verde (MV) e massa seca (MS), área foliar (AF) e número de folhas (NF) da alface cultivada sem e com leguminosa em pré-cultivo<sup>1</sup>

Tratamentos	MV (g)	MS (g)	AF (cm <sup>2</sup> )	NF (Unidade)
Alface s/ Leguminosa	22,76 B	2,11 B	638,50B	14,25B
Alface c/ Leguminosa	78,61 A	5,93A	1729,65A	22,75A
CV (%)	20,22	8,57	20,25	6,98

<sup>1</sup> Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra na vertical não diferem estatisticamente entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

## **4 AVALIAÇÃO DE MÁQUINAS E IMPLEMENTOS PARA MANEJO DE PALHAS E PLANTIO DIRETO NA AGRICULTURA ORGÂNICA**

O sistema plantio direto consiste na sementeira em solo não mobilizado com presença de cobertura morta, objetivando reduzir o impacto das gotas de chuva sobre o solo e o escoamento superficial, com efeitos significativos na redução da erosão (VARELLA, 1999).

Na agricultura orgânica, esta prática torna-se ainda mais promissora pelo seu papel positivo sobre atributos químicos, físicos e biológicos do solo influenciando no aumento do rendimento das culturas, no controle de plantas invasoras, no manejo e na conservação do solo, na recuperação e ou manutenção da fertilidade e do potencial produtivo (MATZENBACHER, 1999).

Assim, o plantio direto possui três pilares de elevada sustentação ecológica: ausência de revolvimento ou revolvimento mínimo no solo; aumento da biodiversidade, proporcionada pela diversidade de espécies vegetais e pela rotação de culturas; e a cobertura permanente do solo, pela presença de palhada na superfície do terreno (SOUZA; RESENDE, 2014).

Um dos principais limitadores para a aplicação do sistema de plantio direto na agricultura orgânica é o manejo das plantas de cobertura (DAROLT, 2002), já que no sistema convencional essa ação é realizada por dessecamento com herbicidas, produto não utilizável no sistema orgânico de produção (MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, 2011).

Na agricultura orgânica, o manejo da palhada é realizado por meios mecânicos, utilizando-se plantas com capacidade de abafamento das ervas espontâneas presentes no solo e formação de cobertura morta, no período de pré-plantio (SOUZA; RESENDE, 2014), como as gramíneas (aveia-preta e milho) e as leguminosas (crotalária e mucuna). Como exemplos de implementos para esse fim, são utilizadas roçadeiras, rolos-faca que, se usados incorretamente, podem acarretar desvantagens, como o alto custo e baixo rendimento operacional (DENARDIN; KOCHHANN, 1993). Da mesma forma que existem poucas opções de implementos para roçagem ou rolagem de plantas de cobertura, existe uma oferta limitada no mercado de plantadeiras adaptadas ao plantio direto na palha, fato que justifica avaliações de eficiência para ampliar a aceitação dessa tecnologia.

O emprego adequado de máquinas, equipamentos e implementos amplia a possibilidade de implantação do plantio direto orgânico em áreas maiores, de forma mais econômica, e a possibilidade de inserção de novos agricultores na produção orgânica de alimentos (SOUZA; RESENDE, 2014). Esse trabalho teve dois objetivos: o primeiro foi avaliar diversas formas de manejo de plantas de cobertura, com implementos e máquinas acopladas a trator e microtrator. O segundo foi avaliar três tipos de plantadeiras, sobre as diferentes palhadas, no sistema orgânico de produção de hortaliças.

A pesquisa foi executada na URA do Incaper, com plantio das coberturas vegetais com crotalária, milho, mato e milho/crotalária, no mês de novembro de 2010 e as avaliações das máquinas e implementos em fevereiro de 2011. Foi realizado um experimento com seis tipos de máquinas e implementos para manejo da palhada (1-Foice manual; 2-Roçadeira lateral; 3-Roçadeira frontal de microtrator; 4-Roçadeira de arraste a trator; 5-Rolo-faca de 1,0 m de largura para microtrator e 6-Rolo-faca de 2.4m de largura para trator), ilustrados na Figura 7.



**Figura 7.** Seis tipos de máquinas e implementos para plantio direto: (A) Foice, (B) Roçadeira costal, (C) Roçadeira frontal de microtrator, (D) Roçadeira de arraste a trator, (E) Rolo-faca de microtrator e (F) Rolo-faca de trator. Incaper, Domingos Martins/ES, 2011.

Em outro experimento realizado em seguida, transversalmente aos tipos de máquinas/implementos, avaliou-se três tipos de plantadeiras (1-Matraca manual; 2-Plantadeira de 1 linha a microtrator; e 3-Plantadeira 2 linhas a microtrator), ilustrados na Figura 8. Esse experimento foi realizado sobre palhadas de quatro tipos de cobertura vegetal que após a roçagem/rolagem apresentaram os seguintes valores médios de massa verde: 32,4 t ha<sup>-1</sup> para a crotalária (*Crotalaria juncea* L.), 44,6 t ha<sup>-1</sup> para o milho (*Zea mays* L.), 23,6 t ha<sup>-1</sup> para o mato (vegetação espontânea) e 38,0 t ha<sup>-1</sup> para o consórcio milho x crotalária.



**Figura 8.** Tipos de plantadeiras para plantio direto: (A) Matraca, (B) Plantadeira 1 linha e (C) Plantadeira 2 linhas. Incaper, Domingos Martins/ES, 2011.

Na Tabela 9, estão apresentadas as avaliações dos seis sistemas de manejo de palhas. Em geral, as coberturas vegetais para adubação verde foram adequadas à formação de palhadas para plantio direto, sendo que a taxa de cobertura de solo no consórcio foi superior aos cultivos solteiros de crotalária e milho.

Observaram-se diferenças significativas de tempo de operação e de mão de obra demandada. Destaca-se a eficiência dos dois tipos de rolo-faca, que além de reduzirem muito o tempo de trabalho e o gasto de mão de obra, proporcionaram taxas de cobertura de solo adequadas, muito similares aos sistemas manuais com foice e roçadeira costal. Apesar das eficiências operacionais das roçadeiras de micro e de trator, elas tenderam à baixa taxa de cobertura do solo para o plantio direto (Tabela 9).

Nos resultados apresentados na Tabela 10, estão as avaliações das eficiências de três plantadeiras para plantio direto na palha utilizando-se o milho para semeadura como cultura indicadora. Em geral, o tipo de palhada não interferiu no tempo de operação e consequente gasto de mão de obra dos tipos de plantadeira, exceto para o plantio manual com matraca sobre a palhada de milho, que apresentou operação mais rápida em relação às demais plantas de cobertura, possivelmente devido à maior uniformidade de distribuição da palhada sobre o solo.

**Tabela 9.** Avaliação de seis tipos de máquinas e implementos para manejo de palhas de quatro coberturas vegetais para plantio direto. Incaper, Domingos Martins/ES, 2011<sup>1</sup>

Espécie	Trat.	Tempo de operação	Mão de obra	Taxa cobertura
		h. máq. ha <sup>-1</sup>	D/H ha <sup>-1</sup>	solo <sup>2</sup> %
Crotalária	Foice	25,11 A a	3,14 A a	93
	Roçadeira costal	19,81 B a	2,48 B a	93
	Roçadeira frontal micro	8,19 C a	1,02 C a	67
	Roçadeira trator	1,43 E a	0,18 E a	65
	Rolo-faca micro	4,35 D ab	0,54 D ab	95
	Rolo-faca trator	0,83 E a	0,10 E a	95
Milho	Foice	16,44 A b	2,06 A b	93
	Roçadeira costal	7,97 B d	1,00 B d	92
	Roçadeira frontal micro	7,62 B a	0,95 B a	70
	Roçadeira trator	1,62 C a	0,20 C a	50
	Rolo-faca micro	5,90 B a	0,74 B a	95
	Rolo-faca trator	0,76 C a	0,10 C a	95
Mato	Foice	13,90 A c	1,74 A c	96
	Roçadeira costal	10,06 B c	1,26 B c	96
	Roçadeira frontal micro	5,30 C b	0,66 C b	-
	Roçadeira trator	1,90 D a	0,24 D a	73
	Rolo-faca micro	3,75 CD b	0,47 CD b	-
	Rolo-faca trator	2,19 D a	0,27 D a	98
Milho X Crotalária	Foice	17,97 A b	2,25 A b	100
	Roçadeira costal	12,79 B b	1,60 B b	100
	Roçadeira frontal micro	9,14 C a	1,14 C a	75
	Roçadeira trator	1,75 E a	0,22 E a	57
	Rolo-faca micro	4,67 D ab	0,58 D ab	100
	Rolo-faca trator	0,57 E a	0,07 E a	100

<sup>1</sup> Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna para os tratamentos dentro de cada cobertura vegetal e pela mesma letra minúscula na coluna para o mesmo tratamento entre as espécies não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

<sup>2</sup> Avaliação visual da área coberta pelos resíduos das plantas de cobertura. Dados não analisados estatisticamente.

O plantio direto manual feito com matraca mostrou-se muito eficaz, comparado às plantadeiras de microtrator com 1 linha, apresentando menor tempo operacional sobre todos os tipos de palhas. Esse fato pode ser atribuído à necessidade de trabalho lento para permitir o corte da palha pelo disco no plantio direto, o que em sistema convencional, em solo descoberto, não ocorre. Nesse aspecto, o melhor desempenho foi apresentado pela plantadeira de 2 linhas, que apresentou menor tempo de trabalho e, por consequência, menor consumo de mão de obra em relação ao sistema manual com matraca e com plantadeira de 1 linha (Tabela 10).

**Tabela 10.** Avaliação de três plantadeiras para plantio direto de grãos sobre palhadas de quatro coberturas vegetais. Incaper, Domingos Martins/ES, 2011<sup>1</sup>

Espécie	Trat.	Tempo de operação	Cobertura das sementes <sup>2</sup>	Emergência do milho	Mão de obra
		h.máq ha <sup>-1</sup>	%		D/H ha <sup>-1</sup>
Crotalária	Matraca	5,41 B a	100 A a	83 A a	0,68 B a
	Plant. 1 linha	6,13 A a	93 B a	80 A a	0,77 A a
	Plant. 2 linhas	2,80 C a	98 A a	92 A a	0,35 C a
Milho	Matraca	4,67 B b	95 A b	52 B b	0,58 B b
	Plant. 1 linha	6,04 A a	80 B bc	65 AB ab	0,75 A a
	Plant. 2 linhas	3,00 C a	95 A ab	87 A a	0,38 C a
Mato	Matraca	5,52 B a	100 A a	53 B b	0,69 B a
	Plant. 1 linha	6,06 A a	85 C b	50 B bc	0,76 A a
	Plant. 2 linhas	3,00 C a	95 B ab	85 A a	0,38 C a
Milho X Crotalária	Matraca	5,74 B a	95 A b	73 A ab	0,72 B a
	Plant. 1 linha	6,22 A a	70 B c	38 B c	0,78 A a
	Plant. 2 linhas	3,09 C a	90 A b	80 A a	0,39 C a

<sup>1</sup> Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna para os tratamentos dentro de cada cobertura vegetal e pela mesma letra minúscula na coluna para o mesmo tratamento entre as coberturas vegetais não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

<sup>2</sup> Porcentagem obtida pela diferença entre 100% e a porcentagem de sementes descobertas em relação ao total semeado.

A cobertura das sementes foi mais eficiente com o uso da matraca, seguida pela plantadeira de 2 linhas. Porém, a plantadeira de 1 linha apresentou taxas de cobertura acima de 70% sobre todas as palhadas, mostrando-se também muito adequada ao plantio direto nesse aspecto (Tabela 10).

Quanto à emergência do milho, todas as plantadeiras foram eficientes sobre a palhada de crotalária, pois possibilitaram taxas iguais ou superiores a 80%. Sobre a palhada de milho, a matraca revelou o pior desempenho. Sobre o mato, a plantadeira de 2 linhas destacou-se das demais e sobre o consórcio, apenas a plantadeira de 1 linha revelou baixo desempenho (Tabela 10).

O trabalho em questão permitiu comprovar que os dois tipos de rolo-faca foram as melhores opções para acamamento das plantas de cobertura, pois destacaram-se com maiores eficiências operacionais de trabalho e menores gastos de mão de obra, além de proporcionarem boas taxas de cobertura de solo.

A plantadeira de 2 linhas foi mais eficaz, além de apresentar maior potencial de ser utilizada no plantio direto em áreas maiores, à exceção daquelas com relevo acidentado. Em pequenas áreas de agricultores familiares, o uso da matraca é uma boa opção, especialmente aquelas apropriadas para o sistema de plantio direto, enquanto que a plantadeira de 1 linha não apresenta rendimento de trabalho que justifique seu emprego no plantio direto na palha.

## **5 CULTIVO ORGÂNICO EM ALAMEDAS: EFEITOS DA BIOMASSA VERDE DE LEUCENA, ASSOCIADA A DOSES DE COMPOSTO, SOBRE AS CARACTERÍSTICAS DO SOLO**

O cultivo de plantas perenes formando alamedas ou aleias para cultivo das espécies anuais é uma das alternativas para o manejo agroecológico na produção orgânica, especialmente para aporte de N e mobilização de nutrientes. Consiste no estabelecimento de alamedas com espécies arbóreas de múltiplos interesses, dispostas paralelamente a distâncias dependentes do porte das espécies envolvidas (5 a 50 m) (POWELL; WESTLEY, 1995; MELÉNDEZ, 1997; KASS; JIMÉNEZ; SCHLÖNVOIGT, 1997; EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, 2005).

Esse sistema pode apresentar diversas vantagens, como aumento da biodiversidade do solo e do ambiente; estabelecimento de áreas de refúgio para predadores favorecendo o equilíbrio ecológico; fixação biológica de C e N para o sistema; geração adicional de palhada para plantio direto; reciclagem de nutrientes no perfil do solo; proteção e conservação do solo; função de quebra-vento, com melhoria no microclima; entre outras.

A leucena (*Leucaena leucocephala*) é um material promissor como espécie adubadora arbórea por permitir um bom manejo devido a sua alta capacidade de rebrota. Wildner e Dadalto (1991) relataram valores de 20 t ha<sup>-1</sup> de massa verde e 7 t ha<sup>-1</sup> de massa seca em apenas um corte.

Em cultivo convencional de milho em alamedas de leucena, podada no pré-plantio a 20 cm do solo e podada durante o ciclo do milho para evitar sombreamento, comprovou-se a grande capacidade da leguminosa em aportar N para a cultura e de reciclar nutrientes no perfil do solo, elevando o teor de K em mais de 200% na camada de 0 a 20 cm, em quatro anos (de 35 para 95 mgdm<sup>-3</sup>) (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, 2005).

O trabalho, ora apresentado, foi realizado na URA do Incaper, em uma área de 900 m<sup>2</sup>, localizada no Município de Domingos Martins, Estado do Espírito Santo, a uma altitude de 950 m, com o objetivo de avaliar a eficiência da leucena, associada a doses de composto no plantio das hortaliças visando aporte de MO e nutrientes ao solo.

Os tratamentos foram dispostos em faixas de solo, demarcadas pelo plantio de linhas únicas de leucena em 9 de maio de 2007, formando alamedas com 15 m de comprimento e 5m de largura (75 m<sup>2</sup>). A leucena foi plantada por mudas mantendo o espaçamento de 33 cm entre plantas, na linha. As faixas de solo foram isoladas com placas de cimento de 60 cm de largura, enterradas a uma profundidade de 45 cm para isolar os efeitos dos tratamentos, ficando 15 cm acima da superfície do solo para visualização das parcelas experimentais (Figura 9). Os experimentos iniciaram-se em 25 de maio de 2009, no 25º mês do plantio da leguminosa, após o primeiro corte da leucena.



**Figura 9.** Área experimental com alamedas de leucena na URA do Incaper. Cultivo de repolho em 2010 (A) e cultivo de milho-verde em 2012 (B). Incaper, Domingos Martins/ES, 2012.

Os tratamentos foram constituídos pela ausência das alamedas na dose padrão de  $30 \text{ t ha}^{-1}$  de composto (50% umidade) e pela presença da alameda (aporte de massa verde), associada a cinco doses de composto orgânico, conforme especificação a seguir:

- T1 – Sem alameda + adubação padrão com  $30 \text{ t ha}^{-1}$  (Testemunha)
- T2 – Com alameda + adubação com  $0 \text{ t ha}^{-1}$
- T3 – Com alameda + adubação com  $10 \text{ t ha}^{-1}$
- T4 – Com alameda + adubação com  $20 \text{ t ha}^{-1}$
- T5 – Com alameda + adubação com  $30 \text{ t ha}^{-1}$
- T6 – Com alameda + adubação com  $40 \text{ t ha}^{-1}$

Os compostos orgânicos utilizados nesse trabalho foram produzidos na URA do Incaper, pelo método de pilhas, com reviramentos manuais e apresentaram as seguintes características médias: matéria orgânica ( $48 \text{ dag kg}^{-1}$ ); relação C/N (13/1); pH (7,4); macronutrientes em  $\text{dag kg}^{-1}$  (N: 2,00; P: 1,20; K: 1,50; Ca: 6,00 e Mg: 0,60); micronutrientes em  $\text{mg kg}^{-1}$  (Cu: 50; Zn: 223; Fe: 16.064; Mn: 804 e B: 36).

As plantas de leucena foram podadas duas ou três vezes ao ano, dependendo do seu desenvolvimento vegetativo, antes de cada cultivo, e sua biomassa foi distribuída sobre o solo antes do plantio da cultura de interesse. Quando o sistema foi implantado em plantio direto, a biomassa da leucena foi agregada à biomassa da gramínea usada no pré-cultivo (milho), sendo mantidas em cobertura sobre o solo para a prática do plantio direto. Essa prática consiste da poda e trituração das hastes de leucena, distribuição da biomassa nas alamedas sobre a gramínea pré-cultivada e posterior rolagem ou roçagem.

A quantidade de biomassa de leucena aplicada nas parcelas foi padronizada para os tratamentos em estudo, exceto para o T1, em que a quantidade foi definida em função da média produzida em cada corte, para melhor uniformidade dos efeitos interativos com as doses de composto.

A rotação de culturas foi realizada com repolho, pimentão e milho-verde (dupla função = espigas e palhada). O manejo orgânico das culturas foi realizado segundo as recomendações técnicas de Souza e Resende (2014). Foram realizadas caracterizações dos solos na camada de 0 a 20 cm das parcelas experimentais, no início do projeto e ao longo do tempo como subparcelas distribuídas no tempo.

A Tabela 11 mostra que o aporte de biomassa gerada na fase de formação das plantas, nas alamedas de leucena, no período de 2009 a 2011, foi de 42,1 t de massa verde, equivalente a 19,0 t de massa seca por hectare, num total de sete cortes.

**Tabela 11.** Aporte de biomassa de leucena nas alamedas, no período de 2009 a 2011. Incaper, Domingos Martins/ES, 2011

Datas de corte	Aporte biomassa verde por parcela de 75 m <sup>2</sup> (kg)	Umidade (%)	Aporte biomassa seca por parcela de 75 m <sup>2</sup> (kg)	Teor de MO (%)
16/04/2009	40,0	69	12,4	-
24/09/2009	17,5	70	5,2	95
18/12/2009	23,5	72	6,6	94
18/11/2010	39,0	69	12,1	95
17/06/2010	80,0	70	24,0	-
04/05/2011	70,0	72	19,6	93
24/11/2011	46,0	71	13,3	-
<b>Média dos dados</b>	<b>45,1 kg</b>	<b>70,0</b>	<b>13,5 kg</b>	<b>94,2</b>
<b>Total por parcela</b>	<b>316,0 kg</b>	-	<b>94,5 kg</b>	-
<b>Total por ha em 3 anos</b>	<b>42,1 t ha<sup>-1</sup></b>	-	<b>12,6 t ha<sup>-1</sup></b>	-

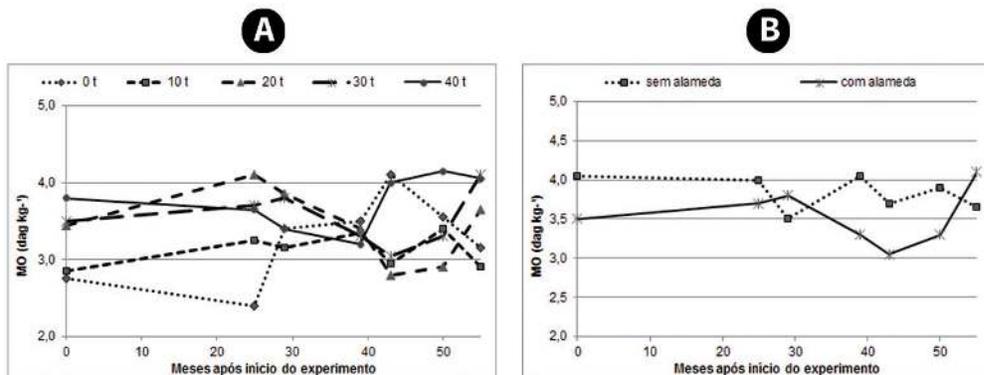
A Tabela 12 mostra a composição média de nutrientes em cada época de corte das plantas de leucena, revelando boa composição em N (2,5%) e em K (1,9%), fatores que podem melhorar o desenvolvimento das plantas e as características do solo, respectivamente.

**Tabela 12.** Teores de nutrientes na matéria seca (MS) da parte aérea da leucena nas alamedas, no período de 2009 a 2011. Incaper, Domingos Martins/ES, 2011

Datas de corte	N	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Fe	Mn	Cu	B
	dag kg <sup>-1</sup>						mg kg <sup>-1</sup>				
16/04/2009	1,9	0,33	2,2	0,74	0,14	0,17	31	137	33	6	22
24/09/2009	2,6	0,31	1,4	0,45	0,11	0,09	29	325	33	7	22
18/12/2009	3,0	0,28	2,0	1,01	0,21	0,19	23	263	27	5	33
18/11/2010	2,6	0,31	2,0	0,96	0,19	0,24	29	165	26	11	38
17/06/2010	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na
04/05/2011	2,6	0,25	1,8	0,65	0,15	0,20	12	29	133	20	29
24/11/2011	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na
<b>MÉDIA</b>	<b>2,5</b>	<b>0,30</b>	<b>1,9</b>	<b>0,76</b>	<b>0,16</b>	<b>0,18</b>	<b>25</b>	<b>184</b>	<b>50</b>	<b>10</b>	<b>29</b>

\* na = não analisado em laboratório.

A evolução dos teores de MO do solo em função das doses de composto estão apresentadas na Figura 10. O aporte de 42,1 t ha<sup>-1</sup> de massa verde de leucena, associado às doses de composto, possivelmente proporcionaram essas variações nos dados observados, nos tempos de amostragem, nesses três primeiros anos, o que não permitiu ajuste significativo a nenhum modelo polinomial.

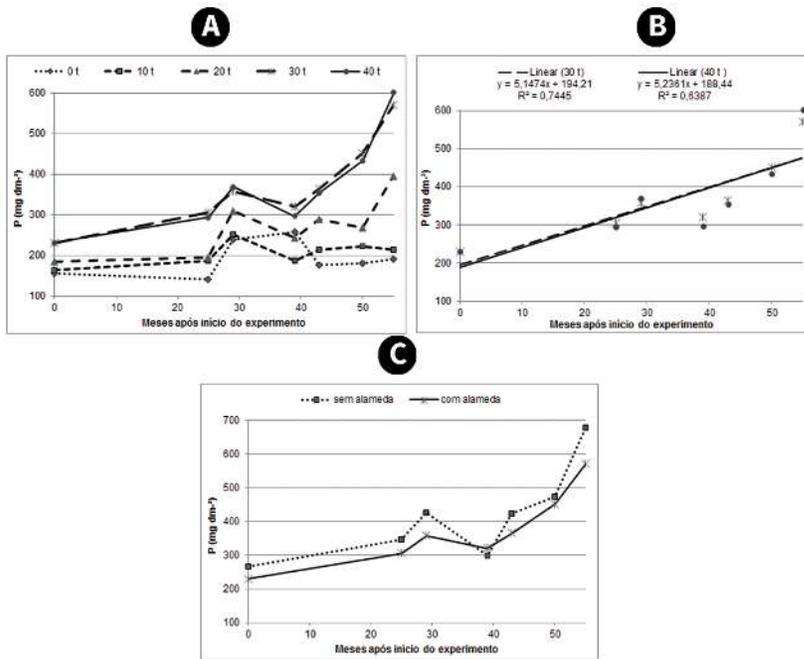


**Figura 10.** Evolução da matéria orgânica do solo (MO) em diferentes doses de composto, no cultivo em alamedas (A) e na dose padrão de 30 t ha<sup>-1</sup>, na ausência e presença de alamedas (B). Incaper, Domingos Martins/ES, 2011.

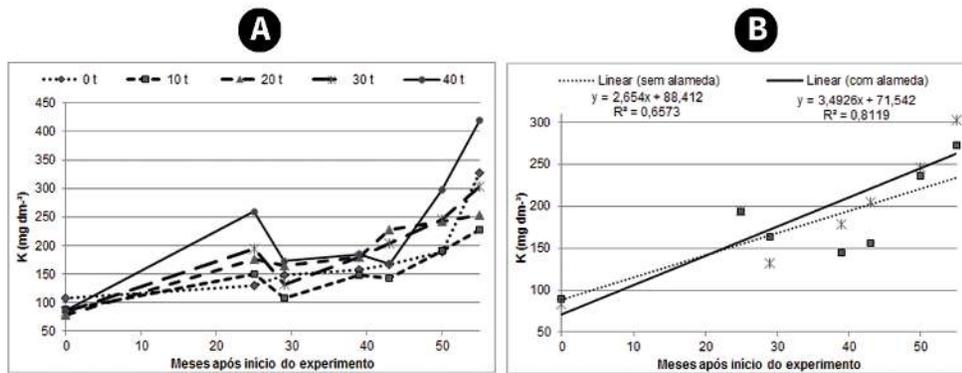
Analisando-se comparativamente a presença e ausência das alamedas na dose padrão de 30 t ha<sup>-1</sup> (T1 vs. T5), também foi verificada grande variação nos dados, não se confirmando efeito das alamedas para elevação da MO do solo, quando associada à adubação com composto. Isso indica a necessidade de avaliações em período de tempo maior.

Os teores de P do solo elevaram-se no tempo, com maiores efeitos para as dosagens de 30 e 40 t ha<sup>-1</sup> de composto, associadas à biomassa da leucena (Figura 11A). Nessas doses maiores, o P apresentou relação funcional direta e significativa, com melhor ajuste ao modelo linear (Figura 11B). Nas doses menores, não houve significância pelo teste 'F'. Verificou-se também que a presença das alamedas não interferiu na composição e na evolução dos teores de P no tempo, até o terceiro ano (Figura 11C).

Os teores de K do solo apresentaram aumento ao longo do tempo para todas as doses de composto, quando associadas ao aporte de leucena. Inclusive, com forte incremento de K na testemunha (T1 = 0 t ha<sup>-1</sup>), nos últimos meses avaliados, comprovando grande mobilização de K pelas plantas de leucena (Figura 12A). O composto orgânico na dose padrão de 30 t ha<sup>-1</sup> também proporcionou aumento do teor de K no solo ao longo do tempo, mostrando ajuste linear tanto na ausência como na presença das alamedas. Verificou-se uma inclinação mais acentuada da reta com a presença da leucena, comprovando mais uma vez a capacidade dessa planta em aportar K às camadas superficiais do solo (Figura 12B).



**Figura 11.** Evolução do fósforo (P) em diferentes doses de composto, no cultivo em alamedas (A) e ajuste linear para as doses de 30 e 40 t ha<sup>-1</sup> (B). Evolução do fósforo (P) na dose padrão de 30 t ha<sup>-1</sup>, na ausência e presença de alamedas (C). Incaper, Domingos Martins/ES, 2011.



**Figura 12.** Evolução do potássio (K) em diferentes doses de composto, no cultivo em alamedas (A) e na dose padrão de 30 t ha<sup>-1</sup>, na ausência e presença de alamedas (B). Incaper, Domingos Martins/ES, 2011.

Os resultados das avaliações dos três anos de aporte de biomassa comprovam a eficiência da compostagem para melhoria das características do solo, sendo que a associação com a leucena em cultivo orgânico em alamedas intensifica a mobilização do K no solo. Para recomendações técnicas mais precisas, estudos de maior longevidade devem ser realizados.

## 6 REFERÊNCIAS

- AITA, C.; FRIES, M. R.; GIACOMINI, S. J. Ciclagem de nutrientes no solo com plantas de cobertura e dejetos de animais. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 24., 2000, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: UFSM, 2000. CD ROM.
- ALCÂNTARA, F. A. de; FURTINI NETO, A. E.; PAULA, M. B. de; MESQUITA, A. de; MUNIZ, J. A. Adubação verde na recuperação da fertilidade de um Latossolo Vermelho-Escuro degradado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 2, p. 277-288, 2000.
- ALMEIDA, M. M. T. B.; LIXA, A. T.; SILVA, E. E.; AZEVEDO, P. H. S.; POLLI, H.; RIBEIRO, R. L. D. Fertilizantes de leguminosas como fontes alternativas de nitrogênio para produção orgânica de alface. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, n. 6, s/p, 2008.
- ALVARENGA, R. C.; COSTA, L. M.; MOURA FILHO, W.; REGAZZI, A. J. Características de alguns adubos verdes de interesse para a conservação e recuperação de solos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 30, n. 2, p. 175-185, fev. 1995.
- AMABILE, R. F.; FANCELLI, A. L.; CARVALHO, A. M. Comportamento de espécies de adubos verdes em diferentes épocas de semeadura e espaçamentos na região dos cerrados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 1, p. 47-54, jan. 2000.
- AMABILE, R. F.; FANCELLI, A. L.; CARVALHO, A. M. Absorção de N, P e K por espécies de adubos verdes cultivadas em diferentes épocas e densidades num Latossolo Vermelho-Escuro argiloso sob cerrados. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 23, n. 4, p.837-845, 1999.
- ANDRADE, A. P.; MAFRA, A. L.; PICOLLA, C. D.; ALBUQUERQUE, J. A.; BERTOL, I. Atributos químicos de um Cambissolo Húmico após 12 anos sob preparo convencional e semeadura direta em rotação e sucessão de culturas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 42, n. 5, mai. 2012.
- BARRADAS, C. A. A.; FREIRE, L. R.; ALMEIDA, D. S.; DE-POLLI, H. Comportamento de adubos verdes de inverno na região serrana fluminense. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 12, p. 1461-1468, dez. 2001.
- BARRELLA, T. P. **Manejo de espécies de leguminosas em cafezal sob cultivo orgânico**. 2010. 105 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2010.
- BERGO, L. C.; PACHECO, E. P.; MENDONÇA, H. A. de; MARINHO, J. T. de S. . Avaliação de espécies leguminosas na formação de cafezais no segmento da agricultura familiar no Acre. **Acta Amazônica**, v. 36, n. 1, p. 19-24, mar. 2006.
- BORTOLINI, C. G.; SILVA, P. R.; ARGENTA, G. Sistemas consorciados de aveia preta e ervilhaca comum como cobertura de solo e seus efeitos na cultura do Milho em sucessão. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 24, n. 4, p. 897-903, 2000.

CARDOSO, R. G. S. **Período de consorciação de labe-labe e feijão-de-porco com cafeeiros e trapoeraba**. 2010. 98 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2013.

CAZETTA, D. A.; FORNASIERI FILHO, D.; GIROTTO, T. Composição, produção de matéria seca e cobertura do solo em cultivo exclusivo e consorciado de milho e crotalária. *Acta Scientiarum. Biological Sciences*, v. 27, n. 4, p. 575-580, out./dez. 2005.

CHAUHAN, Y. S.; JOHANSEN, C.; JUNG-KYUNG, M.; YEONG-HO, L.; SUK-HA, L. Photoperiod responses of extra-short-duration pigeonpea lines developed at different latitudes. *Crop Science*, v. 42, n. 4, p. 1139-1146, 2002.

COSTA, M. B. B.; CALEGARI, A.; MONDARDO, A.; BULISANI, E. A.; WIDNER, L. do P.; ALCANTRA, P. B.; MYASAS, S.; AMADO, T.J.C. **Adubação verde no Sul do Brasil**. Rio de Janeiro: AS-PTA, 1993.

DAROLT, M. R. Por que os alimentos orgânicos são mais caros? In: **Agricultura orgânica: inventando o futuro**. Londrina: IAPAR, 2002. p. 200-203.

DENARDIN, J. E.; KOCHHANN, R. A. Requisitos para implantação e a manutenção do sistema do plantio direto. In: **Plantio direto no Brasil**. Passo Fundo: Embrapa-CNPT, 1993. p. 19-27.

DORNELES, E. P. **Atributos químicos de argissolo e exportação de nutrientes por culturas sob sistemas de preparo e adubação**. 2011. 91 f. Dissertação (Mestrado em Ciências do solo) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Leucena: fonte alternativa de adubo nitrogenado para o cultivo do milho**. Embrapa. Disponível em: <www.cnpm.embrapa.br>. Acesso em: 2 set. 2005.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Manual de métodos de análise de solo**. 2 ed. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura e do Abastecimento, 1997.

FENILLI, T. A. B.; REICHART, K.; BACCHI, O. O. S.; TRIVELLIN, P. C. O.; DOURADO, NETO, D. The <sup>15</sup>N isotope to evaluate fertilizer nitrogen absorption efficiency by the coffee plant. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, v. 79, n. 4, p. 767-776, dez. 2007.

FONTANÉTTI, A.; CARVALHO, G. J. de; GOMES, L. A. A.; ALMEIDA, K. de; MORAES, S. R. G. de; TEIXEIRA, C. M. Adubação verde na produção orgânica de alface americana e repolho. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 24, n. 2, p. 146-150, jun. 2006.

FUNDAÇÃO BANCO DO BRASIL. **Manual de capacitação da tecnologia social Pais: Produção agroecológica integrada e sustentável**. Brasília: FBB, 2009. 48 p.

KIEHL, E. J. **Fertilizantes orgânicos**. Piracicaba: Agronômica Ceres, 1985. 492 p. LAVIOLA, B. G.; MARTINEZ, H. E. P.; SALOMÃO, L. C. C.; CRUZ, C.D.; MENDONÇA, S.

M; ROZADO, L. Acúmulo em frutos e variação na concentração foliar de NPK em cafeeiro cultivado em quatro altitudes. **Bioscience Journal**, v. 24, n. 1, p. 19-31, jan./mar. 2008.

LINHARES, P. C. F.; SILVA, M. L.; SANTOS, S. J.; HOLANDA, A. K.; SILVA, U. L. Influência da jitrana em cobertura como adubação verde sobre o desempenho agrônomo da alface. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 22, n. 4, p. 65-69, out./dez. 2009.

KASS, D.; JIMÉNEZ, J. M.; SCHLÖNVOIGT, A. Como Hacer el cultivo em callejones más productivo, sostenible y aceptable a pequeños productores. **Agroforestería em las Américas**, Turrialba, v. 4, n. 14, p. 21-23, 1997.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, A. S. **Avaliação do estado nutricional de plantas**: princípios e aplicações. Piracicaba: Potafos: , 1989. 210 p.

MATZENBACHER, R. G. Manejo e utilização da cultura. In: MATZENBACHER, R. G. (Coord.). **A cultura da aveia no sistema plantio direto**. Cruz Alta: FUNDACEP FECOTRIGO, 1999.

MELÉNDEZ, L. El Dr. Donald Kass: uno de los pioneros en el cultivo em callejones en América Latina. **Agroforestería em las Américas**, Turrialba, v. 4, n. 14, p. 4-5, 1997.

MENEZES, R. S. C.; SILVA, T. O. Mudanças na fertilidade de um Neossolo Regolítico após seis anos de adubação orgânica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.12, n. 3, p. 251-257, 2008.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA. **Instrução Normativa nº 46**, de 06 de outubro de 2011. Brasília: MAPA, D.O.U., 07/10/2011, Seção 1.

NEVES, Y. P.; MARTINEZ, H. E. P.; SOUZA, C. M.; CECON, P. R. Teor de água e fertilidade do solo com cafeeiros cultivados em sistemas agroflorestais. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 31, n. 4, p. 575-588, 2007.

OLIVEIRA, F. F.; GUERRA, J. G. M.; ALMEIDA, D. L.; RIBEIRO, R. L. D.; ESPINDOLA, J. A. A.; RICCI, M. S. F.; CEDDIA, M. B. Avaliação de coberturas mortas em cultura de alface sob manejo orgânico. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 26, n. 2, p. 216-220, 2008.

OLIVEIRA, L. C.; STANGARLIN, J. R.; Cândido, R.; SIMON, D.; ZIMMERMANN, A. Adubação orgânica e manejo da adubação verde na cultura da alface em sistema orgânico. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Porto Alegre, v. 4, n. 2, nov. 2009.

PAULO, E. M.; BERTON, R. S.; CAVICHIOLI, J. C.; BULISANI, E. A.; KASAI, F. S. Produtividade do café Apoatã em consórcio com leguminosas na região da Alta Paulista. **Bragantia**, Campinas, v. 60, n. 3, p. 195-199, 2001.

PAULO, E. M.; BERTON, R. S.; CAVICHIOLI, J. C.; BULISANI, E. A.; KASAI, F. S. Produtividade do cafeeiro Mundo Novo enxertado e submetido à adubação verde antes e após recepa da lavoura. **Bragantia**, v. 65, n. 1, p. 115-120, 2006.

PERIN, A.; SANTOS, R. H. S.; URQUIAGA, S.; GUERRA, J. G. M.; CECON, P. R. Produção de fitomassa, acúmulo de nutrientes e fixação biológica de nitrogênio por adubos verdes em cultivo isolado e consorciado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, p. 35-40, 2004.

POWELL, M. H.; WESTLEY, S. B. (Ed.). **Producción y uso de eritrina**: manual de campo. Bangkok: Graftsman Press, 1995. 62 p.

RICCI, M. dos S. F.; MANOEL, R. M.; SEGGES, J. H.; OLIVEIRA, F. F.; MIRANDA, S. C. Influência da arborização no crescimento, estado nutricional, produtividade e qualidade de bebida de café conilon (*Coffea canephora*) sob manejo orgânico. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS, 28., 2002, Caxambu. **Anais...** Caxambu: Consórcio Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento do Café, 2002. p. 300-301.

SCIVITTARO, W. B.; MURAOKA, T.; BOARETTO, A. E.; TRIVELIN, P. C. O. Transformações do nitrogênio proveniente de mucuna-preta e uréia utilizados como adubo na cultura do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, p. 1427-1433, 2003.

SECRETARIA DE ESTADO DO DESENVOLVIMENTO AMBIENTAL – SEDAM/RO. **Boletim Climatológico de Rondônia**. Porto Velho, 2006. n/p.

SILVA, A. G. da; CRUSCIOL, C. A. C.; SORATTO, R. P.; COSTA, C. H. M. da; NETO, J. F. Produção de fitomassa e acúmulo de nutrientes por plantas de cobertura e cultivo da mamona em sucessão no sistema plantio direto. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 40, p. 2092-2098, 2010.

SOLINO, A. J. S.; FERREIRA, R. O.; FERREIRA, R. L. F.; NETO, S. E. A.; NEGREIRO, J. R. S. Cultivo orgânico de rúcula em plantio direto sob diferentes tipos de coberturas e doses de composto. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 23, p. 18-24, 2010.

SOUSA, D. M. G.; MIRANDA, L. N.; OLIVEIRA, S. A. Acidez do solo e sua correlação. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V. H. A. V.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. **Fertilidade do Solo**, Viçosa, MG : Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p. 205-274.

SOUZA, J. L. de. **Curso técnico de agricultura orgânica**: produção orgânica de hortaliças e frutas. Ji-Paraná: Sebrae-RO, 2009.

SOUZA, J. L. de; RESENDE, P. **Manual de horticultura orgânica**. 3. ed. Viçosa, MG: Aprenda Fácil, 2014. 841 p.

TIVELLI, S. W.; PURQUERIO, L. F. V.; KANO, C. **Adubação verde e plantio direto em hortaliças**. APTA, 2009. Disponível em: <[www.aptaregional.sp.gov.br/.../adubacao\\_verde\\_plantio\\_direto\\_em\\_hortaliças.pdf](http://www.aptaregional.sp.gov.br/.../adubacao_verde_plantio_direto_em_hortaliças.pdf)>. Acesso em: 13 mai. 2011.

VALARINI, V.; BATAGLIA, O. C.; FAZUOLI, L. C. Macronutrientes em folhas e frutos de cultivares de café arábica de porte baixo. **Bragantia**, Campinas, v. 64, n. 4, p. 661-672, 2005.

VARELLA, C. A. A. **Efeitos dos sistemas de cultivo convencional, mínimo e direto no escoamento superficial e nas perdas de solo.**1999. 93 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 1999.

VARGAS, T. O.; DINIZ, E. R.; SANTOS, R. H. S.; LIMA, C. T. A.; URQUIAGA, S.; CECON, P. R. Influência da biomassa de leguminosas sobre a produção de repolho em dois cultivos consecutivos. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 4, p. 562-568, out./dez. 2011.

WILDNER, L. do P.; DADALTO, G. G. Adubos verdes de verão para o oeste catarinense. **Revista Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v. 4, n. 3, p. 36-49, 1991.



# DIAGNÓSTICO DE RESÍDUOS ORGÂNICOS

Jacimar Luis de Souza  
Victor Almeida Pereira  
Gabriel Pinto Guimarães  
Maria da Penha Angeletti

Este capítulo pode se tornar uma literatura de referência para técnicos e agricultores, uma vez que apresenta os indicadores analíticos da composição de muitos tipos de resíduos orgânicos, em especial aqueles disponíveis no Estado do Espírito Santo envolvendo diversas fontes de esterco, vegetais, resíduos agroindustriais e adubos orgânicos prontos. A identificação da origem e a determinação dos teores dos nutrientes dos resíduos conferem aos técnicos e produtores maior segurança na confecção de adubos e compostos orgânicos e possibilitam recomendações mais apropriadas de adubação e nutrição de plantas. O trabalho ora examinado originou-se de um diagnóstico de longa duração, durante os anos de 1990 a 2013, realizado na Unidade de Referência em Agroecologia do Incaper, que desenvolve de forma constante atividades de identificação, coleta e análise de resíduos de diferentes categorias, disponíveis no Estado do Espírito Santo, como suporte ao desenvolvimento de projetos de pesquisa e de apoio aos técnicos e produtores orgânicos. Verificou-se que existem muitos resíduos que apresentam composição adequada à produção de adubos orgânicos de qualidade, podendo ser reciclados adequadamente, tendo potencial para diminuição de custos de produção de lavouras e redução de impactos ambientais causados por destinações inadequadas.

## 1 INTRODUÇÃO

No Brasil, são extensas as fontes de dados sobre a composição média de resíduos orgânicos aplicados como adubos e/ou empregados na confecção de compostos em diversas localidades, como por exemplo no Paraná e em São Paulo. Entretanto, observa-se que esses resíduos apresentam grande variação nos teores dos elementos minerais, geralmente devido às diferenças de tipo de solo, sistemas de criação e alimentação animal, métodos de produção de adubos orgânicos, estágio de decomposição do material, métodos de amostragem, entre outros (KIEHL, 1985, 1998; PEIXOTO, 1988; PEREIRA NETO, 1996).

A identificação da origem e a determinação dos teores dos nutrientes dos resíduos conferem aos técnicos e produtores maior segurança na confecção de adubos e compostos orgânicos e possibilitam recomendações mais apropriadas de adubação e nutrição de plantas.

O Programa de Pesquisa em Agricultura Orgânica do Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper) desenvolve de forma constante atividades de identificação, coleta e análise de resíduos de diferentes categorias, disponíveis no Estado do Espírito Santo como suporte ao desenvolvimento de projetos de pesquisa e de apoio aos técnicos e produtores orgânicos.

Dessa forma, foram identificadas várias fontes de resíduos potenciais inoculantes e de processos de compostagem e fabricação de adubos orgânicos, como os esterços e resíduos agroindustriais, os resíduos vegetais e de plantas e adubos verdes; de compostos orgânicos produzidos pelo método 'Indore' de diversas fontes de compostos e adubos orgânicos prontos oriundos de produtores rurais e de firmas comerciais, de resíduos e biofertilizantes líquidos, com potencial de uso em compostagem ou em adubações diretas de lavouras, entre outros.

Para identificar os resíduos, as amostras foram coletadas no período de 1990 a 2012, sendo a maioria das amostras proveniente do Estado do Espírito Santo, recebida e/ou coletada em diversos municípios; e de resíduos empregados na produção local da Unidade de Referência em Agroecologia (URA) do Incaper e algumas amostras provenientes de fora do Estado.

Para coleta das amostras e posteriores análises, os resíduos e adubos orgânicos foram agrupados em quatro categorias:

- a) Esterços, resíduos agroindustriais e similares
- b) Resíduos vegetais
- c) Compostos orgânicos e outros insumos elaborados
- d) Resíduos e biofertilizantes líquidos.

As amostras foram processadas e analisadas de acordo com os procedimentos do Laboratório de Solos e Nutrição de Plantas do Centro Regional de Desenvolvimento Rural Centro Serrano (CRDR-CS) do Incaper, localizado em Domingos Martins-ES.

As amostras secas em estufa foram processadas em moinho e submetidas à mineralização por via úmida, digestão nítrico-perclórica, para posterior determinação

dos teores dos nutrientes (MALAVOLTA; VITTI; OLIVEIRA, 1989). O fósforo (P) e o boro (B) foram determinados por colorimetria, e o potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), ferro (Fe), zinco (Zn), cobre (Cu) e manganês (Mn) por espectrofotometria de absorção atômica. Para o nitrogênio (N), utilizou-se a solubilização sulfúrica (TEDESCO et al., 1995), seguida do método semimicro Kjeldahl.

Os resíduos líquidos e biofertilizantes foram submetidos à secagem da solução, obtendo-se sua densidade para os cálculos da quantidade de elementos aportados em função do volume de líquido aplicado ao sistema produtivo.

O teor de carbono (C) dos esterco e compostos orgânicos foi determinado pelo método de calcinação em mufla. Nas demais determinações, utilizaram-se os mesmos procedimentos para os outros resíduos.

Com a composição mineral determinada dos resíduos de diferentes categorias e dos compostos e insumos elaborados (Tabelas 1 a 5), foi feita uma aferição da qualidade desses resíduos, com os dados médios da composição dos compostos orgânicos produzidos na URA do Incaper, onde a produção local de composto é baseada no método 'Indore', com empilhamento alternado de camadas de resíduos vegetais e esterco de aviário, com reviramentos periódicos e tempo médio de fermentação/decomposição/estabilização de 100 dias, conforme ilustrado na Figura 1 do capítulo 1 "Métodos e práticas norteadoras do programa de pesquisa com agricultura orgânica".

Todas as pilhas de composto foram monitoradas individualmente, e os dados médios da composição das primeiras 50 medas são usados como padrão de referência. Também tem sido produzido, na URA, o biofertilizante líquido enriquecido em N e K, à base de composto orgânico, mamona triturada e cinza vegetal (Tabela 5). Ele é aplicado via solo por fertirrigação, para adubação em cobertura de tomate e pepino japonês, em cultivo protegido, segundo recomendações de Souza e Resende (2006).

O Programa de Pesquisa em Agricultura Orgânica do Incaper, ao longo de 22 anos, constatou a existência de uma grande variabilidade de fontes de resíduos orgânicos no Espírito Santo. O objetivo deste capítulo é apresentar a composição mineral desses resíduos e adubos para análise técnica e adequação à produção de adubos orgânicos de qualidade, com vistas a ser uma base de consulta para professores, técnicos e agricultores do Estado que praticam a agricultura orgânica, além de outros interessados.

## **2 ESTERCOS, RESÍDUOS AGROINDUSTRIAIS E SIMILARES**

A Tabela 1 apresenta a composição média de esterco, resíduos agroindustriais e similares, úteis para a composição e fabricação de adubos orgânicos.

### **2.1 ESTERCOS**

Os valores contidos na Tabela 1 (itens 1 e 2) indicam variações na composição em uma mesma categoria de esterco e mostram também diferenças entre essas

categorias. Os valores médios da matéria orgânica (MO) e da relação C/N na cama de frango (esterco de engorda de frango, coletados em média a cada 60 dias) são maiores que no esterco de galinha (esterco de ave de postura, depositados sob gaiolas, coletados em média a cada 12 meses). Na cama de frango, o N variou de 1,50 a 2,41 dag kg<sup>-1</sup>, com média de 1,96 dag kg<sup>-1</sup>. No esterco de galinha, a variação foi de 2,50 a 3,71 dag kg<sup>-1</sup>, com média de 2,97 dag kg<sup>-1</sup>. O teor de N é 34% menor no esterco de frangos, e os valores médios dos macro e micronutrientes apresentam-se semelhantes, exceto o P contido no esterco de galinha, que é 36% superior ao verificado na cama de frango.

Corroborando esses dados, Moreti et al. (2007) encontraram 2,89 dag kg<sup>-1</sup> de N e relação C/N de 9/1 no esterco de galinha que foi utilizado, isolado e associado com adubo mineral no cerrado, em Mato Grosso do Sul. Diferentemente, no Nordeste brasileiro, Cavalcante et al. (2010) encontraram teor de 1,82 dag kg<sup>-1</sup> de N no esterco de frango, valor considerado baixo para essa fonte. Essas diferenças mostram a importância para a determinação da qualidade nutricional do resíduo orgânico para cada região antes do seu uso.

Nas análises de composição de esterco, atenção deve ser dada ao estágio de degradação dos resíduos, pois mesmo entre as camas de frango, encontram-se fontes com relação C/N muito baixas em relação à média, a exemplo da fonte 12 (cama de frango de um ano) que apresentou relação C/N de 12/1, valor próximo à média verificada para esterco de galinha.

Na Tabela 1 (itens 3, 4 e 5), são apresentadas as composições de esterco de bovinos, caprinos e equinos que apresentaram teores médios de N semelhantes. Da mesma forma que ocorreu para o esterco de frango, Cavalcante et al. (2010) relataram teores de N para o esterco bovino (1,37 dag kg<sup>-1</sup> de N) e caprino (1,07 dag kg<sup>-1</sup> de N) inferiores em relação aos observados nesse estudo para o Estado do Espírito Santo. Os esterco bovinos destacaram-se pelo maior potencial hidrogeniônico (pH) e maiores teores de P e K. Devido ao baixo teor de MO (média = 22%), os esterco de caprinos apresentaram baixa relação C/N (7/1) e também apresentaram teores de C inferiores aos verificados nos esterco de bovinos e equinos.

Os esterco sólidos de suínos (obtidos após processo de retirada do excesso de umidade), descritos na Tabela 1 (item 6), apresentaram teor médio de N maior que os esterco de bovinos, caprinos e equinos (média = 2,10 dag kg<sup>-1</sup>), comprovando grande potencial para inoculação de pilhas de compostagem. Houve grande variação no teor de Fe nas duas amostras analisadas (1.070 e 12.150 mg kg<sup>-1</sup>). O teor de 1,64 dag kg<sup>-1</sup> de K é similar aos esterco de bovinos e de galinhas. Porém, os teores de 0,72 dag kg<sup>-1</sup> de P e de 1,98 dag kg<sup>-1</sup> de C estão abaixo dos verificados nos esterco de galinhas, mas acima dos verificados nos de bovinos, caprinos e equinos. Melo, Silva e Dias (2008) caracterizaram os teores nutricionais de diferentes resíduos orgânicos oriundos do sul de Minas Gerais e obtiveram teor de N total de 1,90 dag kg<sup>-1</sup> para o esterco de suíno, teor próximo ao registrado na Tabela 1 (item 6), mas com a relação C/N de 12/1, inferior ao índice de 21/1 relatado nesse trabalho.

Dois tipos de esterco de alta concentração em N e, por consequência, baixa relação C/N e de grande potencial para produção de adubos orgânicos de qualidade são apresentados na Tabela 1 (item 7). O esterco de andorinha apresentou relação C/N de 5/1 e teor de N de 11,00 dag kg<sup>-1</sup>, enquanto o esterco de codorna apresentou relação C/N de 8/1 e teor de N de 6,00 dag kg<sup>-1</sup>. Por outro lado, observou-se que o esterco de andorinha apresentou teores baixos de P, K, C e Mg, enquanto o esterco de codorna apresentou baixo teor de Fe. Melo, Silva e Dias (2008) relataram o teor de 3,30 dag kg<sup>-1</sup> de N total para o esterco de codorna, teor inferior ao encontrado no esterco dessa ave produzido no Espírito Santo, contudo apresentando relação C/N semelhante.

Apesar de não ter sido avaliado no trabalho em questão, é importante lembrar que o grau de humificação do esterco a ser utilizado é de fundamental importância. Melo, Silva e Dias (2008) comentam que além da natureza química, deve-se observar o estágio de humificação do resíduo, pois ele interfere na quantidade e velocidade de liberação de nutrientes para as plantas. Se o resíduo não estiver decomposto (humificado), ele poderá atuar como condicionante do solo e contribuirá com as propriedades físico-químicas. Além disso, destacam que, dependendo do grau de humificação do resíduo, poderá ocorrer imobilização de nutrientes pela microbiota do solo, principalmente se o resíduo possuir baixo teor de N ou alta relação C/N, uma vez que os microrganismos consumirão N, competindo com a cultura.

## 2.2 RESÍDUOS AGROINDUSTRIAIS

Entre os resíduos agroindustriais, as cinzas de madeira têm em sua composição quantidades consideráveis de macronutrientes, comprovando-se como fontes potenciais de K, C e Mg para os adubos orgânicos e para os solos. Com isso, apresentam potencialidade de utilização na adubação de plantas e como corretivo da acidez do solo. O teor médio de K das cinzas foi de 3,36 dag kg<sup>-1</sup>, mas das duas fontes de cinzas de madeira foi de 4,23 dag kg<sup>-1</sup> e da cinza de casca de arroz foi de 1,62 dag kg<sup>-1</sup>, comprovando a importância de se considerar a origem do material. De forma análoga, o teor médio de C foi de 4,67 dag kg<sup>-1</sup>, mas o das cinzas de madeira foi de 6,51 dag kg<sup>-1</sup> e da cinza de casca de arroz foi de 1,00 dag kg<sup>-1</sup>. Observou-se também grande variação na composição dos micronutrientes Zn, Fe e Mn (Tabela 1, item 8).

Os resultados das análises do farelo de soja, apresentados na Tabela 1 (item 9), confirmaram alto teor de N (média = 6,30 dag kg<sup>-1</sup>) e bom teor de K (média = 2,17 dag kg<sup>-1</sup>), mas com reduzidos teores de P (média = 0,41 dag kg<sup>-1</sup>). Os resíduos de cacau (torta e farelo) apresentaram teor de N (média = 2,76 dag kg<sup>-1</sup>) similares ao esterco de galinha e superiores ao esterco bovino, mas inferiores aos do farelo de soja (Tabela 1, item 10). Em contrapartida, indicaram composição similar em K (2,68 dag kg<sup>-1</sup>) e maior teor de P (média = 0,83 dag kg<sup>-1</sup>). É importante destacar a baixa variabilidade nos teores de N e K nas diversas fontes analisadas tanto dos resíduos de soja como de cacau.

A farinha de carne e osso confirmou-se como excelente fonte de N (média = 7,33 dag kg<sup>-1</sup>), similar ao farelo de soja e torta de mamona, com a vantagem adicional de apresentar maiores teores de P (8,82 dag kg<sup>-1</sup>) e C (12,74 dag kg<sup>-1</sup>) (Tabela 1, item 11).

Outros resíduos agroindustriais de alta qualidade, especialmente pela baixa relação C/N e alta concentração em N, estão apresentados na Tabela 1 (item 12). O farelo de sangue, a pena de galinha e a torta de mamona destacaram-se com os maiores teores de N (15,00; 13,00 e 6,00 dag kg<sup>-1</sup>, respectivamente). A borra de café solúvel, farelo de cupuaçu e torta de castanha-do-pará apresentaram teores de N de 3,00; 3,40 e 3,50 dag kg<sup>-1</sup>, respectivamente. O farelo de cupuaçu destacou-se dos demais pelo maior teor de K (média = 1,80 dag kg<sup>-1</sup>).

O carvão vegetal, pela sua baixa concentração de nutrientes, confirma-se como material apropriado apenas para uso em mistura de adubos orgânicos, visando a proporcionar aumento de porosidade, contribuindo com a estruturação do solo (Tabela 1, item 12). Não se recomenda utilizá-lo em proporções volumétricas acima de 20% na elaboração de adubos orgânicos, pois ocasionará diminuição da qualidade do produto final, por efeito de diluição.

**Tabela 1.** Composição química de resíduos de diferentes origens, com potencial para confecção de adubos orgânicos, no período de 1990 a 2012. Incaper, Domingos Martins/ES, 2012

Fontes	MO (dag kg <sup>-1</sup> )	C/N	pH	Macronutrientes (dag kg <sup>-1</sup> )					Micronutrientes (mg kg <sup>-1</sup> )				
				N	P	K	Ca	Mg	Cu	Zn	Fe	Mn	B
				Estercos									
<b>Item 1 - Cama de frango (Média)</b>	<b>79</b>	<b>23/1</b>	<b>7,2</b>	<b>1,96</b>	<b>1,28</b>	<b>1,52</b>	<b>5,44</b>	<b>0,43</b>	<b>91</b>	<b>209</b>	<b>2.972</b>	<b>333</b>	<b>21</b>
Cama de frango 1	62	20/1	7,4	1,80	1,88	1,66	13,43	0,52	78	439	1.237	390	19
Cama de frango 2	71	18/1	7,1	2,30	1,78	1,70	10,48	0,48	42	332	961	338	27
Cama de frango 3	89	28/1	7,4	1,80	1,34	1,90	2,44	0,47	405	265	1.875	406	28
Cama de frango 4	67	19/1	-	2,00	0,63	0,68	1,92	0,46	62	115	9.750	781	35
Cama de frango 5	98	32/1	7,0	1,80	0,70	1,40	1,45	0,29	135	71	4.375	219	27
Cama de frango 6	91	29/1	7,0	1,80	0,76	1,40	1,62	0,32	135	135	4.758	250	21
Cama de frango 7	91	24/1	7,0	2,20	1,13	1,50	5,63	0,50	43	250	719	261	19
Cama de frango 8	71	27/1	6,9	1,50	1,43	1,65	6,45	0,28	81	150	3.400	238	28
Cama de frango 9	90	26/1	6,8	2,00	1,08	1,41	1,84	0,40	37	160	900	150	1
Cama de frango 10	56	18/1	8,4	1,60	2,19	1,76	13,86	0,78	21	266	3.125	550	28
Cama de frango 11	88	21/1	6,7	2,41	1,50	1,83	2,33	0,40	40	258	1.797	235	22
Cama de galinha de postura (1 ano) 12	46	12/1	7,2	2,30	0,95	1,34	3,88	0,27	12	72	2.771	176	1

continua...

... continuação

Fontes	MO (dag kg <sup>-1</sup> )	C/N	pH	Macronutrientes (dag kg <sup>-1</sup> )					Micronutrientes (mg kg <sup>-1</sup> )				
				N	P	K	Ca	Mg	Cu	Zn	Fe	Mn	B
<b>Item 2 - Esterco de galinha (Média)</b>	<b>64</b>	<b>13/1</b>	<b>7,1</b>	<b>2,97</b>	<b>1,74</b>	<b>1,69</b>	<b>6,61</b>	<b>0,40</b>	<b>91</b>	<b>231</b>	<b>2.999</b>	<b>240</b>	<b>34</b>
Esterco de galinha 1	75	17/1	6,0	2,60	1,25	1,13	4,15	0,15	120	258	1.430	200	33
Esterco de galinha 2	66	13/1	8,2	3,00	1,62	1,05	8,60	0,35	183	200	3.700	291	31
Esterco de galinha 3	60	12/1	7,6	3,00	0,94	1,97	5,39	0,32	71	200	4.200	286	20
Esterco de galinha 4	75	17/1	6,0	2,60	1,24	1,13	4,15	0,15	120	258	1.430	200	33
Esterco de galinha 5	79	18/1	7,4	2,50	1,52	1,52	8,00	0,47	57	300	750	323	22
Esterco de galinha 6	38	6/1	8,5	3,71	5,00	2,41	15,63	0,88	43	318	4.480	290	42
Esterco de galinha 7	88	15/1	5,8	3,40	0,64	2,63	0,34	0,51	45	86	5.000	92	56
<b>Item 3 - Esterco bovino (Média)</b>	<b>48</b>	<b>17/1</b>	<b>7,7</b>	<b>1,70</b>	<b>0,45</b>	<b>1,30</b>	<b>1,18</b>	<b>0,38</b>	<b>26</b>	<b>54</b>	<b>3.854</b>	<b>309</b>	<b>18</b>
Esterco bovino 1	60	23/1	8,4	1,50	0,90	1,85	0,59	0,14	13	7	3.085	96	-
Esterco bovino 2	55	14/1	5,7	2,20	0,25	0,78	0,87	0,22	68	31	3.071	267	16
Esterco bovino 3	48	19/1	8,2	1,47	0,89	2,11	1,66	0,81	15	88	11.295	360	21
Esterco bovino 4	49	20/1	8,4	1,40	0,19	1,75	0,50	0,30	10	35	1.530	130	14
Esterco bovino 5	56	20/1	7,6	1,60	0,37	1,55	2,60	0,50	14	10	1.500	100	18
Esterco bovino 6	25	9/1	8,3	1,70	0,16	0,45	0,55	0,20	32	17	2.600	210	20
Esterco bovino 7	45	13/1	7,0	2,00	0,40	0,60	1,50	0,50	30	190	3.900	1.000	18
<b>Item 4 - Esterco caprino (Média)</b>	<b>22</b>	<b>7/1</b>	<b>6,0</b>	<b>1,75</b>	<b>0,33</b>	<b>0,78</b>	<b>0,63</b>	<b>0,51</b>	<b>23</b>	<b>29</b>	<b>2.370</b>	<b>214</b>	<b>19</b>
Esterco caprino 1	23	7/1	7,4	1,80	0,40	0,95	0,65	0,52	25	30	2.340	220	20
Esterco caprino 2	20	7/1	4,6	1,70	0,25	0,60	0,60	0,50	20	28	2.400	208	18

continua...

... continuação

Fontes	MO (dag kg <sup>-1</sup> )	C/N	pH	Macronutrientes (dag kg <sup>-1</sup> )					Micronutrientes (mg kg <sup>-1</sup> )				
				N	P	K	Ca	Mg	Cu	Zn	Fe	Mn	B
<b>Item 5 - Esterco equino</b>	<b>63</b>	<b>21/1</b>	<b>6,6</b>	<b>1,70</b>	<b>0,34</b>	<b>0,57</b>	<b>1,03</b>	<b>0,22</b>	<b>16</b>	<b>25</b>	<b>2.567</b>	<b>199</b>	<b>22</b>
Esterco equino 1	35	15/1	6,5	1,40	0,40	0,25	1,25	0,29	22	29	2.300	240	19
Esterco equino 2	68	26/1	7,2	1,50	0,50	0,53	1,45	0,27	24	30	2.500	250	22
Esterco equino 3	85	22/1	6,2	2,20	0,13	0,92	0,40	0,11	3	15	2.900	107	25
<b>Item 6 - Esterco suíno (Média)</b>	<b>76</b>	<b>21/1</b>	<b>7,2</b>	<b>2,10</b>	<b>0,72</b>	<b>1,64</b>	<b>1,98</b>	<b>0,28</b>	<b>128</b>	<b>311</b>	<b>6.610</b>	<b>269</b>	<b>20</b>
Esterco suíno sólido 1	88	19/1	6,7	2,70	0,78	0,88	2,40	0,25	105	396	1.070	200	20
Esterco suíno sólido 2	63	24/1	7,7	1,50	0,66	2,40	1,55	0,30	150	225	12.150	338	20
<b>Item 7 - Outras fontes de esterco</b>													
Esterco de andorinha	93	5/1	-	11,00	0,11	0,44	0,17	0,03	57	24	3.487	55	1
Esterco de codorna	83	8/1	7,0	6,00	1,60	2,35	5,62	0,36	27	200	861	248	22
<b>Resíduos Agroindustriais</b>													
<b>Item 8 - Cinza vegetal (Média)</b>	<b>14</b>	<b>60/1</b>	<b>10,7</b>	<b>0,23</b>	<b>0,54</b>	<b>3,36</b>	<b>4,67</b>	<b>0,78</b>	<b>73</b>	<b>392</b>	<b>8.294</b>	<b>2.207</b>	<b>47</b>
Cinza de madeira 1	22	64/1	10,7	0,20	0,47	4,25	6,67	0,47	100	125	4.375	792	70
Cinza de madeira 2	-	-	-	0,20	0,49	4,20	6,35	1,40	100	875	17.857	1.354	55
Cinza de casca de arroz	29	56/1	-	0,30	0,67	1,62	1,00	0,46	20	175	2.650	4.475	17
<b>Item 9 - Farelo de soja (Média)</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>6,30</b>	<b>0,41</b>	<b>2,17</b>	<b>0,31</b>	<b>0,29</b>	<b>19</b>	<b>52</b>	<b>249</b>	<b>38</b>	<b>31</b>
Farelo de soja 1	-	-	-	6,60	0,40	2,30	0,33	0,30	25	55	285	42	28
Farelo de soja 2	-	-	-	6,00	0,41	2,03	0,29	0,27	12	48	213	34	34

continua...

... conclusão

Fontes	MO (dag kg <sup>-1</sup> )	C/N	pH	Macronutrientes (dag kg <sup>-1</sup> )					Micronutrientes (mg kg <sup>-1</sup> )				
				N	P	K	Ca	Mg	Cu	Zn	Fe	Mn	B
<b>Item 10 - Torta e Farelo de cacau (Média)</b>	<b>85</b>	<b>18/1</b>	<b>6,0</b>	<b>2,76</b>	<b>0,83</b>	<b>2,68</b>	<b>1,28</b>	<b>0,37</b>	<b>49</b>	<b>111</b>	<b>3.235</b>	<b>132</b>	<b>43</b>
Torta de cacau 1	90	17/1	-	3,00	0,79	5,18	0,29	0,51	84	121	3.714	67	32
Torta de cacau 2	58	16/1	7,9	2,20	2,28	2,03	5,23	0,47	25	181	6.720	383	33
Torta de cacau 3	90	16/1	-	3,30	0,63	2,20	0,33	0,57	59	103	4.000	94	41
Farelo de cacau 1	92	23/1	4,8	2,30	0,19	1,85	0,27	0,27	25	67	990	54	57
Farelo de cacau 2	94	18/1	5,2	3,00	0,25	2,15	0,30	0,03	50	83	750	64	52
<b>Item 11 - Farinha de carne e osso (Média)</b>	<b>59</b>	<b>4/1</b>	<b>6,1</b>	<b>7,33</b>	<b>8,82</b>	<b>0,52</b>	<b>12,74</b>	<b>0,30</b>	<b>8</b>	<b>99</b>	<b>486</b>	<b>12</b>	<b>57</b>
Farinha de carne e osso 1	-	-	-	7,00	6,76	0,31	13,70	0,35	6	82	402	11	9
Farinha de carne e osso 2	59	4/1	6,1	8,00	14,7	0,39	13,60	0,32	13	140	380	10	150
Farinha de carne e osso 3	-	-	-	7,00	5,00	0,87	11,00	0,24	5	75	677	16	12
<b>Item 12 - Outras fontes agroindustriais</b>													
Borra de café solúvel	67	13/1	5,2	3,00	0,53	0,53	1,03	0,11	168	58	9.286	308	16
Torta de mamona	93	9/1	6,2	6,00	0,73	0,98	0,50	0,25	27	120	1.270	95	30
Farelo de sangue	90	3/1	6,6	15,00	0,54	0,32	0,60	0,06	6	50	4.500	30	125
Pena de galinha	99	4/1	-	13,00	0,15	0,10	0,10	0,00	22	97	187	13	6
Farelo de cupuaçu	93	16/1	6,3	3,40	0,61	1,80	0,35	0,45	40	80	130	60	26
Torta de castanha-do-pará	95	16/1	6,2	3,50	0,94	0,83	0,25	0,40	20	50	70	14	108
Carvão vegetal	80	66/1	8,0	0,70	0,19	1,09	1,79	0,52	18	40	6.700	440	15

### 3 RESÍDUOS VEGETAIS

#### 3.1 GRAMÍNEAS

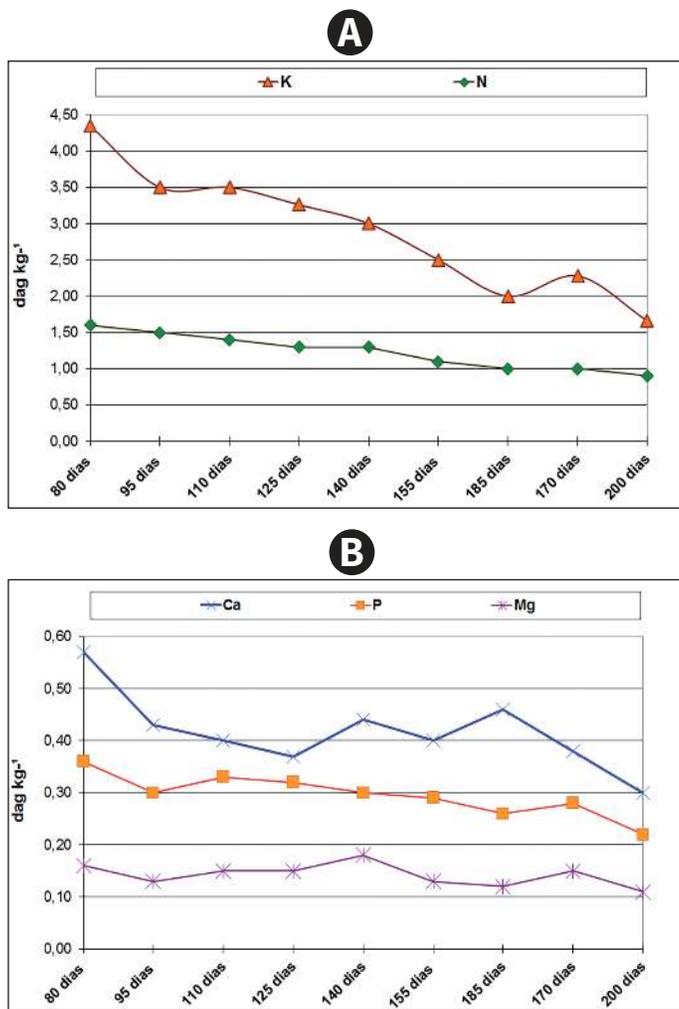
A Tabela 2 mostra a composição média de variadas fontes de resíduos vegetais, algumas com destacados teores em N mostrando-se promissoras na utilização em processos de compostagem orgânica. Mesmo para os agricultores que não possuem capineiras já implantadas na propriedade, a implantação de um talhão com a gramínea é tarefa de fácil operação e baixo consumo de mão de obra.

Entre as gramíneas, o material de maior abundância em volume de biomassa e fonte de C é o capim-cameron ou elefante (*Pennisetum purpureum* Shum.), apresentado na Tabela 2 (item 1). O cameron revelou teores médios de 1,00 dag kg<sup>-1</sup> de N, 0,25 dag kg<sup>-1</sup> de P e 2,03 dag kg<sup>-1</sup> de K.

A composição dos resíduos vegetais pode ser bastante variável com a idade da planta, condições de solo, adubação utilizada, irrigação, entre outros. Verifica-se na Tabela 2 (item 2) a composição de nutrientes nos tecidos das plantas, em uma capineira de capim-cameron analisada em vários estágios de corte. Na análise realizada no período dos 80 aos 200 dias após um corte de uniformização em uma capineira adulta, constatou-se um declínio na concentração dos elementos na matéria seca, com redução de N de 1,60 para 0,90; de P de 0,36 para 0,22; de K com expressiva queda de 4,35 para 1,66; de Ca de 0,57 para 0,30 e de Mg de 0,16 para 0,11 dag kg<sup>-1</sup>, conforme ilustrado na Figura 1. Para os micronutrientes verificaram-se perdas menores e inconstantes.

O capim-meloso (*Melinis minutiflora* P. Beauv.) apresentou menor concentração de nutrientes que o cameron, destacando os baixos teores médios de K, contudo vale destacar os maiores teores médios de Fe. Assim, recomenda-se utilizá-lo principalmente como fonte de C e, preferencialmente, no estágio mais verde, pois observou-se que dessa forma apresenta melhor teor de N e K, conforme verifica-se nas análises na Tabela 2 (item 3).

As plantas de capim variedade napier, em relação à variedade cameron, são mais finas, produzem menos biomassa e apresentam maior tombamento na fase final da capineira, dificultando operações de corte. Porém, destacam-se por apresentar maior teor de N e, portanto, menor relação C/N. Para os demais nutrientes, apresenta composição similar ao cameron, exceto para o Fe que mostrou concentração média 462% maior (Tabela 2, item 4). Vale ressaltar que, em se tratando de resíduos vegetais, além do estágio de corte, a fertilidade do local de cultivo deve ser considerada, já que isso pode influenciar significativamente na concentração de nutrientes, nos materiais vegetais. Sediya et al. (2000) avaliaram a concentração de nutrientes de sete diferentes compostos orgânicos em Oratórios/MG, caracterizando as matérias-primas para confecção das pilhas e diagnosticaram que o capim-napier apresentou teores de 1,47 dag kg<sup>-1</sup> de N; 0,17 dag kg<sup>-1</sup> de P e 1,29 dag kg<sup>-1</sup> de K, enquanto, no trabalho aqui citado, esses teores foram de 1,57 dag kg<sup>-1</sup> de N; 0,26 dag kg<sup>-1</sup> de P e 1,97 dag kg<sup>-1</sup> de K.



**Figura 1.** Evolução dos teores foliares de potássio (K) e nitrogênio (N) [A], fósforo (P) e magnésio (Mg) [B], em diferentes estágios de corte de capim-cameron. Incaper, Domingos Martins/ES, 2010.

Na Tabela 2 (itens 5, 6 e 7), verificamos as composições das gramíneas aveia-preta (*Avena strigosa* Schreb.), Cidreira (*Cymbopogon citratus* (DC) Stapf) e de grama roçada, respectivamente. Os resíduos dessas gramíneas mostram-se apropriados como fonte de C, tendo a aveia-preta a maior concentração de K. O capim-cidreira apresentou teores de Fe relativamente altos, semelhante ao capim-napier. Também se verificou que a cidreira, se utilizada em estágio verde, apresenta melhor composição de N e K. Gonçalves, Ceretta e Basso (2000) avaliaram o N do solo sob plantio direto, em Santa Maria/RS e verificaram que a aveia-preta apresentou teor de N de 0,99 dag kg<sup>-1</sup>, valor inferior ao relatado na Tabela 2 (item 6).

Analisando-se os resíduos de arroz na Tabela 2 (itens 8 e 9), verificou-se que a palha (da planta) apresenta melhor composição em K que a casca (crua), assemelhando-se nos teores de N e K. O pó de arroz (denominado em algumas regiões como “Cuim de arroz”) pode ser útil como fonte de C. A casca de arroz

carbonizada apresenta o menor teor de MO entre os resíduos de arroz, mas devido à carbonização, a relação C/N é alta (77/1) pela redução do teor de N nesse processo (0,5 dag kg<sup>-1</sup>). Porém, apresenta a vantagem de concentrar P e K em relação à casca crua.

Na Tabela 2 (item 10), verificamos que o bagaço de cana pode ser utilizado como fonte de C. Em estágio inicial (menos curtido), por apresentar baixa composição de N, P e K, deve ser usado apenas em proporções que não ultrapassem 20% do volume em pilhas de compostagem. Porém, quando em estágio mais curtido, apresenta menor relação C/N e maior concentração em N, podendo ser usado em maiores proporções na compostagem, apesar de manter baixos teores de P e K. Corroborando essas informações, Sedyama et al. (2000) também obtiveram baixos teores de nutrientes no bagaço cana, que apresentou 0,76; 0,05 e 0,15 dag kg<sup>-1</sup> de N, P e K, respectivamente, além da alta relação C/N (64/1).

A casca de eucalipto tem sido um resíduo de grande abundância no Espírito Santo, nos últimos anos. Verificou-se nas análises contidas na Tabela 2 (item 11) que se trata de material relativamente pobre em nutrientes, devendo ser usado como fonte de C e em proporções não superiores a 20% em volume da compostagem, para não afetar a qualidade final do composto. De forma similar ao bagaço de cana, quando mais curtido, apresenta menor relação C/N e maior teor de N.

### 3.2 LEGUMINOSAS

As leguminosas anuais apresentadas na Tabela 2 (itens 12, 13, 14 e 15) caracterizam-se por apresentar relação C/N baixa e boas fontes de N, com teores médios de 3,20; 3,53; 3,20 e 2,20 dag kg<sup>-1</sup> para a crotalária (*Crotalaria* sp.), feijão-de-porco (*Canavalia ensiformes* L.), mucuna-preta (*Mucuna aterrima* Piper & Tracy) e tremoço-branco (*Lupinus albus* L.), respectivamente. Diversas pesquisas em várias regiões do Brasil mostram a importância das leguminosas em fornecer N para o sistema solo-planta. Teor de 3,30 dag kg<sup>-1</sup> de N na crotalária utilizada no agreste paraibano foi relatado por Silva e Menezes (2007). Cazetta, Filho e Giroto (2005) relataram 2,63 dag kg<sup>-1</sup> de N na crotalária produzida em Jaboticabal/SP. Amabile, Fancelli e Carvalho (1999) relataram valores variando de 1,47 a 2,20 dag kg<sup>-1</sup> de N na crotalária em função da época de corte, em relação ao plantio, identificando que quanto mais nova é a biomassa da crotalária, maior são os teores de N.

Essas leguminosas também são mobilizadoras de K e Mg, com teores superiores à maioria das gramíneas. As composições em C das leguminosas anuais foram maiores que todas as fontes de gramíneas relatadas neste capítulo. Por outro lado, apresentaram teores de Fe bem abaixo dos obtidos nas gramíneas, indicando serem extratoras menos eficazes desse elemento. O tremoço-branco destaca-se entre todas as leguminosas cultivadas nos solos da URA por apresentar alto teor de Mn, indicando ser bom extrator desse elemento e, por consequência, contribuir para a redução da acidez do solo.

A leguminosa arbórea leucena, *Leucaena leucocephala* (Lam.), podada regularmente três vezes ao ano, proporciona rebrota intensa, com boa produção de biomassa, caracterizada por apresentar, em seus ramos e folhas triturados, baixa relação C/N (média = 20/1) e boa fonte de N e K, com teores médios de 2,80 e 2,08 dag kg<sup>-1</sup>, respectivamente (Tabela 2, item 16). A leguminosa arbórea acácia-rosa (*Cassia grandis*) (Tabela 2, item 17) apresentou teores de N, P e K menores que os teores médios da leucena, possivelmente por serem analisados ramos e folhas não oriundos de rebrota como a leucena, constituindo-se, portanto, de tecidos vegetais mais velhos.

O amendoim-forrageiro (*Arachis pintoi* Krap. & Greg.) é uma das leguminosas herbáceas perenes de maior potencial para a formação de banco de proteína ou para cobertura permanente de solo em áreas de cultivos perenes, como pomares e cafeicultura. Sua composição está apresentada na Tabela 2 (item 17), indicando bom teor de N e maiores valores em Mg e B, em relação à média de outros resíduos vegetais. Outra leguminosa herbácea perene, conhecida regionalmente como botão-de-ouro, merece destaque por apresentar composição similar às leguminosas anuais. Essa espécie pode também ser opção para formação de banco de proteína ou para cobertura de solo em áreas de cultivos perenes, podendo ser boa fornecedora de N (teor médio de 3,20 dag kg<sup>-1</sup>).

### 3.3 OUTRAS FONTES VEGETAIS

A média das fontes de palha de café arábica analisadas (Tabela 2, item 18), caracterizaram-se por apresentar baixa relação C/N (34/1) e ser boa fonte de N e K, mas com baixa concentração em P. Devido à origem diversa das fontes, que são influenciadas por tipo de solo, sistemas de adubação, estágio de decomposição, entre outros, verificou-se grande variação nos teores de alguns nutrientes, como o N (de 0,9 a 2,1 dag kg<sup>-1</sup>), o K (de 0,33 a 1,83 dag kg<sup>-1</sup>) e o Fe (de 473 a 3375 mg kg<sup>-1</sup>).

O resíduo de pó de serra de madeira (Tabela 2, item 19), oriundo de serrarias, caracteriza-se como material de alta relação C/N (102/1 a 574/1) quando novo e, por isso, de difícil decomposição, devendo ser utilizado como fonte de C em processos de compostagem, limitado a 20% do volume da mistura. Essa limitação é importante por favorecer o processo de fermentação e não comprometer a qualidade do produto final, devido aos baixos teores de N, P e K. Porém, de forma similar ao bagaço de cana e à casca de eucalipto, quando mais curtido, apresenta menor relação C/N e maior teor de N, podendo, nesse caso, ser usado em maiores proporções, nas pilhas de compostagem, desde que seja associado a resíduos com melhores teores de P e K.

O nabo-forrageiro (*Raphanus sativus* L.), mesmo não sendo planta da família das leguminosas, tem potencial para o fornecimento de N, com teor médio de 1,95 dag kg<sup>-1</sup>, além da baixa relação C/N (média = 29/1). Porém, o maior destaque desse adubo verde é o seu teor de K de até 4,18 dag kg<sup>-1</sup>, além do fato de ser um dos resíduos vegetais de maior concentração desse elemento (Tabela 2, item 20).

As plantas de aguapé (*Eichhornia crassipes*), resíduos muito abundantes em diversas lagoas do Espírito Santo, destacam-se pela baixa relação C/N (34/1), pelo bom teor médio de N (2,10 dag kg<sup>-1</sup>) e pelo alto teor de K (3,89 dag kg<sup>-1</sup>). Entretanto, verificou-se grande variação nos teores de N (de 1,00 a 4,00 dag kg<sup>-1</sup>) e K (de 0,65 a 6,44 dag kg<sup>-1</sup>) indicando que análises prévias do resíduo devem ser realizadas para um diagnóstico mais preciso. Numa análise comparativa da fonte 7 (aguapé novo) com a fonte 8 (aguapé velho), verificaram-se teores semelhantes entre ambas, para todas as características (Tabela 2, item 21).

Entre as outras fontes de resíduos vegetais apresentadas na Tabela 2 (item 22), destacam-se a mamona (*Ricinus communis* L.), o margaridão (*Tithonia diversifolia*), o caruru (*Amaranthus* sp.) e a graxa (*Hibiscus rosa-sinensis*), como boas fontes de N e K. Adicionalmente, o caruru mostrou ser bom mobilizador de Mg e, juntamente com margaridão, bom mobilizador de P. No engajo de banana, as análises confirmaram alta concentração de K prevista. Por isso, o resíduo é muito útil para enriquecimento de adubos orgânicos com esse elemento. Tanto as folhas quanto o caule da dracena (*Dracaena marginata*) apresentaram excelente teor de N (3,50%), podendo ser utilizados como enriquecedores de compostagem orgânica. O caroço de açaí em processo inicial de decomposição apresentou bom teor de N (2,2 dag kg<sup>-1</sup>) e K (1,33 dag kg<sup>-1</sup>) e, considerando seu alto teor de matéria seca (67 dag kg<sup>-1</sup>), pode ser considerado excelente material orgânico como fonte desses elementos.

**Tabela 2.** Composição química de resíduos vegetais com potencial para confecção de adubos orgânicos e adubação verde, avaliados no período de 1990 a 2012. Incaper, Domingos Martins/ES, 2012

Fontes	MO (dag kg <sup>-1</sup> )	C/N	pH	Macronutrientes (dag kg <sup>-1</sup> )					Micronutrientes (mg kg <sup>-1</sup> )				
				N	P	K	Ca	Mg	Cu	Zn	Fe	Mn	B
				Gramíneas									
<b>Item 1 - Capim-cameron ou elefante (Média)</b>	<b>97</b>	<b>56/1</b>	<b>7,2</b>	<b>1,00</b>	<b>0,25</b>	<b>2,03</b>	<b>0,42</b>	<b>0,26</b>	<b>9</b>	<b>21</b>	<b>214</b>	<b>117</b>	<b>2</b>
<b>Item 2 - Cameron em estágios de corte</b>													
Cameron 80 dias	-	-	-	1,60	0,36	4,35	0,57	0,16	5	38	264	71	12
Cameron 95 dias	-	-	-	1,50	0,30	3,50	0,43	0,13	4	35	341	51	10
Cameron 110 dias	-	-	-	1,40	0,33	3,50	0,40	0,15	5	32	668	59	12
Cameron 125 dias	-	-	-	1,30	0,32	3,26	0,37	0,15	6	44	519	54	13
Cameron 140 dias	-	-	-	1,30	0,30	3,00	0,44	0,18	5	70	229	74	12
Cameron 155 dias	-	-	-	1,10	0,29	2,50	0,40	0,13	5	33	257	56	13
Cameron 185 dias	-	-	-	1,00	0,26	2,00	0,46	0,12	5	32	233	60	8
Cameron 170 dias	-	-	-	1,00	0,28	2,28	0,38	0,15	8	30	383	66	13
Cameron 200 dias	-	-	-	0,90	0,22	1,66	0,30	0,11	4	23	218	41	10
<b>Item 3 - Capim-meloso (Média)</b>	<b>94</b>	<b>80/1</b>	<b>-</b>	<b>0,76</b>	<b>0,17</b>	<b>0,76</b>	<b>0,42</b>	<b>0,15</b>	<b>4</b>	<b>14</b>	<b>802</b>	<b>87</b>	<b>2</b>
Meloso 1	93	90/1	-	0,60	0,12	0,50	0,23	0,10	3	11	284	39	6
Meloso 2 picado	95	110/1	-	0,50	0,06	0,25	0,15	0,04	1	2	227	39	1
Meloso 3 seco	90	75/1	-	0,70	0,22	0,65	0,83	0,19	8	34	2.723	211	1
Meloso 4 verde	-	-	-	1,00	0,25	1,30	0,35	0,25	9	12	143	83	3
Meloso 5 verde	96	56/1	-	1,00	0,20	1,10	0,54	0,15	1	12	631	63	1

continua ...

...continuação

Fontes	MO (dag kg <sup>-1</sup> )	C/N	pH	Macronutrientes (dag kg <sup>-1</sup> )					Micronutrientes (mg kg <sup>-1</sup> )				
				N	P	K	Ca	Mg	Cu	Zn	Fe	Mn	B
<b>Item 4 - Capim-napier (Média)</b>	<b>91</b>	<b>37/1</b>	-	<b>1,57</b>	<b>0,26</b>	<b>1,97</b>	<b>0,56</b>	<b>0,15</b>	<b>6</b>	<b>14</b>	<b>1.203</b>	<b>62</b>	<b>2</b>
Napier 1 seco	85	35/1	-	1,40	0,39	1,51	0,78	0,17	1	13	2.389	101	1
Napier 2 verde	96	40/1	-	1,40	0,13	0,76	0,47	0,12	1	10	741	25	1
Napier 3 verde	-	-	-	1,90	0,26	3,65	0,42	0,15	15	18	479	59	4
<b>Item 5 - Aveia-preta (Média)</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>1,65</b>	<b>0,37</b>	<b>2,79</b>	<b>0,63</b>	<b>0,18</b>	<b>9</b>	<b>31</b>	<b>517</b>	<b>66</b>	<b>12</b>
Aveia-preta 1	-	-	-	1,20	0,35	2,53	0,45	0,15	6	25	859	81	10
Aveia-preta 2	-	-	-	2,10	0,38	3,05	0,80	0,20	11	36	175	51	14
<b>Item 6 - Cidreira (Média)</b>	<b>90</b>	<b>44/1</b>	-	<b>1,23</b>	<b>0,19</b>	<b>1,79</b>	<b>0,41</b>	<b>0,11</b>	<b>2</b>	<b>15</b>	<b>1.251</b>	<b>73</b>	<b>1</b>
Cidreira 1 verde	92	53/1	-	1,00	0,31	3,10	0,21	0,12	1	24	482	57	2
Cidreira 2 verde	90	32/1	-	1,60	0,13	1,44	0,48	0,12	1	12	1.481	101	1
Cidreira 3 seca	88	46/1	-	1,10	0,13	0,84	0,54	0,08	4	10	1.791	60	1
<b>Item 7 - Roçada de grama (Média)</b>	<b>91</b>	<b>37/1</b>	<b>-</b>	<b>1,45</b>	<b>0,27</b>	<b>0,96</b>	<b>0,40</b>	<b>0,28</b>	<b>1</b>	<b>28</b>	<b>675</b>	<b>367,5</b>	<b>6</b>
Roçada de grama 1	91	38/1	-	1,40	0,25	0,93	0,41	0,28	1	26	800	340	5
Roçada de grama 2	91	35/1	-	1,50	0,28	0,98	0,39	0,28	1	30	550	395	8
<b>Item 8 - Casca de arroz (Média)</b>	<b>79</b>	<b>63/1</b>	<b>6,7</b>	<b>0,75</b>	<b>0,15</b>	<b>0,36</b>	<b>0,11</b>	<b>0,08</b>	<b>2</b>	<b>16</b>	<b>796</b>	<b>251</b>	<b>9</b>
Casca de arroz 1	77	74/1	6,7	0,60	0,12	0,42	0,13	0,08	2	21	792	237	10
Casca de arroz 2	81	52/1	-	0,90	0,17	0,30	0,09	0,07	1	11	800	265	8
<b>Item 9 - Palha de arroz (Média)</b>	<b>81</b>	<b>57/1</b>	<b>-</b>	<b>0,95</b>	<b>0,14</b>	<b>1,12</b>	<b>0,53</b>	<b>0,12</b>	<b>3</b>	<b>15</b>	<b>1.074</b>	<b>460</b>	<b>2</b>
Palha de arroz 1	82	79/1	-	0,60	0,04	1,30	0,35	0,16	1	17	475	643	3
Palha de arroz 2	80	35/1	-	1,30	0,23	0,93	0,71	0,08	4	13	1.672	276	1
Pó de arroz (cuim de arroz)	97	62/1	-	0,90	0,21	0,93	0,34	0,12	6	39	440	493	22
Casca de arroz carbonizada	66	77/1	-	0,50	0,70	0,77	0,11	0,03	7	5	154	226	18

continua ...

...continuação

Fontes	MO (dag kg <sup>-1</sup> )	C/N	pH	Macronutrientes (dag kg <sup>-1</sup> )					Micronutrientes (mg kg <sup>-1</sup> )				
				N	P	K	Ca	Mg	Cu	Zn	Fe	Mn	B
<b>Item 10 - Bagaço de cana (Média)</b>	<b>93</b>	<b>74/1</b>	<b>5,7</b>	<b>1,00</b>	<b>0,09</b>	<b>0,41</b>	<b>0,28</b>	<b>0,09</b>	<b>3</b>	<b>18</b>	<b>439</b>	<b>51</b>	<b>7</b>
Bagaço de cana 1	94	91/1	6,7	0,60	0,13	0,53	0,18	0,09	2	9	741	48	10
Bagaço de cana 2	86	102/1	4,6	0,49	0,07	0,15	0,44	0,08	3	23	190	30	5
Bagaço de cana 3 curtido	98	30/1	-	1,90	0,06	0,56	0,22	0,09	4	23	386	75	5
<b>Item 11 - Casca de eucalipto (Média)</b>	<b>90</b>	<b>91/1</b>	<b>5,6</b>	<b>0,70</b>	<b>0,09</b>	<b>0,38</b>	<b>1,50</b>	<b>0,10</b>	<b>10</b>	<b>14</b>	<b>2.650</b>	<b>329</b>	<b>21</b>
Casca de eucalipto 1	89	129/1	6,1	0,40	0,04	0,40	1,50	0,10	12	9	2.600	275	21
Casca de eucalipto 2 (curtida)	91	53/1	5,0	1,00	0,13	0,35	1,50	0,10	7	19	2.700	383	21
<b>Leguminosas</b>													
<b>Item 12 - Crotalária (Média)</b>	<b>95</b>	<b>18/1</b>	<b>5,9</b>	<b>3,20</b>	<b>0,35</b>	<b>1,78</b>	<b>1,96</b>	<b>0,29</b>	<b>10</b>	<b>46</b>	<b>179</b>	<b>44</b>	<b>30</b>
Crotalária 1	-	-	-	3,30	0,36	1,30	2,53	0,29	14	69	159	73	32
Crotalária 2	-	-	-	3,20	0,40	1,22	3,36	0,37	20	42	205	63	40
Crotalária 3	96	15/1	5,9	3,80	0,38	2,34	1,28	0,28	4	23	109	33	29
Crotalária 4	-	-	-	3,18	0,27	1,89	1,63	0,34	7	44	121	41	31
Crotalária 5	94	20/1	5,8	2,72	0,35	1,95	1,30	0,22	8	46	232	24	25
Crotalária 6	-	-	-	3,00	0,37	1,96	1,67	0,22	8	50	247	30	26
<b>Item 13 - Feijão-de-porco (Média)</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>3,53</b>	<b>0,22</b>	<b>2,24</b>	<b>1,68</b>	<b>0,26</b>	<b>10</b>	<b>34</b>	<b>426</b>	<b>22</b>	<b>33</b>
Feijão-de-porco 1	-	-	-	3,30	0,31	2,85	1,60	0,20	14	30	160	20	-
Feijão-de-porco 2	-	-	-	4,20	0,24	2,18	1,95	0,20	8	46	760	15	25
Feijão-de-porco 3	-	-	-	3,10	0,10	1,69	1,49	0,37	8	27	357	30	40

continua ...

... continuação

Fontes	MO (dag kg <sup>-1</sup> )	C/N	pH	Macronutrientes (dag kg <sup>-1</sup> )					Micronutrientes (mg kg <sup>-1</sup> )				
				N	P	K	Ca	Mg	Cu	Zn	Fe	Mn	B
<b>Item 14 - Mucuna-preta (Média)</b>				<b>3,20</b>	<b>0,25</b>	<b>2,43</b>	<b>1,20</b>	<b>0,15</b>	<b>15</b>	<b>19</b>	<b>875</b>	<b>20</b>	<b>29</b>
Mucuna-preta 1	-	-	-	2,40	0,22	2,55	1,35	0,15	15	25	750	30	-
Mucuna-preta 2	-	-	-	4,00	0,28	2,30	1,05	0,15	15	13	1.000	10	29
<b>Item 15 - Tremoço-branco (Média)</b>				<b>2,20</b>	<b>0,29</b>	<b>2,73</b>	<b>0,58</b>	<b>0,13</b>	<b>6</b>	<b>33</b>	<b>914</b>	<b>131</b>	<b>22</b>
Tremoço-branco 1				1,90	0,31	3,00	0,60	0,15	6	36	1.379	142	23
Tremoço-branco 2				2,50	0,27	2,45	0,55	0,10	5	29	448	119	21
<b>Item 16 - Leucena hastes e folhas (Média)</b>	<b>94</b>	<b>20/1</b>	<b>6,2</b>	<b>2,80</b>	<b>0,28</b>	<b>2,08</b>	<b>0,75</b>	<b>0,16</b>	<b>7</b>	<b>24</b>	<b>249</b>	<b>27</b>	<b>29</b>
Leucena hastes e folhas 1	95	21/1	6,4	2,60	0,31	1,45	0,45	0,11	7	29	325	33	22
Leucena hastes e folhas 2	94	18/1	6,3	3,00	0,28	2,02	1,01	0,21	5	23	263	27	33
Leucena hastes e folhas 3	95	21/1	5,8	2,60	0,31	2,05	0,96	0,19	11	29	165	26	38
Leucena hastes e folhas 4	93	18/1	6,3	2,96	0,25	2,48	0,67	0,15	5	20	153	23	24
Leucena hastes e folhas 5	94	20/1	6,3	2,82	0,23	2,38	0,66	0,16	6	20	340	24	27
<b>Item 17 - Outras leguminosas</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
Acácia-rosa (ramos e folhas)	-	-	-	2,30	0,16	1,27	1,67	0,20	3	11	103	60	27
Amendoim-forrageiro ( <i>Arachis pintoi</i> )	93	20/1	5,6	2,70	0,20	1,90	1,85	0,40	15	21	595	111	44
Botão-de-ouro (leguminosa nativa)	-	-	-	3,20	0,29	2,14	0,94	0,18	9	37	1.146	55	9
<b>Outras Fontes Vegetais</b>													
<b>Item 18 - Palha de café (Média)</b>	<b>70</b>	<b>34/1</b>	<b>6,6</b>	<b>1,61</b>	<b>0,13</b>	<b>1,42</b>	<b>0,56</b>	<b>0,11</b>	<b>20</b>	<b>11</b>	<b>1.785</b>	<b>113</b>	<b>27</b>
Palha de café 1	99	63/1	5,8	0,90	0,04	0,33	0,19	0,07	1	2	893	53	8
Palha de café 2	-	-	-	1,70	0,11	1,83	0,62	0,17	29	9	3.056	197	43
Palha de café 3	92	28/1	7,8	1,90	0,14	1,52	0,38	0,08	30	18	1.224	141	33

continua ...

... continuação

Fontes	MO (dag kg <sup>-1</sup> )	C/N	pH	Macronutrientes (dag kg <sup>-1</sup> )					Micronutrientes (mg kg <sup>-1</sup> )				
				N	P	K	Ca	Mg	Cu	Zn	Fe	Mn	B
Palha de café 4	85	35/1	6,8	1,40	0,13	1,47	0,53	0,12	30	16	2.735	182	15
Palha de café 5	96	27/1	6,8	2,10	0,18	1,80	0,35	0,11	33	21	1.500	182	35
Palha de café 6 curtida	64	21/1	7,2	1,80	0,12	1,70	0,75	0,12	11	13	3.375	47	18
Palha de café 7 curtida	26	30/1	5,2	1,54	0,18	1,36	0,93	0,13	13	8	473	48	34
Palha de café 8	25	31/1	6,5	1,50	0,14	1,36	0,69	0,11	10	3	1.025	53	28
<b>Item 19 - Pó de serra (Média)</b>	<b>81</b>	<b>239/1</b>	<b>5,6</b>	<b>0,66</b>	<b>0,14</b>	<b>0,30</b>	<b>0,96</b>	<b>0,07</b>	<b>4</b>	<b>8</b>	<b>1.135</b>	<b>54</b>	<b>9</b>
Pó de serra 1 novo	53	102/1	7,6	0,30	0,06	0,67	0,83	0,12	6	15	3.200	125	15
Pó de serra 2 novo	99	574/1	5,2	0,40	0,34	0,08	1,48	0,05	3	5	128	13	7
Pó de serra 3 curtido	90	42/1	3,9	1,28	0,02	0,15	0,58	0,05	3	3	78	23	5
<b>Item 20 - Nabo-forageiro (Média)</b>	<b>84</b>	<b>29/1</b>	<b>-</b>	<b>1,95</b>	<b>0,28</b>	<b>3,81</b>	<b>1,57</b>	<b>0,27</b>	<b>12</b>	<b>35</b>	<b>1955</b>	<b>115</b>	<b>31</b>
Nabo-forageiro 1	83	40/1	-	1,20	0,13	3,43	1,06	0,18	13	28	2.160	121	35
Nabo-forageiro 2	84	18/1	-	2,70	0,42	4,18	2,08	0,35	10	41	1.750	108	27
<b>Item 21 - Plantas de Agupapé (Média)</b>	<b>80</b>	<b>34/1</b>	<b>5,9</b>	<b>2,10</b>	<b>0,30</b>	<b>3,89</b>	<b>0,86</b>	<b>0,21</b>	<b>7</b>	<b>23</b>	<b>5.961</b>	<b>204</b>	<b>23</b>
Agupapé 1	-	-	-	1,70	0,21	6,44	-	-	-	-	-	-	-
Agupapé 2	-	-	-	2,40	0,33	4,33	-	-	-	-	-	-	-
Agupapé 3	-	-	-	2,60	0,30	4,40	-	-	-	-	-	-	-
Agupapé 4	85	12/1	5,5	4,00	0,94	2,70	1,02	0,29	3	24	921	100	25
Agupapé 5 novo	72	42/1	5,4	1,00	0,06	0,70	0,89	0,14	13	17	6.249	333	20
Agupapé 6 velho	84	49/1	6,7	1,00	0,05	0,65	0,66	0,19	6	27	10.714	179	23
<b>Item 22 - Resíduos vegetais diversos</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
Palha de feijão	93	28/1	6,1	1,90	0,08	2,25	0,29	0,10	30	8	528	115	20

continua ...

... conclusão

Fontes	MO (dag kg <sup>-1</sup> )	C/N	pH	Macronutrientes (dag kg <sup>-1</sup> )					Micronutrientes (mg kg <sup>-1</sup> )				
				N	P	K	Ca	Mg	Cu	Zn	Fe	Mn	B
Mamona (talos, folhas e bagas)	-	-	-	3,40	0,27	3,20	2,31	0,28	15	13	214	98	36
Capim-angola	-	-	-	2,40	0,32	3,60	0,49	0,30	15	25	136	71	1
Margaridão ( <i>Titonia diversifolia</i> )	-	-	-	4,00	0,37	3,80	1,15	0,30	12	59	237	97	38
Graxa ( <i>Hybiscus sp</i> )	-	-	-	2,80	0,29	2,98	2,50	0,45	8	24	393	235	30
Caruru	-	-	-	3,40	0,37	5,65	2,37	0,74	12	11	379	76	27
Palha de milho (espiga sem sabugo)	98	56/1	-	1,00	0,02	0,25	0,06	0,11	1	13	170	30	9
Palha de milho (espiga com sabugo)	26	85/1	5,9	0,56	0,27	0,90	0,48	0,13	3	35	50	25	6
Palha de milho (planta)	92	76/1	-	0,70	0,13	0,02	0,40	0,15	1	8	260	97	9
Palha de milho (caule)	97	140/1	-	0,40	0,13	0,53	0,14	0,10	1	10	100	20	7
Palha de alho	90	31/1	-	1,70	0,21	3,08	1,33	0,29	1	23	450	42	37
Capim-quicuiu	91	59/1	-	0,90	0,31	1,85	0,35	0,25	1	38	125	285	7
Caule da bananeira	98	114/1	6,4	0,50	0,08	1,20	0,44	0,26	5	12	633	140	12
Engaco banana verde	89	51/1	-	1,00	0,08	4,49	0,49	0,20	3	47	325	102	18
Engaco banana semidecomposto	84	30/1	-	1,60	0,25	6,35	0,73	0,34	6	123	1.308	574	28
Dracena (folhas)	91	15/1	4,5	3,50	0,18	0,90	0,60	0,20	10	38	1.420	24	33
Dracena (folhas e caule)	93	15/1	5,2	3,50	0,22	0,78	0,90	0,30	8	45	644	22	27
Fibra de coco	96	80/1	5,5	0,70	0,06	0,40	0,40	0,11	10	19	727	14	18
Caroço de açaí semidecomposto	88	23/1	6,6	2,20	0,39	1,33	1,35	0,45	47	115	514	198	59
Palha de café após despolpa	99	63/1	5,8	0,90	0,04	0,33	0,19	0,07	1	2	893	53	8
Serrapilheira de mata	-	-	-	1,20	0,05	0,18	0,67	0,08	6	18	915	230	22

## 4 COMPOSTOS ORGÂNICOS E OUTROS INSUMOS ELABORADOS

### 4.1 COMPOSTO ORGÂNICO PADRÃO

A Tabela 3 apresenta as composições médias de 50 pilhas de compostos orgânicos produzidos na URA, pelo método 'Indore' em pilhas estáticas, no período de 1990 a 2002. A média geral desses compostos tem sido considerada a referência de qualidade para análise da composição de adubos orgânicos para pronto uso na horticultura orgânica, por advir de um processo controlado, formulado dentro dos princípios ideais de compostagem utilizando-se de resíduos animais e vegetais em proporções tecnicamente adequadas.

Observa-se que a relação C/N média foi de 16/1, indicando que grande parte dos resíduos atingiu o estágio de humificação completa, mas uma pequena parte ainda estava em processo de decomposição. Essa relação tem sido considerada a ideal, por permitir bom fornecimento de nutrientes às plantas, mas também por aportar boa taxa de C ao solo para favorecer a manutenção e a multiplicação da biota (especialmente *Trichodermas* nativos), reduzindo pragas e patógenos de solo, como larva-arame, fungos causadores de fusariose, bactérias, nematoides, entre outros.

O índice médio de pH foi 7,3, indicando bom potencial de correção de acidez de solo, se for utilizado composto orgânico em doses elevadas nas adubações de plantio. Os teores médios de N, P e K de 2,0 dag kg<sup>-1</sup>; 1,19 dag kg<sup>-1</sup> e 1,21 dag kg<sup>-1</sup>, respectivamente, podem ser considerados adequados para o alcance de bom nível de nutrição de plantas e rendimento comercial para o cultivo de hortaliças orgânicas. Por exemplo, numa adubação média de 15 t ha<sup>-1</sup> de composto (base seca), o aporte de nutrientes será de 300 kg ha<sup>-1</sup> de N, 178 kg ha<sup>-1</sup> de P e 182 kg ha<sup>-1</sup> de K. Os teores de C, Mg e micronutrientes, se comparados às composições individuais dos diversos resíduos relatados neste capítulo, também podem ser considerados suficientes para a adubação de diversas culturas.

**Tabela 3.** Composição química de compostos orgânicos produzidos na Unidade de Referência em Agroecologia (URA), no período de 1990 a 2007. Incaper, Domingos Martins/ES, 2010

Compostos	MO (dag kg <sup>-1</sup> )	C/N	pH	Macronutrientes (dag kg <sup>-1</sup> )					Micronutrientes (mg kg <sup>-1</sup> )				
				N	P	K	Ca	Mg	Cu	Zn	Fe	Mn	B
<b>50 Pilhas (Média)</b>	<b>52</b>	<b>16/1</b>	<b>7,3</b>	<b>2,00</b>	<b>1,19</b>	<b>1,21</b>	<b>4,83</b>	<b>0,50</b>	<b>54</b>	<b>188</b>	<b>12.424</b>	<b>793</b>	<b>25</b>
Pilha 1	22	18/1	7,9	0,70	0,49	0,40	1,75	0,23	3	110	35.000	650	19
Pilha 2	32	12/1	8,7	1,50	1,50	1,35	5,70	0,60	30	200	20.500	660	28
Pilha 3	26	11/1	8,2	1,40	1,45	0,96	7,14	0,50	50	188	20.391	1.328	35
Pilha 4	52	13/1	6,8	2,40	0,41	0,75	1,55	0,31	32	62	17.578	642	36
Pilha 5	36	20/1	8,2	1,00	3,00	0,58	7,00	0,50	54	292	22.813	1.544	20
Pilha 6	45	13/1	8,6	2,00	2,31	1,92	7,98	0,65	48	147	10.235	681	46
Pilha 7	40	14/1	7,5	1,70	2,65	1,90	9,00	1,00	63	200	11.365	1.000	58
Pilha 8	40	11/1	7,0	2,10	1,60	1,35	6,04	0,48	39	350	16.563	1.167	40
Pilha 9	61	10/1	7,3	3,40	1,80	2,10	5,76	0,70	57	378	12.969	883	54
Pilha 10	59	12/1	7,1	2,80	1,78	2,05	4,83	0,65	57	344	15.313	850	55
Pilha 11	66	10/1	6,7	4,00	1,58	2,50	3,19	0,60	75	306	12.813	783	50
Pilha 12	75	13/1	6,7	3,40	0,78	2,50	1,35	0,52	57	82	6.719	305	47
Pilha 13	64	10/1	6,3	3,70	1,53	2,50	3,57	0,75	79	156	15.652	708	58
Pilha 14	46	15/1	6,6	1,80	0,57	1,29	5,90	0,58	39	121	20.481	547	17
Pilha 15	45	13/1	7,5	2,00	2,06	1,71	8,68	0,49	49	234	11.720	781	22
Pilha 16	46	13/1	7,8	2,10	2,19	1,95	9,61	0,57	44	234	10.625	781	27

continua...

...continuação

Compostos	MO (dag kg <sup>-1</sup> )	C/N	pH	Macronutrientes (dag kg <sup>-1</sup> )					Micronutrientes (mg kg <sup>-1</sup> )				
				N	P	K	Ca	Mg	Cu	Zn	Fe	Mn	B
Pilha 17	45	15/1	7,9	1,79	1,38	1,33	7,61	0,40	36	156	12.110	665	19
Pilha 18	45	15/1	7,8	1,70	2,00	0,95	10,61	0,50	69	219	12.580	820	21
Pilha 19	48	13/1	7,0	2,20	1,90	0,84	7,00	0,55	53	363	22.660	833	26
Pilha 20	62	11/1	7,0	3,40	1,06	0,96	6,00	0,66	68	325	13.203	455	39
Pilha 21	62	20/1	7,4	1,80	1,16	0,80	3,81	0,42	36	172	12.370	762	15
Pilha 22	77	24/1	7,0	1,90	0,50	0,40	2,10	0,38	32	121	8.047	515	15
Pilha 23	55	16/1	7,2	2,00	0,81	1,26	2,39	0,46	40	153	16.406	484	19
Pilha 24	54	16/1	7,6	1,90	1,81	1,13	5,04	0,46	38	212	14.453	993	16
Pilha 25	56	20/1	7,6	1,60	1,19	0,88	4,30	0,41	37	182	14.609	779	15
Pilha 26	55	18/1	7,4	1,75	0,60	2,00	1,72	0,37	24	115	10.313	727	23
Pilha 27	49	12/1	7,4	2,30	0,91	2,10	1,92	0,51	68	270	18.750	1.765	30
Pilha 28	60	14/1	6,7	2,40	0,55	0,73	1,66	0,61	37	150	11.875	875	2
Pilha 29	54	16/1	7,1	1,90	0,57	0,36	1,90	0,54	59	273	16.776	1.350	37
Pilha 30	68	21/1	6,1	1,90	0,30	0,50	1,06	0,36	34	103	10.417	500	1
Pilha 31	45	11/1	7,7	2,40	1,47	1,24	5,50	0,57	60	195	8.796	615	28
Pilha 32	65	24/1	6,9	1,60	0,48	0,85	2,24	0,35	24	80	603	993	1
Pilha 33	61	16/1	7,2	2,20	0,87	1,18	4,05	0,49	118	81	558	793	7

continua...

...conclusão

Compostos	MO (dag kg <sup>-1</sup> )	C/N	pH	Macronutrientes (dag kg <sup>-1</sup> )					Micronutrientes (mg kg <sup>-1</sup> )				
				N	P	K	Ca	Mg	Cu	Zn	Fe	Mn	B
Pilha 34	56	17/1	6,8	1,90	0,56	1,16	1,72	0,39	85	57	591	644	10
Pilha 35	54	17/1	6,9	1,80	0,73	1,03	2,65	0,43	57	85	701	955	1
Pilha 36	56	17/1	6,9	1,90	0,93	0,80	2,30	0,49	49	140	755	1.431	13
Pilha 37	50	19/1	6,8	1,50	0,55	1,13	1,90	0,44	77	101	766	1.675	2
Pilha 38	67	16/1	7,8	2,40	1,13	2,55	3,15	0,40	59	124	14.063	967	49
Pilha 39	65	29/1	7,3	1,30	1,05	0,56	4,31	0,42	65	169	12.134	628	5
Pilha 40	37	15/1	7,2	1,40	1,05	1,51	4,00	0,42	69	178	17.006	593	1
Pilha 41	49	11/1	7,3	2,60	0,52	1,40	4,17	0,38	95	109	10.875	500	25
Pilha 42	46	17/1	7,9	1,60	0,43	0,25	7,41	0,52	68	276	16.412	572	18
Pilha 43	52	23/1	6,9	1,30	0,43	0,74	2,62	0,36	46	96	18.750	508	15
Pilha 44	42	17/1	7,3	1,40	0,46	0,44	4,46	0,49	50	193	17.763	692	20
Pilha 45	52	15/1	8,1	2,00	0,47	0,66	8,93	0,64	53	310	7.401	606	29
Pilha 46	41	16/1	7,2	1,50	3,00	0,75	8,65	0,72	114	328	9.250	615	21
Pilha 47	58	22/1	7,4	1,50	1,70	0,80	7,45	0,55	49	267	8.544	490	19
Pilha 48	50	18/1	7,1	1,60	1,38	1,73	6,92	0,47	61	126	9.000	448	28
Pilha 49	53	17/1	7,3	1,80	1,28	1,00	10,59	0,49	53	210	7.105	586	30
Pilha 50	39	17/1	7,5	1,30	0,45	0,85	2,38	0,25	30	60	4.800	530	16

## 4.2 COMPOSTOS, VERMICOMPOSTOS E OUTROS

A Tabela 4 mostra a composição média de compostos orgânicos e outros insumos elaborados, oriundos de diversas fontes, que estão em conformidade com a legislação nacional da agricultura orgânica do Ministério da Agricultura, especialmente a Instrução Normativa Nº 46, 6 de outubro de 2011, Anexo V, que trata dos insumos permitidos para *fertilização e correção de solos em sistemas orgânicos de produção*.

Analisando-se 24 fontes de compostos orgânicos, oriundos de agricultores e produtores independentes, verificamos, na Tabela 4 (item 1), que a relação C/N média de 25/1 indica a necessidade de continuidade do processo de humificação para obtenção de um composto mais estabilizado. Da mesma forma, a análise comparativa dos teores de N, P e K (1,50; 0,65; 1,17 dag kg<sup>-1</sup>, respectivamente), em relação à média dos compostos padrões da Tabela 3, demonstra a necessidade de melhoria da qualidade para obtenção de melhores rendimentos comerciais em sistemas orgânicos de produção. Os demais macronutrientes e micronutrientes apresentaram teores similares, podendo ser considerados adequados. Vale destacar a possibilidade de uso desses compostos em sistemas convencionais devido aos benefícios físicos e biológicos do solo, pois eles geralmente já utilizam os adubos convencionais em suas áreas de produção.

Outro destaque importante na Tabela 4 (item 1) pode ser visto na comparação entre os compostos 23 (SEM mamão) e 24 (COM mamão), em que se utilizou os mesmos resíduos na montagem da pilha diferenciando-os apenas pela ausência ou presença de resíduos de mamões oriundos de uma fábrica de polpa de frutas. A utilização do resíduo da fruta possibilitou enriquecer o composto de forma significativa, elevando o pH (14%), K (129%), C (44%) e Mg (189%). Por outro lado, proporcionou reduções nos teores de Cu (88%) e Mn (30%).

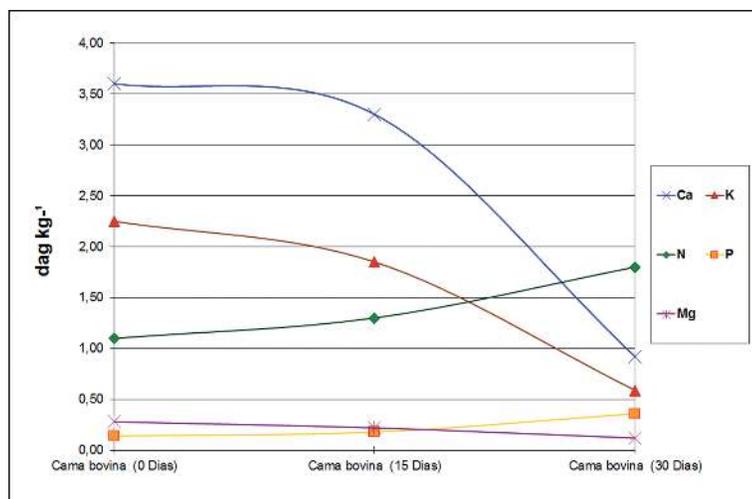
Na Tabela 4 (item 2), apresentamos os teores de compostos de cama de curral, formada por cepilho e palha de café, que é mantida por 30 dias sobre o piso dos animais, enriquecida com fezes e urina bovina, como uma estratégia de compostagem para reduzir gastos com mão de obra. As análises dessa cama, em três estágios de decomposição após sair do estábulo, indicam que, à medida que a degradação da MO ocorre com conseqüente redução da relação C/N, o pH do composto aumenta de 5,5 para 8,8, elevando seu poder corretivo de solo. Porém, verifica-se que os teores de nutrientes na matéria seca podem variar de acordo com o tempo de decomposição, podendo aumentar ou reduzir a concentração de nutrientes. Na Figura 2, observa-se que aos 15 e 30 dias após sua retirada, houve uma tendência de perdas de C, K e Mg com o tempo de decomposição, enquanto observou-se um acréscimo nos teores de N e P.

Compostos orgânicos que foram utilizados como substrato para a produção de cogumelos podem ser um resíduo importante para utilização como adubo orgânico. Sua composição média foi apresentada na Tabela 4 (item 3), revelando um produto parcialmente decomposto, devendo passar por processo mais longo de compostagem para reduzir a relação C/N abaixo de 20/1, elevar o pH e eliminar

excesso de ureia, geralmente utilizada na montagem das pilhas, por exigência de nutrição dos cogumelos. Sua composição média em N, P e K pode ser considerada mediana, mas de grande utilidade como adubo orgânico.

Pelos dados analíticos das fontes de vermicompostos (húmus de minhoca), verificou-se relação C/N e pH ideais para uso como adubos orgânicos. Por outro lado, necessita melhorar o teor de N e K, considerados de médios a baixos em relação aos teores do padrão de composto da Tabela 3. Além disso, é necessário aumentar a composição em P e C (que também estão abaixo da concentração desejável), o que pode ser obtido pela adição de fosfato natural ao vermicomposto antes da adubação de campo. Os teores de Mg e micronutrientes estão adequados, similares aos demais adubos orgânicos (Tabela 4, item 4).

Uma estratégia interessante para a produção de húmus de melhor qualidade é a humificação de composto orgânico, retirado em estágio intermediário após sua fase térmica e colocado em minhocários para a finalização do processo de decomposição. Assim, obtém-se um produto com relação C/N de 13/1, num estágio mais avançado de mineralização dos resíduos, de menor granulometria, sendo excelente material para formulação de substrato para a produção de mudas de hortaliças. Na Tabela 4 (item 5), constam os resultados analíticos de húmus de composto, instalado na URA, obtido de um sistema de produção integrado em que se agrega os pseudocaulis de bananeira como cobertura dos canteiros do minhocário visando a manter umidade e enriquecer o produto final com K. Os resultados médios revelam maiores teores de N, P, K, C, Cu e B em relação à média das sete fontes da Tabela 4 (item 4). Para as demais características, não houve diferenças consideráveis.



**Figura 2.** Evolução dos teores de macronutrientes em compostos de cama de curral com 0, 15 e 30 dias após a retirada do estábulo. Incaper, Domingos Martins/ES, 2001.

Analisando-se fontes comerciais de adubos orgânicos disponíveis no mercado (Tabela 4, item 6), oriundos de diversas fontes, verificamos que os padrões de relação C/N, pH, Ca e micronutrientes podem ser considerados adequados em

relação ao padrão médio apresentado na Tabela 3. Por outro lado, constata-se pelos teores médios que há necessidade de os fabricantes investirem na melhoria da qualidade para os teores de N, P, K e Mg. Os teores de N variaram de 0,8 dag kg<sup>-1</sup>, que pode ser considerado um teor baixo, até 2,5 dag kg<sup>-1</sup>, considerado adequado. Para os teores de P e de K, todas as fontes podem ser consideradas insuficientes diante do padrão desejável, exceto a fonte 2 para o P e a fonte 1 para o K. Observou-se ainda uma extrema variação nos teores de C, desde valores extremamente baixos (0,07 dag kg<sup>-1</sup>) até muito altos (8,07 dag kg<sup>-1</sup>). Pela variabilidade na composição das fontes comerciais, é recomendável realizar análises de cada fonte que se for utilizar, visto que foram detectadas variações muito altas no teor de alguns nutrientes.

Para observação e consulta, a Tabela 4 (item 7) apresenta fontes diversas de compostos com qualidade e composição variada. Como exemplo, citamos que a produção de composto inoculado com resíduos ricos, como o farelo de soja, permite obter um produto final com elevado teor de N. De forma semelhante, usando-se farinha de carne e osso, produz-se um composto rico em N, mas também de elevados teores de P e C. A utilização de composto para inocular uma nova pilha de composto também é uma alternativa viável, produzindo-se um adubo orgânico de padrão médio de qualidade. Compostos produzidos sem inoculante utilizando-se apenas resíduos vegetais apresentam baixo teor de P e K, sendo recomendado o enriquecimento do composto com esses elementos. A fonte de composto de lixo urbano analisada revelou boa relação C/N, mas com baixos teores de MO, N, P e K.

**Tabela 4.** Composição química de compostos orgânicos e insumos elaborados no período de 1990 a 2012. Incaper, Domingos Martins/ES, 2012

Fontes	MO (dag kg <sup>-1</sup> )	C/N	pH	Macronutrientes (dag kg <sup>-1</sup> )					Micronutrientes (mg kg <sup>-1</sup> )				
				N	P	K	Ca	Mg	Cu	Zn	Fe	Mn	B
<b>Item 1 - Compostos produtores (Média)</b>	<b>56</b>	<b>25/1</b>	<b>6,8</b>	<b>1,50</b>	<b>0,65</b>	<b>1,17</b>	<b>2,97</b>	<b>0,41</b>	<b>69</b>	<b>137</b>	<b>4681</b>	<b>247</b>	<b>21</b>
Composto orgânico 1	30	16/1	7,2	1,10	0,10	1,20	0,68	0,25	25	22	8.357	142	15
Composto orgânico 2	35	20/1	7,4	1,00	0,11	0,88	0,68	0,29	23	23	8.786	167	15
Composto orgânico 3	47	16/1	7,1	1,70	2,94	0,83	7,26	1,07	170	1.118	5.714	891	73
Composto orgânico 4	85	18/1	7,3	2,70	1,29	2,55	2,47	0,48	438	277	1.125	464	31
Composto orgânico 5	18	10/1	6,9	1,10	0,15	0,30	0,34	0,14	7	30	2.678	115	-
Composto orgânico 6	62	18/1	6,8	2,00	0,87	0,52	2,47	0,34	149	300	7.800	359	18
Composto orgânico 7	59	21/1	7,4	1,60	0,16	1,25	1,34	0,29	25	20	3.333	114	-
Composto orgânico 8	61	35/1	6,4	1,00	0,27	0,38	3,00	0,68	28	12	1.417	67	7
Composto orgânico 9	59	21/1	6,7	1,60	0,33	0,85	1,60	0,25	40	90	1.630	220	13
Composto orgânico 10	49	26/1	6,9	1,10	0,37	0,87	0,62	0,18	21	55	14.575	199	9
Composto orgânico 11	56	20/1	7,1	1,60	0,28	0,68	0,70	0,18	18	61	11.500	299	22
Composto orgânico 12	30	22/1	6,9	0,80	0,22	1,25	0,63	0,16	14	43	2.328	149	10
Composto orgânico 13	68	39/1	6,2	1,00	0,18	0,39	2,35	0,55	34	12	1.125	67	8
Composto orgânico 14	60	35/1	6,6	1,00	0,02	0,18	2,03	0,65	19	4	708	17	5
Composto orgânico 15	62	40/1	6,2	0,90	0,03	0,14	2,67	0,82	19	6	667	17	17

continua ...

continuação...

Fontes	MO (dag kg <sup>-1</sup> )	C/N	pH	Macronutrientes (dag kg <sup>-1</sup> )					Micronutrientes (mg kg <sup>-1</sup> )				
				N	P	K	Ca	Mg	Cu	Zn	Fe	Mn	B
Composto orgânico 16	49	16/1	6,7	1,80	1,13	3,28	11,88	0,80	129	206	3.357	529	-
Composto orgânico 17	78	11/1	6,9	4,00	1,03	2,08	6,25	0,57	58	219	2.038	385	-
Composto orgânico 18	71	15/1	7,1	2,70	1,05	2,63	9,06	0,71	186	310	1.607	490	-
Composto orgânico 19	37	19/1	6,4	1,10	0,83	0,38	2,66	0,28	86	155	25.000	581	-
Composto orgânico 20	56	27/1	6,0	1,20	1,13	0,60	4,84	0,18	15	49	1.321	66	-
Composto orgânico 21	51	42/1	4,7	0,70	1,12	1,00	4,53	0,10	10	26	929	17	-
Composto orgânico 22	71	41/1	5,7	1,00	0,30	0,83	1,17	0,13	18	47	2.143	120	-
Composto orgânico 23 (SEM mamão)	71	41/1	7,3	1,70	0,80	1,55	0,85	0,19	75	100	2.000	265	33
Composto orgânico 24 (COM mamão)	77	41/1	8,3	1,60	0,89	3,55	1,22	0,55	40	93	2.200	188	34
<b>Item 2 - Composto de cama bovina</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Composto cama bovina 0 dia	93	49/1	5,5	1,10	0,14	2,25	3,60	0,28	7	10	5.694	187	32
Composto cama bovina 15 dias	76	34/1	8,6	1,30	0,18	1,85	3,30	0,22	18	22	7.989	293	21
Composto cama bovina 30 dias	67	22/1	8,8	1,80	0,36	1,00	1,92	0,12	57	222	22.639	125	25
<b>Item 3 - Composto de cogumelo (Média)</b>	<b>62</b>	<b>25/1</b>	<b>6,5</b>	<b>1,71</b>	<b>0,79</b>	<b>1,64</b>	<b>3,77</b>	<b>0,49</b>	<b>20</b>	<b>75</b>	<b>2.338</b>	<b>204</b>	<b>32</b>
Composto de cogumelo 1	22	22/1	7,1	1,82	0,73	1,81	2,74	0,39	15	40	2.910	140	25
Composto de cogumelo 2	86	31/1	7,0	1,60	0,71	1,50	3,91	0,31	10	60	1.693	203	-
Composto de cogumelo 3	78	28/1	6,5	1,60	0,77	1,33	1,25	0,43	18	69	2.143	241	-
Composto de cogumelo 4	63	20/1	5,3	1,80	0,95	1,90	7,17	0,84	35	130	2.605	233	39

continua...

... continuação

Fontes	MO (dag kg <sup>-1</sup> )	C/N	pH	Macronutrientes (dag kg <sup>-1</sup> )					Micronutrientes (mg kg <sup>-1</sup> )				
				N	P	K	Ca	Mg	Cu	Zn	Fe	Mn	B
<b>Item 4 - Vermicomposto (Média)</b>	<b>40</b>	<b>13/1</b>	<b>7,0</b>	<b>1,49</b>	<b>0,36</b>	<b>0,79</b>	<b>1,05</b>	<b>0,43</b>	<b>39</b>	<b>101</b>	<b>12.176</b>	<b>526</b>	<b>10</b>
Vermicomposto 1	30	15/1	7,2	1,20	0,21	0,75	0,62	0,35	36	65	28.846	405	5
Vermicomposto 2	40	15/1	6,6	1,50	0,31	0,61	1,14	0,60	16	96	5.850	736	6
Vermicomposto 3	29	17/1	6,6	1,00	0,32	0,48	0,79	0,59	20	83	4.292	800	2
Vermicomposto 4	42	14/1	7,2	1,70	0,25	0,65	0,66	0,42	26	54	8.340	470	-
Vermicomposto 5	37	18/1	6,8	1,20	0,42	0,55	1,02	0,28	21	125	20.850	353	20
Vermicomposto 6	60	17/1	6,6	2,00	0,76	0,83	2,18	0,33	130	225	7.875	332	15
Vermicomposto 7	43	13/1	8,1	1,80	0,28	1,63	0,94	0,47	23	57	9.180	588	14
<b>Item 5 - Húmus de composto (Média)</b>	<b>50</b>	<b>13/1</b>	<b>6,7</b>	<b>2,18</b>	<b>1,05</b>	<b>1,47</b>	<b>3,96</b>	<b>0,41</b>	<b>105</b>	<b>122</b>	<b>12.819</b>	<b>545</b>	<b>24</b>
Húmus de composto 1	47	11/1	6,3	2,50	0,74	1,13	2,89	0,34	125	116	14.425	554	20
Húmus de composto 2	47	11/1	6,4	2,40	1,22	1,52	4,98	0,44	125	122	15.850	610	28
Húmus de composto 3	53	16/1	7,1	1,90	1,45	1,61	4,12	0,50	100	125	11.250	555	24
Húmus de composto 4	53	16/1	6,9	1,90	0,79	1,61	3,84	0,36	70	125	9.750	461	22
<b>Item 6 - Adubos orgânicos comerciais (Média)</b>	<b>50</b>	<b>20/1</b>	<b>7,3</b>	<b>1,38</b>	<b>0,60</b>	<b>0,66</b>	<b>2,58</b>	<b>0,27</b>	<b>43</b>	<b>249</b>	<b>9.993</b>	<b>349</b>	<b>18</b>
Fertilizante orgânico sólido 1	66	15/1	8,2	2,50	0,22	1,48	3,18	0,33	1	60	4.975	272	21
Fertilizante orgânico sólido 2	55	11/1	7,6	1,44	2,48	0,48	3,63	0,24	99	128	35.179	385	15
Fertilizante orgânico sólido 3	62	15/1	7,6	2,40	0,39	0,51	2,14	0,19	19	63	3.175	270	20

continua...

... conclusão

Fontes	MO (dag kg <sup>-1</sup> )	C/N	pH	Macronutrientes (mg kg <sup>-1</sup> )					Micronutrientes (mg kg <sup>-1</sup> )				
				N	P	K	Ca	Mg	Cu	Zn	Fe	Mn	B
				Fertilizante orgânico sólido 4	52	26/1	7,1	0,88	0,44	0,75	1,63	0,28	30
Fertilizante orgânico sólido 5	49	20/1	7,2	0,90	0,44	0,75	1,81	0,33	37	105	2.677	272	25
Fertilizante orgânico sólido 6	32	23/1	-	0,80	0,46	0,73	8,07	0,70	54	276	29.687	1.335	15
Fertilizante orgânico sólido 7	41	24/1	6,3	1,00	0,37	0,25	0,08	0,04	36	1.250	200	5	-
Fertilizante orgânico sólido 8	43	23/1	7,0	1,10	0,02	0,30	0,07	0,03	70	13	1.875	26	2
<b>Item 7 - Compostos de fontes diversas</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Composto de esterco de cavalo e palha de arroz	34	20/1	7,7	1,00	0,30	1,06	1,60	0,25	10	63	2.350	361	23
Composto Bokashi	55	18/1	7,3	1,70	2,50	1,70	7,30	0,55	19	74	5.833	248	-
Composto inoculado com farelo de soja <sup>1</sup>	54	14/1	7,1	2,30	0,55	1,11	0,83	0,30	20	68	10.975	400	18
Composto inoculado com farelo de soja <sup>2</sup>	64	12/1	6,8	3,00	0,88	1,18	1,32	0,65	38	125	11.600	505	30
Composto inoculado com farinha de carne e osso	42	12/1	7,1	2,00	2,89	0,98	8,64	0,30	17	75	2.175	182	12
Composto inoculado com composto	55	23/1	7,3	1,40	0,51	1,05	1,41	0,19	43	50	2.900	364	20
Composto inoculado com cama de frango	67	24/1	7,7	1,60	0,87	1,42	3,97	0,31	43	75	2.725	258	31
Composto sem inoculante	52	19/1	7,4	1,60	0,30	0,88	0,56	0,11	18	47	7.000	412	16
Composto de lixo urbano - PMV	18	10/1	-	1,00	0,30	0,40	2,26	0,22	78	278	22.795	233	10

## 5 RESÍDUOS E BIOFERTILIZANTES LÍQUIDOS

Para uma melhor compreensão da qualidade e do potencial dos resíduos líquidos para a adubação e nutrição das plantas, são apresentadas na Tabela 5, além das composições padrões, as densidades das soluções para permitir calcular o total de nutrientes aportados em função do volume aplicado.

Em relação às fontes analisadas na Tabela 5, as composições médias revelaram que a água residuária de café (Tabela 5, item 1) apresenta maior teor de MO e menor teor de N, tendo, portanto, relação C/N numericamente maior que o biofertilizante líquido enriquecido em N e K (Tabela 5, item 2) e a água residuária de suínos (Tabela 5, item 3). Verificou-se ainda que o resíduo líquido de suínos revelou melhores teores de P e K.

Os benefícios dos biofertilizantes líquidos transcendem os efeitos nutricionais, tendo ações sobre a ativação biológica e redução de problemas fitossanitários em muitas culturas, dependendo da forma de uso e manejo da lavoura. Para realizar a estimativa de aporte de nutrientes, deve-se levar em conta a densidade dos resíduos e o volume aplicado. Por exemplo, pulverizações mensais de extrato de composto 1:2 (Tabela 5, item 4), aplicado com canhão de irrigação em alto volume, na base de 2 L por planta, numa lavoura de 5.000 pés de café orgânico, totalizam 10.000 L ha<sup>-1</sup> por vez. Em um ano, o volume total das 12 aplicações será de 120.000 L, aportando 27,2 kg de N, 1,6 kg de P e 20,2 kg de K. A aplicação desse mesmo volume utilizando-se a água de suinocultura (que apresenta densidade menor, mas concentrações de nutrientes maiores), aportará 38,4 kg de N, 25,6 kg de P e 80,1 kg de K.

A urina de vaca apresentou uma composição destacada apenas para N e baixos teores dos outros macronutrientes e micronutrientes (Tabela 5, item 4). De forma semelhante aos demais resíduos líquidos, a análise apenas sob a ótica da nutrição de plantas não é suficiente. No caso da urina de vaca fermentada, quando utilizada regularmente em pulverizações, tem apresentado efeito repelente de pragas; de enraizamento por conter ácido indol acético; e de ativação metabólica por conter substâncias fenólicas, como o P. Cathecol. Como exemplo, Oliveira et al. (2003) relataram efeitos significativos de aumentos de produtividade de pimentão utilizando urina de vaca fermentada, sem e com adubação N-P-K. Da mesma forma, Oliveira et al. (2010) relataram que os efeitos da urina sobre o rendimento da alface (25,9% via foliar e 35,4% via solo) provavelmente foram devidos a outros fatores que não somente a quantidade de nutrientes veiculados nas soluções, tais como aporte de umidade via solo, redução de doenças via foliar, etc.

Por meio desse diagnóstico de longo prazo, verificou-se que existem muitos resíduos de ampla disponibilidade no Estado do Espírito Santo que apresentam composição adequada à produção de adubos orgânicos de qualidade, podendo ser reciclados adequadamente, tendo potencial para diminuição de custos de produção de lavouras e redução de impactos ambientais por destinações inadequadas.

Constatou-se uma grande variabilidade na composição das diversas fontes analisadas, indicando que as composições apresentadas nesse trabalho servem como base de consulta, mas não descartam a necessidade de análises específicas para um diagnóstico mais preciso.

**Tabela 5.** Composição química e valores de densidade de resíduos e biofertilizantes líquidos no período de 1990 a 2012. Incaper, Domingos Martins/ES, 2012

Fontes	MO (dag kg <sup>-1</sup> )	C/N	pH	Macronutrientes (dag kg <sup>-1</sup> )					Micronutrientes (mg kg <sup>-1</sup> )					Densidade (g L <sup>-1</sup> )
				N	P	K	Ca	Mg	Cu	Zn	Fe	Mn	B	
<b>Item 1 - Água residuária de café (Média):</b>	<b>91</b>	<b>36/1</b>	-	<b>1,48</b>	<b>0,15</b>	<b>2,90</b>	<b>0,59</b>	<b>0,10</b>	<b>36</b>	<b>69</b>	<b>878</b>	<b>174</b>	<b>36</b>	<b>6,7</b>
Água residuária de café 1	89	30/1	-	1,70	0,15	4,25	0,40	0,10	64	104	970	300	75	5,4
Água residuária de café 2	98	38/1	-	1,50	0,10	0,88	0,80	0,10	20	86	1.150	220	50	5,7
Água residuária de café 3	95	39/1	-	1,40	0,07	2,00	0,30	0,10	11	36	190	30	12	12,6
Água residuária de café 4	94	39/1	-	1,40	0,07	2,13	0,40	0,10	13	61	480	40	14	5,7
Água residuária de café 5	81	34/1	-	1,40	0,37	5,25	1,05	0,10	70	59	1.600	280	28	4,1
<b>Item 2 - Biofertilizante enriquecido (Média):</b>	<b>74</b>	<b>15/1</b>	<b>8,0</b>	<b>2,63</b>	<b>0,90</b>	<b>3,14</b>	<b>3,51</b>	<b>0,76</b>	<b>87</b>	<b>138</b>	<b>5.492</b>	<b>429</b>	<b>23</b>	<b>15,4</b>
Biofertilizante enriquecido N e K 1	57	14/1	9,5	2,30	1,15	4,00	5,00	1,30	50	200	6.600	574	20	15,4
Biofertilizante enriquecido N e K 2	69	16/1	7,4	2,50	1,14	1,43	2,75	0,47	225	150	9.625	443	16	15,7
Biofertilizante enriquecido N e K 3	-	15/1	9,3	2,30	1,00	5,00	4,99	1,09	67	175	5.475	601	18	14,1
Biofertilizante enriquecido N e K 4	95	16/1	5,8	3,40	0,29	2,11	1,31	0,16	6	28	267	98	37	16,2
<b>Item 3 - Água residuária de suíno (Média):</b>	<b>64</b>	<b>12/1</b>	<b>8,6</b>	<b>3,30</b>	<b>2,20</b>	<b>6,88</b>	<b>1,92</b>	<b>0,92</b>	<b>507</b>	<b>1.139</b>	<b>3.688</b>	<b>469</b>	<b>46</b>	<b>9,7</b>
Água residuária de suíno 1	-	-	9,8	3,50	2,50	5,40	2,34	1,00	513	2.125	3.125	590	25	11,0
Água residuária de suíno 2	64	12/1	7,3	3,10	1,90	8,35	1,50	0,84	500	152	4.250	348	67	8,3
<b>Item 4 - Outras fontes:</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Extrato de composto (1:2 água)	-	-	7,5	0,50	0,03	0,37	0,02	0,02	-	-	16	1	0	45,4
Urina de vaca	-	-	-	0,74	0,00	0,90	0,00	0,05	2	1	8	1	0	-

## 6 REFERÊNCIAS

- AMABILE, R. F.; FANCELLI, A. L.; CARVALHO, A. M. Absorção de N, P e K por espécies de adubos verdes cultivadas em diferentes épocas e densidades num Latossolo Vermelho-Escuro argiloso sob cerrados. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 23, p. 837-845, 1999.
- CAVALCANTE, L. F.; DINIZ, A. A.; SANTOS, L. C. F. dos; REBEQUI, A. M.; NUNES, J. C.; BREHM, M. A. S. Teores foliares de macronutrientes em quiabeiro cultivado sob diferentes fontes e níveis de matéria orgânica. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 31, p. 19-28, 2010.
- CAZETTA, D. A.; FILHO, D. F.; GIROTTO, T. Composição, produção de matéria seca e cobertura do solo em cultivo exclusivo e consorciado de milho e crotalária. **Biological Sciences**, v. 27, p. 575-580, 2005.
- GONÇALVES, C. N.; CERETTA C. A.; BASSO, C. J. Sucessões de culturas com plantas de cobertura e milho em plantio direto e sua influência sobre o nitrogênio no solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 24, p. 153-159, 2000.
- KIEHL, E. J. **Fertilizantes orgânicos**. Piracicaba: Ed. Agronômica CERES, 1985. 492 p.
- KIEHL, E. J. **Manual de compostagem**: maturação e qualidade do composto. Piracicaba: E. J. Kiehl, 1998. 171 p.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, A. S. **Avaliação do estado nutricional de plantas**: princípios e aplicações. Piracicaba: Potafos, 1989. 319 p.
- MELO, L. C. A.; SILVA, C. A.; DIAS, B. O. Caracterização da matriz orgânica de resíduos de origens diversificadas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 32, p. 101-110, 2008.
- MORETI, D.; ALVES, M. C.; FILHO, W. V. V.; CARVALHO, M. P. Atributos químicos de um Latossolo Vermelho sob diferentes sistemas de preparo, adubações e plantas de cobertura. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 31, p. 167-175, 2007.
- OLIVEIRA, A. P.; PAES, R. A. SOUZA, A. P.; DORNELAS, C. S. M. Rendimento de pimentão adubado com urina de vaca e NPK. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 43, 2003, Recife. **Anais...** Recife: SOB, 2003. CD-ROM.
- OLIVEIRA, N. L. C.; PUIATTI, M.; SANTOS, R. H. S.; CECON, P. R.; BHERING, A. S. Efeito da urina de vaca no estado nutricional da alfaca. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 57, n. 4, p. 506-515, 2010.
- PEREIRA NETO, J. T. **Manual de compostagem**: processo de baixo custo. Belo Horizonte: UNICEF, 1996. 56 p.
- PEIXOTO, R. T. dos G. **Compostagem**: opção para o manejo orgânico do solo. Londrina: IAPAR, 1988. 48 p. (IAPAR - Circular, 57).

SEDIYAMA, M. A. N.; GARCIA, N. C. P.; VIDIGAL, S. M.; MATOS, A. T. de. Nutrientes em compostos orgânicos de resíduos vegetais e dejetos de suínos. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 57, n. 1, 2000.

SILVA, T. O da; MENEZES, R. S. C. Adubação orgânica da batata com esterco e/ou, *crotalaria juncea*. II - Disponibilidade de N, P e K no solo ao longo do ciclo de cultivo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, MG, Viçosa, v. 31, p. 51-61, 2007.

SOUZA, J. L. de; RESENDE, P. **Manual de Horticultura Orgânica**. 2 ed. Viçosa, MG: Aprenda Fácil Editora, 2006. 843 p.: il.

TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C.A.; BOHMEN, H.; MOLKWEISS, S. J. **Análise de solo, plantas e outros materiais**. 2. ed. Porto Alegre: UFRGS, Departamento de Solos, 1995. 174 p. (Boletim Técnico, 5).





# SISTEMAS DE MANEJO DE COMPOSTAGEM ORGÂNICA

Eduardo Ferreira Sales  
João Batista Silva Araújo  
Edegar Antonio Formentini  
Halowsio Miguel de Siqueira  
Victor Maurício da Silva  
Maria Aparecida Fernandes  
Lucas Contarato Pilon

Os adubos orgânicos produzidos pelo processo de compostagem permitem mistura e formulações que viabilizam a produção de compostos orgânicos de alta qualidade. Na contramão dessa eficiência técnica, existe a resistência dos agricultores à adoção da prática devido ao dispêndio de mão de obra. A alternativa que se recomenda para sanar essa dificuldade é a adoção de máquinas e sistemas que possam reduzir o gasto e a penosidade do serviço. Neste capítulo, são apresentadas duas alternativas tecnológicas que atendem a essa demanda. A primeira apresenta uma tecnologia de revolvimento mecânico de pilhas de composto, de fácil construção e de grande eficiência. A segunda propõe um sistema de manejo de pilhas de composto que dispensa o reviramento manual por empregar materiais verdes e troncos de bananeira como fornecedores de umidade interna, produzindo um composto num tempo maior, apropriado para uso em culturas perenes, como café e fruticultura.

## **1 MÁQUINA COMPOSTADEIRA: UMA TECNOLOGIA DE REVOLVIMENTO DE COMPOSTO AO ALCANCE DOS AGRICULTORES**

A compostagem é uma técnica antiga de reciclagem de resíduos orgânicos que foi negligenciada com a modernização da agricultura e a utilização de adubos minerais e químicos sintéticos. A necessidade de mão de obra para elaboração do composto orgânico, associada ao transporte e à aplicação, torna a compostagem uma prática que demanda planejamento e uma infraestrutura mínima para a sua realização. Por outro lado, a crise ambiental e energética mundial indica que a sociedade deve buscar formas de reciclagem e fertilização factíveis e compatíveis com as necessidades, revertendo o atual estado de desequilíbrio ambiental.

Os benefícios da compostagem são inúmeros, destacando-se a reciclagem da matéria orgânica (MO) e a redução da dependência do agricultor por insumos externos, além da preservação ambiental pela diminuição dos adubos provenientes de fontes não renováveis. Além disso, a MO mantém a umidade do solo e melhora suas características físicas, químicas e biológicas. Dessa forma, as dificuldades de elaboração do composto orgânico, que vão desde questões culturais a questões operacionais, devem ser minimizadas para que sejam alcançados os benefícios citados.

Até meados do século XIX, o pousio e o esterco eram as receitas conhecidas para recuperação dos solos, quando se descobrem os fertilizantes minerais ou adubos químicos. O fato é que a difusão dos adubos químicos e sua utilização rotineira foram acompanhadas do crescimento do problema de pragas (KHATOUNIAN, 2001).

Albert Howard, um pesquisador britânico que viveu na Índia durante mais de trinta anos, já alertava, em 1939, que nada havia sido feito para repor a perda da fertilidade do solo. Segundo sua percepção, a agricultura havia perdido o equilíbrio devido ao uso dos adubos químicos e à falta de uma adequada preservação das características do solo. Visualizando esse processo e verificando com os agricultores indianos métodos antigos de compostagem, Howard desenvolveu um método chamado 'Indore'. Esse conjunto de técnicas consiste em valorizar a produção de MO estabilizada pelo processo de compostagem com resíduos vegetais e animais acrescentando água e efetuando reviramentos para favorecer a aeração e a atividade microbiológica. A MO estabilizada possui propriedades físicas, químicas e biológicas que são dinâmicas e promovem a melhoria da qualidade do solo. Segundo Howard (2007), a conexão existente entre um solo fértil e culturas saudas, animais saudas e, por último, mas não menos importante, homens saudas, deve ser amplamente divulgada e reconhecida.

O Estado do Espírito Santo se caracteriza por uma agricultura de base familiar, predominantemente dependente do cultivo do café. Essa agricultura possui poucas culturas alternativas para fonte de renda e produção para o consumo e venda do excedente. Em geral, os agricultores ficam à mercê da cotação do café que, em situações de baixos preços, causam sérios transtornos socioeconômicos. Por outro lado, os cultivos são manejados de acordo com essa instabilidade, provocando períodos de maior dedicação à cafeicultura alternados com períodos de abandono, com o agravante de que em lavouras adubadas com fertilizantes minerais a situação

piora devido aos altos preços dos adubos. Como exemplo da alta de preços dos fertilizantes, a Associação Nacional para Difusão de Adubos - ANDA (2009) destacou que, em 2008, as principais formulações de adubos minerais subiram os preços em média 110% - e o fato de deixar de adubar os cafezais causa um definhamento da lavoura, comprometendo a produção e a economia dos agricultores.

Essa dependência em relação aos adubos minerais também é sentida em outras atividades agrícolas. Assim, as estratégias que promovam maior independência da atividade agrícola em relação ao mercado tornam-se importantes para estabilizar o modo de produção regional. A diversificação agrícola e a complementaridade da produção animal e vegetal promovem uma integração, ou seja, uma ajuda mútua das atividades desenvolvidas pelos agricultores tanto na produção de esterco como na produção vegetal, favorecendo as características mencionadas. A produção de esterco, às vezes encarada como um problema da produção animal, pode vir a ser um importante componente na reciclagem dos resíduos orgânicos, desde que seja manejado de forma adequada.

A agricultura orgânica pode ser considerada como uma prática nova e ainda não dispõe de grande desenvolvimento tecnológico. A maioria das iniciativas para sua implantação tem contado com empenho de agricultores e técnicos na adequação e produção de inovações a partir de referenciais da agricultura convencional. Há, portanto, necessidade de geração de tecnologias com base na agroecologia, pois, apesar dos avanços obtidos no desenvolvimento da agricultura orgânica no Estado do Espírito Santo e no país, são encontrados entraves, como os estudados por Sales e Batista (2003), que identificaram os problemas mais frequentes encontrados nos processos de certificação orgânica: destino inadequado para o lixo e o esgoto doméstico; deficiência de água de boa qualidade para a irrigação e consumo; escoamento superficial de águas; poucas áreas destinadas à preservação permanente; e pouco uso de práticas agroecológicas (compostagem, adubação verde, barreiras naturais para ventos e contaminantes ambientais do entorno, etc.).

Os trabalhos disponíveis de produção orgânica apresentam possibilidades técnicas favoráveis ao desenvolvimento da agricultura orgânica em bases mais sustentáveis. Sobre o uso de MO, Maia et al. (2001) demonstraram que a adição de composto orgânico aumenta a disponibilidade de água no solo, proporcionando economia para o sistema e mais água para as plantas. Em trabalhos realizados no Estado do Espírito Santo, comprovou-se a eficiência da adubação com composto orgânico na produção de olerícolas, durante dez anos consecutivos, obtendo-se produtividades econômicas e padrão comercial para 16 culturas (SOUZA, 1998). Outros trabalhos sobre produção orgânica comprovam a eficiência dessa tecnologia (FORNAZIER; ARAÚJO; ROCHA, 2000; ARAÚJO, 2001).

No Espírito Santo, é crescente o número de agricultores familiares em processo de transição para o sistema agroecológico. Eles veem na produção orgânica uma possibilidade de agregar valor aos produtos de forma sustentável, além dos benefícios ambientais da reciclagem da MO. No entanto, ainda é crítico o nível tecnológico das lavouras conduzidas nesse sistema, principalmente no tocante à adubação orgânica.

A compostagem, uma tecnologia de excelência na adubação agrícola, ainda é pouco empregada. As lavouras em transição agroecológica sem a aplicação de compostagem ou com dosagem insuficiente têm obtido baixos níveis nutricionais no solo e produtividades insatisfatórias e, conseqüentemente, acusado aumento nos custos de produção e redução na margem de lucro. O principal entrave para a aplicação dessa prática está na grande demanda de mão de obra e na penosidade do trabalho para o reviramento manual das leiras de composto levando os agricultores a empregarem o esterco *in natura* ou não adubarem os cultivos.

O reviramento do composto envolve o contato humano com material aquecido a temperaturas desconfortáveis, além da necessidade de o trabalhador lidar com o peso elevado do substrato úmido. A utilização da mecanização do processo permitiria a otimização da mão de obra e a melhoria das condições de trabalho. O reviramento e a elaboração mecanizada de leiras de compostagem em grande escala têm sido feitos por empresas do setor, mas requerem pátios amplos e máquinas pesadas (pá carregadeira, por exemplo), que não se aplicam à agricultura familiar. Outro fator agravante na utilização dessas máquinas são seus altos valores, o que as tornam inacessíveis para o pequeno agricultor. No Espírito Santo, existem algumas iniciativas de mecanização do processo de compostagem, de baixo custo, por parte de agricultores e instituições, que despertam a necessidade de avaliação, aperfeiçoamento e análise da viabilidade técnica, econômica e social para a agricultura familiar.

A mecanização pode ser uma solução para resolver problemas de mão de obra, mas pode causar efeitos indesejáveis. Segundo relatos de Chayanov (1974), um funcionário agrícola chamado Kirsanov, da cidade de Perm, na Rússia, encarregado de popularizar equipamentos aperfeiçoados pelos agricultores, encontrou enormes dificuldades para popularizar uma máquina trilhadora de grãos, apesar da sua grande vantagem na operação de colheita. Observou que a causa principal desse fracasso era que, na ocasião, a força de trabalho desempregada pela máquina não podia se empregar em outras tarefas inverniais da região de Perm. Isso aconteceu há mais de 100 anos e, apesar da realidade ser outra atualmente, sempre devemos estar atentos à introdução de inovações tecnológicas no sistema de produção agrícola.

## 1.1 MECANIZAÇÃO DA COMPOSTAGEM

Em meio aos vários problemas identificados na agricultura, merecem destaque, principalmente nas pequenas propriedades, a escassez de mão de obra disponível e a penosidade de certas atividades realizadas manualmente. A consequência imediata é o abandono de técnicas que são imprescindíveis para a manutenção da sustentabilidade, como a compostagem orgânica.

As tentativas de mecanização da compostagem no Estado do Espírito Santo desenvolveram-se pela necessidade de processamento de MO e a dificuldade de sua operacionalização. A organização não governamental Centro de Desenvolvimento Sustentável Guaçu-Virá (CDS Guaçu-Virá), no Município de Venda Nova do Imigrante, ES, desenvolveu uma máquina de compostagem em

funcionamento há vários anos (Figura 1). Esse equipamento foi construído com peças de veículos antigos e inspirou a elaboração de outras versões.



**Figura 1.** Máquina “Opasca” em operação no Centro de Desenvolvimento Sustentável Guaçu-Virá, em Venda Nova do Imigrante/ES.

Baseado no protótipo do CDS Guaçu-virá, um agricultor de Linhares/ES construiu sua própria máquina de reviramento de composto (Figura 2).



**Figura 2.** Máquina de revolvimento construída pelo Sr. José Dalvi em Linhares/ES.

Em seguida, com o apoio do Banco do Nordeste do Brasil (BNB), a partir de 2007, um novo protótipo foi desenvolvido com o objetivo de aperfeiçoar as máquinas já existentes, tornando mais simples o revolvimento de composto orgânico. Esse trabalho de mecanização da compostagem foi realizado na Unidade Experimental de Produção Animal Agroecológica (UEPA) do Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper), no Centro Regional de Desenvolvimento Rural Centro Norte, de Linhares, ES. O equipamento consiste em uma plataforma recolhadora e um sistema de destorroamento acionado por motores elétricos e funciona nos pátios das propriedades agrícolas ou em ambientes fechados, o que permite maior agilidade na confecção e facilidade na elaboração do composto orgânico (Figura 3).



**Figura 3.** Máquina de revolvimento de composto orgânico sendo testada na UEPA, Incaper de Linhares/ES.

## 1.2 PROCESSO DA COMPOSTAGEM

Por ser um processo biológico, a compostagem requer manejos específicos para que os microrganismos sobrevivam e se multipliquem e possam decompor adequadamente a MO. A sequência desses manejos são: (i) montagem das leiras de acordo com a relação Carbono/Nitrogênio (C/N) dos resíduos disponíveis; (ii) umedecimento por meio de irrigações controladas; (iii) aeração por meio de revolvimentos.

Para decompor a MO, os microrganismos utilizam cerca de trinta partes de C para cada parte de N (KIEHL, 1985). Sendo assim, para o início do processo de compostagem, muitos autores recomendam uma relação C/N inicial em torno de 30:1.

Nesse contexto, para uma boa compostagem de resíduos, recomenda-se utilizar uma mistura de materiais empregando-se esterco animal ou outros resíduos de baixa relação C/N misturados a resíduos vegetais ricos em C – alta relação C/N – favorecendo a integração da criação animal à produção vegetal nos agroecossistemas. Na Tabela 1, é apresentada a caracterização química de alguns resíduos orgânicos para a compostagem.

Uma maneira prática para a montagem das leiras é seguir o princípio geral: inicia-se o empilhamento dos resíduos de alta relação C/N com camada de, no máximo, 30 cm de altura, seguida de uma fina camada (3 a 5 cm) de materiais de baixa relação C/N (Figura 4). Alternam-se essas camadas até a altura máxima de 1,5 m.

Após montadas as leiras de composto, os microrganismos presentes diminuem gradualmente a relação C/N dos materiais utilizados, sendo que em um composto mineralizado (com os nutrientes disponíveis) essa relação pode chegar a 10/1.

Por ser um sistema biologicamente ativo, o umedecimento por meio de irrigações controladas é fundamental para satisfazer as necessidades dos

microrganismos envolvidos na decomposição da MO, os quais não sobrevivem na ausência de água. Em consequência, as pilhas devem ser irrigadas sempre que necessário mantendo a umidade do material entre 50 e 60% durante o processo. A irrigação deve ser efetuada de forma pulverizada fazendo com que o composto absorva lentamente a água, sem seu escoamento excessivo.

**Tabela 1.** Composição de diversos resíduos que podem ser utilizados como matéria-prima para a compostagem orgânica<sup>1</sup>

Material	MO (%)	C/N	Ph	Macro (dag/kg)						Micro (mg/kg)				
				N	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Fe	Mn	Cu	B
Bagaço de cana	98	114/1	5,4	0,50	0,07	0,55	0,18	0,07	0,05	6	572	46	4	8
Cama de frango	86	18/1	6,6	2,70	1,21	1,74	1,54	0,30	0,24	275	825	344	61	24
Capim-cameron	98	81/1	7,2	0,70	0,08	0,44	0,34	0,22	0,04	10	145	112	2	12
Capim-napier	86	62/1	7	0,80	0,25	2,74	0,10	0,06	0,08	23	206	29	4	5
Capim: roçada diversa	-	-	-	2,10	0,32	2,27	0,79	0,34	0,28	52	-	-	-	-
Esterco bovino curtido	42	14/1	8	1,70	0,38	2,79	0,99	0,44	0,16	99	6250	618	15	14
Glicirídias: folhas	-	-	-	4,00	0,23	2,14	1,10	0,44	0,13	17	285	46	0,30	80
Mandioca: parte aérea	-	-	-	2,20	0,39	2,34	1,18	0,45	0,12	76	-	-	-	-
Palha de café curtida	64	21/1	7,2	1,80	0,12	1,70	0,75	0,12	0,09	13	3375	47	11	18
Palha de café não curtida	93	36/1	5,4	1,50	0,14	2,72	0,60	0,14	0,09	16	281	37	31	16
Resíduo de indúst. de coco - Misto	82	40/1	5,3	1,20	0,31	0,10	0,30	0,02	0,64	128	1054	14	14	4
Resíduo de indúst. de coco - Sólido	76	34/1	5,8	1,30	0,35	0,53	0,26	0,02	0,70	123	1304	11	16	4
Resíduo de indúst. de coco - Semissólido	73	35/1	4,7	1,20	0,20	0,66	0,09	0,02	0,48	143	1105	9	18	4

<sup>1</sup>Material obtido em Linhares e enviado para análise no CRDR Centro Serrano, Incaper de Domingos Martins/ES.



**Figura 4.** Montagem de uma leira de composto orgânico levando em consideração a relação C/N dos resíduos.

Após a montagem das leiras, e dependendo das condições climáticas locais (principalmente da precipitação), a irrigação deve ser realizada de dois em dois dias tentando aplicar uma quantidade de água suficiente para repor a perda por evaporação.

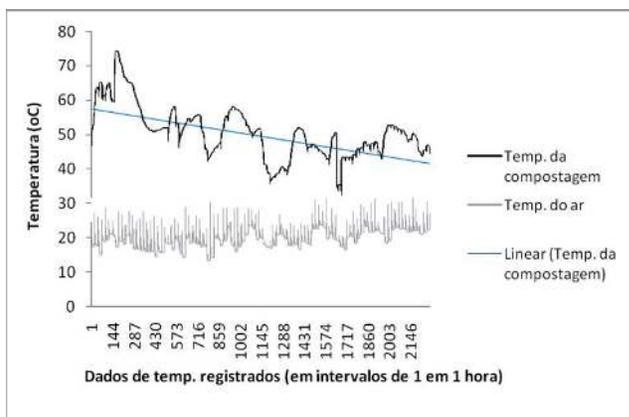
Durante os revolvimentos, deve-se aproveitar para verificar a umidade da pilha e, caso seja necessário, irrigar o material para torná-lo úmido, mas não encharcado. Segundo Souza e Resende (2006), existem algumas maneiras práticas de verificar se a umidade está adequada e uma delas consiste em espremer um punhado de composto com as mãos; se escorrer chorume entre os dedos, o composto estará muito molhado e haverá necessidade de suspender a irrigação, mas se formar um torrão e ele se desmanchar com facilidade e gradualmente, a umidade estará próxima do ideal. Outra maneira consiste em observar a presença de mofo branco, que é sinal de deficiência de água.

A compostagem deve ser realizada em ambiente aeróbio (na presença de oxigênio), pois com abundância de ar, a decomposição, além de mais rápida, não produz mau cheiro e evita a proliferação de insetos indesejáveis (KIEHL, 1985). Da decomposição aeróbica, resulta a produção de amônia, gás carbônico, água, calor e nutrientes.

A leira de composto deve ser revolvida frequentemente para a aeração do material e obtenção de um produto mais homogêneo. Além disso, os revolvimentos permitem modificar a umidade e a temperatura e ajuda a mantê-las em condições ideais para o processo.

Os revolvimentos deveriam ser feitos de acordo com a concentração de oxigênio no interior das leiras, porém, devido à dificuldade em se estimar essa concentração exata, o momento para se fazer o revolvimento é decidido em consequência de fatores, como umidade acima de 60% e, principalmente, temperatura acima de 70°C (KIEHL, 1985).

As altas temperaturas, desde que não extrapolem os 70°C, são desejáveis, pois eliminam patógenos e sementes de espécies invasoras. A Figura 5 se refere ao monitoramento da temperatura da compostagem na UEPA, Incaper de Linhares/ES, e auxilia a visualização das variações térmicas que ocorrem durante o processo. É importante notar que, no início, as altas temperaturas são predominantes e vão diminuindo à medida que o processo ocorre, sendo que a tendência é, ao final, o composto ter uma temperatura semelhante à ambiental.



**Figura 5.** Evolução da temperatura no processo de compostagem monitorado com registrador de dados tipo “Datalogger”, na UEPA, Incaper de Linhares/ES.

Para a conferência da temperatura interna do composto, pode ser empregado o método da sensibilidade ao tato, por meio da introdução de pedaços de vergalhão no interior das leiras (KIEHL, 1985). Utilizando-se esse método, as temperaturas internas das leiras são verificadas em cada etapa do processo de compostagem, observando se o toque no vergalhão com as mãos não atinge temperaturas insuportáveis. Se a temperatura for insuportável ao toque, é sinal de que o composto deve ser revirado para que não ocorra perda de nutrientes por volatilização e não se prejudique os microrganismos envolvidos no processo.

Em geral, os revolvimentos podem ser de dois tipos: manuais ou mecanizados. Os manuais envolvem a utilização de muita mão de obra (Figura 6). Em contrapartida, a utilização da mecanização no processo permite otimizar a mão de obra, melhorar as condições de trabalho e revirar um volume maior de composto em determinado período de tempo.

Na ausência de maquinário, o reviramento por meio do processo manual é necessário e o primeiro deve ser realizado com sete dias após a montagem da leira de compostagem, e os demais espaçados de 15 a 20 dias, num total de, no máximo, quatro reviramentos. Na disponibilidade de máquinas, Souza e Rezende (2006) recomendam uma quantidade de reviramentos maior, com intervalos menores entre as operações (em geral de sete em sete dias), com o objetivo de obter a estabilização da MO em menor tempo (em torno de 60 dias), agilizando o processo e permitindo uma melhor eficiência do sistema.



**Figura 6.** Reviramento manual de uma leira de composto orgânico evidenciando gasto excessivo com mão de obra.

Outros equipamentos podem ser utilizados para a otimização do processo de compostagem. Por exemplo, a utilização de picadeira de capim-napier pode auxiliar na trituração do material de alta relação C/N, disponibilizando grande quantidade de resíduo com a qualidade adequada para a compostagem.

### 1.3 AVALIAÇÃO DA MÁQUINA COMPOSTADEIRA

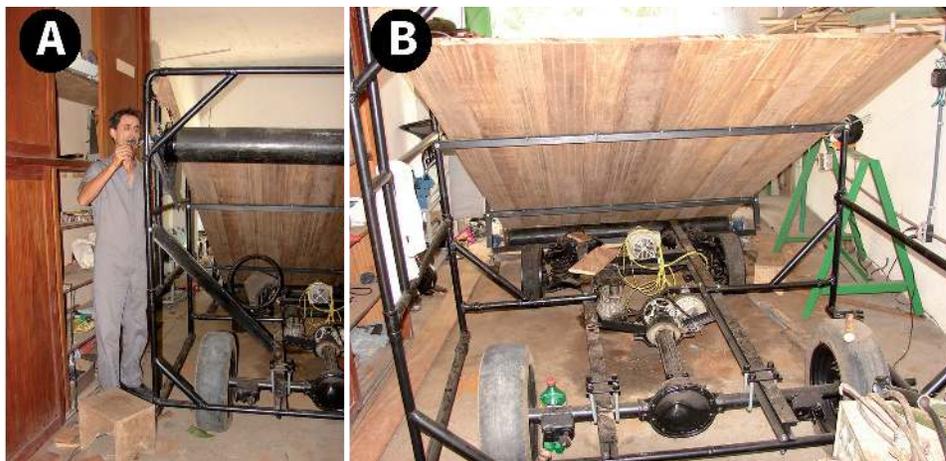
Foram realizadas avaliações da velocidade e do desempenho da máquina quanto ao reviramento de composto. Os testes foram feitos em pátio de piso de concreto da UEPA. Cada teste foi feito com três repetições. A avaliação de velocidade foi realizada para determinar o tempo do deslocamento do equipamento nas suas diferentes marchas. O teste foi realizado com a máquina “livre”, ou seja, sem revirar qualquer tipo de material. Para isso, foram feitas marcações de dois em dois metros no piso e, posteriormente, foi colocada para funcionar (em linha reta) nesses intervalos, em diferentes marchas. O tempo foi monitorado para cada intervalo (de dois metros) percorrido em cada marcha ou velocidade.

Para a avaliação do desempenho de reviramento de composto, foi analisada a quantidade de composto ( $m^3$ ) revolvido nas diferentes marchas. Desse modo, as dimensões das leiras de composto foram mensuradas e, por conseguinte, reviradas em diferentes marchas.

Para corroborar os dados de pesquisa, foram realizadas também avaliações participativas com o objetivo de criar novos indicadores técnicos para a compostagem e torná-la cada vez mais adaptada à realidade da UEPA e da agricultura familiar. Esses testes contaram com a participação de técnicos e agricultores familiares da região norte do Espírito Santo.

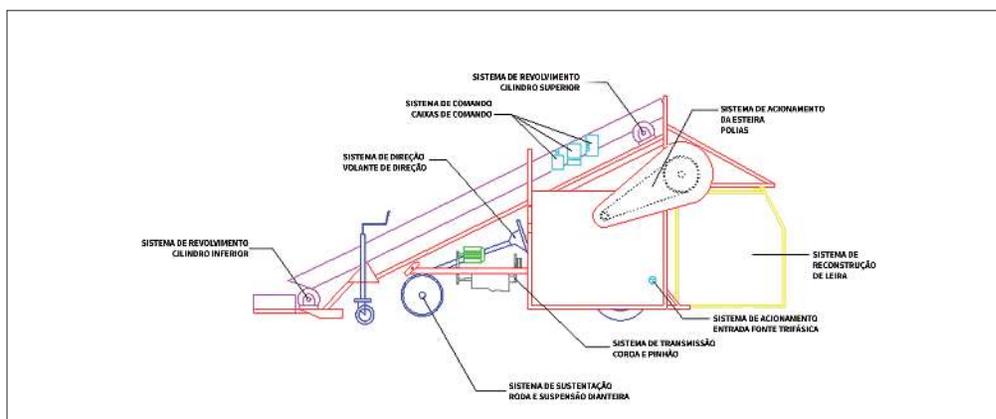
Para a construção da máquina, as peças utilizadas foram compradas em ferro-velho (diferencial, caixa de marcha, suspensão, pneus, perfis, tubos, etc.). Outras peças usadas (rolamentos de esticadores de correias de veículos e correntes, pinhões e coroas de motocicletas) foram obtidas de doações de oficinas de Linhares. Essas peças, que não servem para motocicletas ou veículos, têm utilidade para a máquina compostadeira, que funciona a velocidades reduzidas.

Essa estratégia reduz o custo do equipamento, além de proporcionar uma boa reciclagem. Outros materiais utilizados foram adquiridos em lojas comerciais. Optou-se em desenvolver uma máquina simples que pudesse ser construída em oficinas que possuem equipamentos básicos de solda, esmeril, furadeira, policorte e ferramentas diversas que estejam ao alcance de agricultores ou em oficinas mais simples (Figura 7).



**Figura 7.** Construção da máquina compostadeira na oficina da UEPA, Linhares/ES (A); Detalhes internos da máquina em processo de aperfeiçoamento (B).

A máquina foi composta pelas seguintes partes: sustentação, direção, acionamento, transmissão, comando, revolvimento, destorroamento e reconstrução da leira. Os desenhos abaixo ajudam a visualizar algumas de suas características estruturais e funcionais (Figuras 8, 9 e 10).



**Figura 8.** Vista lateral esquerda da máquina de revolvimento de composto orgânico.

Com o material adquirido, efetuou-se a montagem do chassi com as rodas e o sistema de acionamento com a caixa de marcha e diferencial acoplado com o motor de ½ cv por meio de coroas e pinhões. A caixa de direção foi instalada junto à suspensão dianteira para efetuar as manobras. Foram montadas a estrutura

de sustentação e as tábuas que apoiam o borrachão da esteira transportadora. Em seguida, foram colocados os cilindros inferior e superior com os respectivos mancais que acionarão o borrachão.

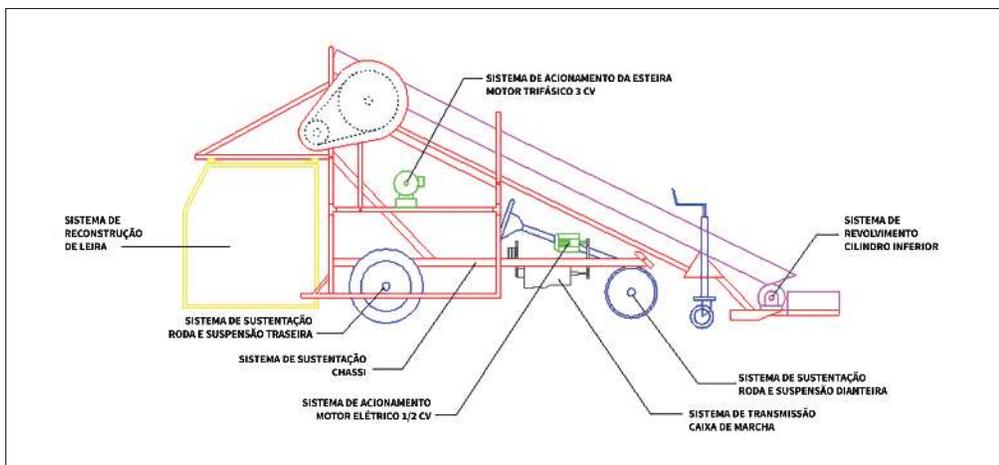


Figura 9. Vista lateral direita da máquina de revolvimento de composto orgânico.

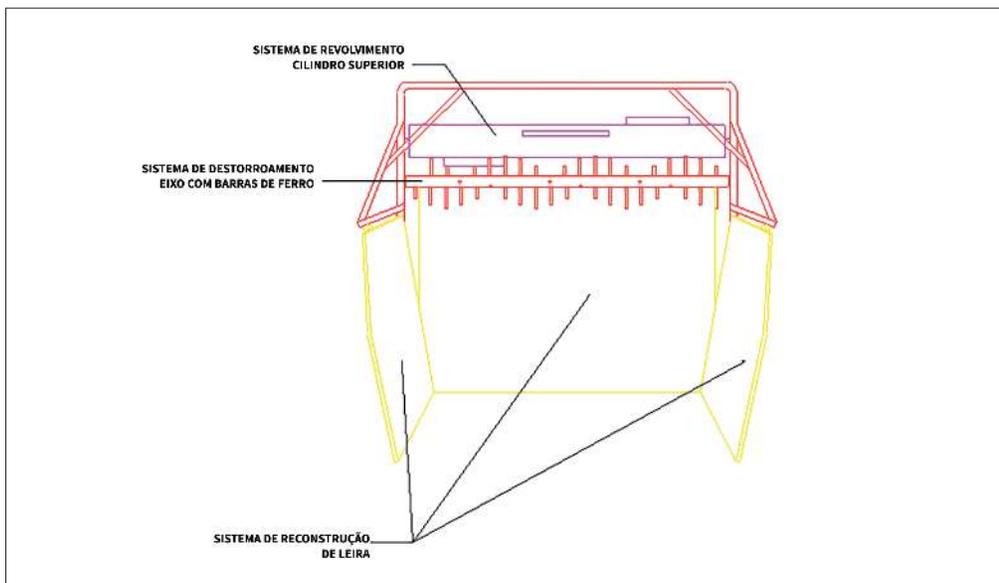


Figura 10. Vista traseira da máquina de revolvimento de composto orgânico.

Efetou-se o acoplamento do motor de 3 cv com as respectivas polias e correias para acionar o destorroador e os cilindros. Foram instaladas as chaves contadoras magnéticas e reversora no sistema elétrico, que acionamos motores. Os reguladores dianteiros de altura foram instalados, assim como as chapas de proteção e o sistema de reconstrução da leira. Um tubo de PVC de  $\frac{3}{4}$  pol., perfurado foi colocado na parte traseira da máquina, acoplado a uma mangueira que conduz a água que irriga o composto. Finalmente, foi feito o acabamento final da máquina com a pintura.

Alguns serviços específicos como, torneamento de peças e soldas mais delicadas, foram encaminhados a oficinas especializadas. Os perfis e materiais de ferro utilizados foram pintados com tinta anticorrosiva ou deu-se preferência a materiais galvanizados, já que o composto é muito corrosivo.

Foi utilizada a correia transportadora de borracha para dar mais flexibilidade no recolhimento do composto pela máquina, evitando a corrosão. Optou-se pela instalação das rodas dianteiras sem os pneus para permitir um deslocamento sem trepidação, mantendo fixa a parte frontal da máquina.

A utilização da caixa de cinco marchas permitiu escolher várias velocidades. As velocidades mais lentas foram utilizadas em leiras de composto maiores. A velocidade mais rápida permitiu manobras mais eficientes e um deslocamento mais rápido. A máquina recebeu partes de madeira que faziam parte da sustentação da correia transportadora e também da proteção lateral, que evitou que o composto saísse da correia.

O operador da compostadeira deveria seguir ao lado do equipamento, verificando se existia algum obstáculo ou material diferente do composto ou se a máquina estava alinhada com a leira e corrigindo na direção, se fosse o caso. Os reguladores dianteiros de altura foram utilizados pelo operador para evitar que as lâminas de recolhimento fixadas à correia de borracha tocassem o piso ou estivessem demasiadamente alto, deixando para trás muito material sem recolher.

O acionamento da máquina foi realizado pelas chaves magnéticas que ligavam e desligavam os dois motores elétricos. O motor de 3 cv foi utilizado para acionar a correia transportadora e o destorroador, e o motor de ½ cv fez o deslocamento da máquina. Uma chave de reversão de rotação permitiu dar marcha à ré, o que possibilitou efetuar manobras com o equipamento.

O manejo do composto – reviramento, aeração, irrigação e enleiramento – foi todo mecanizado. Além dessas funções, a compostadeira poderia, ao final do processo, recolher o composto pronto em uma carroça acoplada na parte traseira da máquina de compostagem.

Durante ou imediatamente após cada reviramento, as leiras foram novamente irrigadas para permitir uma umidade adequada em todo o volume ou irrigadas simultaneamente enquanto a máquina fazia o reviramento. Esse processo teve a vantagem de reduzir o tempo de compostagem, de ocupação do pátio e da área para efetuar as operações.

A segurança é fundamental, e se for necessário efetuar alguma manutenção, o equipamento deve ser desligado prevenindo algum acidente. Durante as avaliações da máquina, as suas cinco velocidades foram monitoradas. As marchas que demonstraram maior eficiência no que diz respeito ao tempo do revolvimento e reconstrução correta das leiras de composto foram a segunda e terceira. A Tabela 2 traz as suas dimensões, bem como as suas velocidades de deslocamento.

**Tabela 2.** Dimensões e velocidades da máquina compostadeira

Descrição das dimensões	Medidas (m)
Comprimento	4,3
Largura	1,9
Altura	1,9

Velocidade	Deslocamento (m/h)
1ª Marcha	53
2ª Marcha	98
3ª Marcha	231
4ª Marcha	316
5ª Marcha	381

Nos diversos testes realizados, notou-se que a máquina foi extremamente eficiente. A depender da velocidade com que é usada, o equipamento pode revolver até 120 m<sup>3</sup> de composto por hora (Tabela 3). Consequentemente, relacionando a sua capacidade de revolvimento às necessidades específicas por matéria orgânica MO compostada, a máquina pode auxiliar no revolvimento de grandes quantidades desse material. Os testes contaram com a participação de técnicos, estudantes, pesquisadores e agricultores familiares do norte do Espírito Santo, que contribuíram para o aperfeiçoamento da compostadeira (Figura 11).

**Tabela 3.** Volume de composto revolvido por hora pela máquina de acordo com variações de velocidades

Velocidade	Volume Revolvido (m <sup>3</sup> /hora)
1ª Marcha	18
2ª Marcha	35
3ª Marcha	84
4ª Marcha	103
5ª Marcha	120



**Figura 11.** Teste participativo (com agricultores familiares, técnicos, estudantes e outros) da máquina compostadeira na UEPA, em Linhares/ES.

Na Tabela 4, são apresentados os materiais utilizados na construção da máquina com os respectivos custos.

**Tabela 4.** Orçamento da máquina compostadeira. Incaper, Linhares/ES, 2010

Discriminação dos materiais de construção	Un.	Quant.	Valor unit.	Valor R\$
Borrachão com duas lonas	m <sup>2</sup>	12	140,00	1.680,00
Ferro (perfis, barras, eixos, tubos, etc.)	kg	500	4,70	2.350,00
Materiais diversos (cx. de marcha, cx. de direção e diferencial)	pçs	1	800,00	800,00
Motor elétrico ½ cv	pç	1	280,00	280,00
Motor elétrico 3 cv	pç	1	460,00	460,00
Tinta esmalte sintético	gl	2	35,00	70,00
Tubo de aço diâmetro de 8 pol. e espessura 1/8 pol.	m	3	80,00	240,00
Chapa de ferro galvanizado espessura 20 MSG, dimensões 2 x 1 m	pç	4	66,00	264,00
Polias e correias diversas	pç	8	30,00	240,00
Cabo trifásico 4 mm <sup>2</sup>	m	50	4,40	220,00
Chaves (duas contadoras e uma reversora)	verba	1	300,00	300,00
Parafusos diversos	pç	200	0,32	64,00
Barra redonda mecânica 1 1/4 pol.	kg	37	3,83	141,71
Perfil de ferro I, altura 3 pol., c/ aba (espessura 6,6 mm, largura 59,2 mm), alma 4,32 mm	pç	1	145,00	145,00
Outros materiais (solda, fios, pneus, etc.)	verba	1	200,00	200,00
<b>Subtotal</b>				<b>7.304,71</b>
Montagem da máquina (mecânico, soldador, eletricista, etc.)	verba	1	2400,00	2.400,00
<b>Total</b>				<b>9.854,71</b>

## 1.4 ANÁLISE DO COMPOSTO OBTIDO

Resultados de pesquisa demonstraram que a adubação com compostos orgânicos (preparados com máquina), na cova de plantio do cafeeiro conilon pode ser uma alternativa para substituir ou reduzir as adubações minerais nitrogenadas e potássicas recomendadas para o primeiro ano pós-plantio das mudas. Os compostos orgânicos preparados pelas misturas com esterco bovino curtido e capim-elefante (mistura 1) e com cama de frango e capim-elefante (mistura 2), ambos na proporção 1:4, bem como a quantidade aplicada, interferem no crescimento e estado nutricional das plantas (SILVA et al., 2009; SERRANO et al., 2009). As doses que proporcionaram o crescimento do cafeeiro conilon variam de 8.145 a 8.439 g/cova (mistura 1), e de 8.637 a 8.706 g/cova (mistura 2) (SILVA et al., 2009). Além disso, a aplicação de 9.160 g/cova de mistura 1 ou 8.706 g/cova de mistura 2 proporcionaram os maiores teores foliares de N comparados a outras dosagens, além de teores foliares de K dentro da faixa recomendada para as plantas de conilon (SERRANO et al., 2009).

Por fim, pode-se dizer que numa propriedade agrícola, a adubação orgânica e a manutenção da fertilidade do solo, assim como a melhoria dos seus atributos físicos e biológicos, poderão ser provenientes dos resíduos orgânicos obtidos no próprio local (e.g.: palha de café, esterco bovino, restos de cultura e outros), processados por meio da compostagem orgânica com menores custos de transporte de material e menores gastos com mão de obra utilizando-se uma máquina compostadeira que esteja ao alcance dos agricultores.

## 2 COMPOSTAGEM PELO SISTEMA ‘CAPARAÓ’: ALTERNATIVA EFICAZ E DE BAIXO CUSTO

A produção e a reciclagem de biomassa são desafios para os sistemas de base agroecológica, pois os resíduos gerados na agricultura, na agroindústria e por animais domésticos devem atender à demanda de adubação e apresentar um custo que permita a sua produção.

A compostagem é uma solução que permite a incorporação de materiais vegetais de alta relação C/N e difícil decomposição com materiais de baixa relação C/N. Porém, apresenta grande demanda por mão de obra para a confecção e manejo das pilhas que, em propriedades familiares, tende a ser um fator limitante e que deve ser pensado de forma harmônica com as outras atividades da família. Além disso, a substituição de mão de obra pela mecanização tende a ser dificultada devido à pequena disponibilidade de máquinas ou ao alto custo para sua aquisição.

Em maio de 2005, o Incaper, o CCA-Ufes, o Grupo Kapi´xawa e a Certificadora Chão Vivo reuniram-se e discutiram os problemas vivenciados no cultivo orgânico de café com os agricultores da Acaofi (Associação Capixaba dos Agricultores Orgânicos e Familiares de Iúna e Região do Caparaó). Os agricultores apontaram os principais problemas da cafeicultura orgânica, enfatizando a grande demanda por mão de obra na compostagem e a dificuldade em obter MO.

Para a adequação de processos como a compostagem, a metodologia da “Unidade de Experimentação Participativa” (UEP) é uma que pode ser adotada. A UEP representa um espaço de teste e avaliação conjunta, dando visibilidade às tecnologias propostas nas condições reais dos agricultores familiares. Possibilita incentivar e facilitar o desenvolvimento do senso experimentador entre os agricultores, a partir da interação com o pesquisador e o extensionista como estratégia de obtenção de tecnologias adequadas.

No sentido de adequar a compostagem à realidade da cafeicultura familiar, buscou-se, nesse trabalho, a redução da mão de obra e da mecanização por meio de alterações na montagem da pilha de composto, da incorporação da bananeira como fonte de umidade e do uso da enxada rotativa acoplada a microtrator para o reviramento e a trituração.

Após reuniões participativas com a Acaofi, foi feito um planejamento de trabalho dividido em duas partes: 1) Levantamento da realidade dos agricultores por meio de entrevistas; e 2) Montagem de UEPs visando melhorar a compostagem. Foram implantadas duas UEPs em março de 2006, localizadas nos Municípios de Irupi e de Ibatiba, no Espírito Santo, em propriedades de dois agricultores da Acaofi.

## 2.1 CONFECÇÃO DOS COMPOSTOS

Em cada UEP, foram montados três compostos sendo um denominado de composto padrão (CP) e dois de composto com material orgânico não triturado na montagem da pilha (CNTM). O CP foi montado com esterco bovino, capim-elefante triturado e capim-gordura, em três camadas alternadas de cada material, até 80 cm de altura e nas mesmas proporções usadas no CNTM, em cada UEP. A composição dos materiais usados consta na Tabela 5. O CP foi utilizado como testemunha para avaliação da qualidade final do composto e da evolução da temperatura das pilhas. Após a montagem, procederam-se a três reviramentos em intervalos de sete dias, sendo molhados, respectivamente.

**Tabela 5.** Composição de materiais orgânicos usados na compostagem em Irupi e Ibatiba

Material	Umidade %	MO %	C/N	pH	Macronutrientes (%)			
					N	P	K	Ca
Capim-elefante <sup>1</sup>	64	94	30	8,5	1,8	0,10	0,80	0,15
Esterco suíno <sup>1</sup>	42	51	16	6,6	1,9	0,16	0,50	0,40
Esterco bovino <sup>1</sup>	46	66	20	9,3	1,9	0,31	2,90	0,75
Bananeira <sup>2</sup>	91	-	-	-	0,9	1,60	0,80	0,25
Composto <sup>3</sup>	24	21	8	7,1	1,6	0,11	0,30	0,80
Esterco bovino <sup>3</sup>	53	25	9	8,3	1,7	0,16	0,45	0,55

<sup>1</sup>UEP Ibatiba.

<sup>2</sup>Pseudocaulé.

<sup>3</sup>UEP Irupi.

O CNTM foi montado com camadas alternadas de capim-elefante não triturado, bananeira, capim-gordura, um inoculante com relação C/N baixa disponível na propriedade, com 70 cm de altura (Figura 12). Os compostos de Irupi foram montados em 06/03/2006, inoculados com esterco bovino e composto maduro, e em Ibatiba, foram montados em 10/03/2006, com esterco bovino e suíno. O volume de inoculante dos compostos corresponderam a 8,6% em Irupi e 13,0% em Ibatiba. O capim-elefante foi disposto em camadas de 15 a 20 cm e as bananeiras foram cortadas longitudinalmente (“tipo telha”), colocadas sobre a pilha de composto com a face cortada para baixo e depois recortadas com foice ou facão em pedaços de 30 a 40 cm de comprimento. O inoculante foi colocado em camadas de 3 a 4 cm. Em Ibatiba, o composto foi feito com bananeira-nanica e em Irupi com a bananeira-prata.

A trituração foi em 02/05/2006, com enxada rotativa acoplada a um microtrator Tobatta de 14 cv. O composto foi esparramado com garfos formando uma camada de 30 cm de altura, passando-se, a seguir, a enxada rotativa (Figura 12). Após triturado, o composto foi empilhado novamente. Em Ibatiba, após a trituração, foram colocadas duas camadas de bananeiras durante a remontagem das pilhas.



**Figura 12.** Representação das camadas do composto não triturado na montagem com capim, esterco e bananeira (A); Trituração com microtrator com enxada rotativa (B); Montagem da pilha com esterco sobre camada de capim (C); Camada de bananeira picada sobre a camada de esterco (D); Pilha de composto ‘Caparaó’ em fase de finalização (E).

## 2.2 ANÁLISE DOS COMPOSTOS

Aos quatro meses após o início da compostagem, os compostos apresentaram 40% do volume inicial (Tabela 6). O material final decomposto foi obtido com a eliminação das operações de transporte do material orgânico para o pátio

de compostagem. A trituração e os reviramentos foram realizados em uma só operação com a enxada rotativa acoplada em microtrator, no terceiro mês após a montagem da pilha, com eliminação do trabalho manual. Restou apenas o trabalho de esparramar as pilhas para facilitar a passagem do microtrator e de amontoar novamente para finalização da decomposição.

**Tabela 6.** Relações de volume nas etapas da compostagem após cinco meses, em Irupi e Ibatiba

<b>Composto (local e inoculante)</b>	<b>Volume inicial (10/mar) Vi (m3)</b>	<b>Volume final (4/ago) Vf (m3)</b>	<b>Relação final (4/ago) Vf/Vi (%)</b>
CNTMeb	15,33	6,81	44
CNTMcomp	16,32	5,97	37
<b>Média Irupi</b>	<b>15,82</b>	<b>6,39</b>	<b>40</b>
CNTMs	7,70	3,10	40
CNTMes	6,76	2,73	40
<b>Média Ibatiba</b>	<b>7,23</b>	<b>2,92</b>	<b>40</b>
<b>Média total</b>	<b>11,52</b>	<b>4,66</b>	<b>40</b>

Em Irupi, os compostos foram mais alcalinos, indicando um estágio mais avançado de decomposição (Tabela 7). Em Ibatiba, os compostos apresentaram pH abaixo de 6,5 que é o valor mínimo indicado por Kiehl (2001) para o composto ser considerado curado. Porém, o CP de Ibatiba com pH 5,2 foi significativamente menor que os dois CNTMs. Em Irupi, não houve diferença entre o CP e os CNTMs e o pH variou de 7,7 a 8,0, os quais ficaram próximos dos valores de compostos curados encontrados por outros autores: 7,4 obtidos por Souza (1998), 8,0 obtidos por Jahnel, Melloni e Cardoso (1999) e acima de 7,0 indicados por Kiehl (2001) como próximo do ideal.

**Tabela 7.** Médias de pH, umidade, matéria orgânica (MO), relação C/N, N e densidade em compostos de Irupi e Ibatiba

<b>Composto</b>	<b>pH</b>	<b>Umidade (%)</b>	<b>MO (%)</b>	<b>C/N</b>	<b>N (g kg<sup>-1</sup>)</b>	<b>Densidade (kg m<sup>-3</sup>)</b>
CP <sup>1</sup> Ibatiba	5,20 a	56,8 a	59,3 ab	23 a	15,0 b	523
Suíno Ibatiba <sup>2</sup>	6,20 b	46,0 a	45,3 ab	17 b	14,5 b	501
Bovino Ibatiba <sup>2</sup>	6,45 b	56,3 a	68,8 a	22 a	17,7 a	480
CP <sup>1</sup> Irupi	7,72 c	43,0 a	54,5 ab	22 a	14,0 b	521
Bovino Irupi <sup>2</sup>	7,97 c	40,5 a	51,8 ab	20 ab	15,2 b	545
Composto Irupi <sup>2</sup>	8,00 c	39,8 a	44,5 b	23 a	13,5 b	465
<b>Média geral</b>	<b>6,9</b>	<b>47</b>	<b>54,7</b>	<b>21</b>	<b>15</b>	<b>522</b>
<b>CV (%)</b>	<b>3,8</b>	<b>18,05</b>	<b>15,78</b>	<b>7,97</b>	<b>7,2</b>	<b>----</b>

<sup>1</sup> CP: composto padrão.

<sup>2</sup> Inoculante e local de cada composto não triturado na montagem (CNTM).

O percentual de MO para os três compostos variou de 44,5% a 68,8%, com média de 54,7% (Tabela 7), estando a média próxima dos teores indicados por Kiehl (2001), sendo o mínimo de 40% e o ideal próximo de 50% de MO. Em Ibatiba, os teores de MO foram mais altos no CP com 59,3% e o CNTM com 68,8%, indicando menor grau de decomposição e que os compostos ainda não estavam curados como também foi observado em relação ao pH.

O CNTM com esterco suíno de Ibatiba atingiu menor relação C/N (17/1) sem diferenciar-se do CNTM com esterco bovino de Irupi (20/1), indicando que o primeiro promoveu um estágio mais avançado de decomposição. Em todos os outros compostos, a relação C/N aos 125 dias, em Irupi e 130 dias, em Ibatiba não apresentou diferença, com média de 22/1, indicando que o avanço da decomposição foi igual tanto no CP como no CNTM.

Em relação ao custo de produção, alguns ganhos práticos foram obtidos. O processo adotado permite um maior rendimento da mão de obra devido à redução do trabalho manual na confecção do composto eliminando a atividade preliminar de trituração e os reviramentos. Esse menor consumo de serviço é importante por ser a mão de obra o fator mais escasso e limitante para a compostagem, citada como o principal problema no processo por 91% dos agricultores.

Houve economia na atividade de transporte devido à preparação do composto no local em que a maior parte dos materiais orgânicos estava disponível, fazendo-se o transporte apenas do esterco, que foi de 10% do volume da pilha de composto. Os agricultores da Acaofi têm no transporte uma limitação tão grande quanto a mão de obra, tendo em vista que apenas um deles possui trator para o carregamento de grandes volumes. Houve também economia com a eliminação da irrigação em virtude da estratégia de promover o umedecimento das pilhas de composto com pseudocaules de bananeira.

De maneira geral, pode-se afirmar que o composto com bananeira sobre material não triturado, submetido a posterior trituração com enxada rotativa, permite a diminuição dos custos de transporte e de reviramentos. Além disso, os indicadores de maturidade do CP e dos CNTMs foram semelhantes.

### 3 REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO NACIONAL PARA DIFUSÃO DE ADUBOS. **Anuário estatístico do setor de fertilizantes**. Disponível em: <<http://www.anda.org.br/>>. Acesso em: 16 fev. 2009.

ARAÚJO, J. B. S.; SIQUEIRA, H. M.; FERNANDES, M. A.; PILON, L. C. Composto com bananeira e capim elefante triturado com enxada rotativa. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROECOLOGIA, 5., 2007, Guarapari. **Anais...** Porto Alegre: Associação Brasileira de Agroecologia, 2007.

ARAÚJO, J. B. S. Manejo de guandu (*Cajanus cajan* (L.) Millsp) na cultura do café, em sistema de cultivo orgânico. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 27. 2001, Uberlândia; **Anais...** Uberlândia: MA/PROCAFÉ, 2001.

CHAYANOV, A. V. **La organización de la unidad económica campesina**. Buenos Aires: Ediciones Nueva Visión, 1974. 342 p.

FORNAZIER, M. J.; ARAÚJO, J. B. S.; ROCHA, A. C. Enfolhamento em lavoura de café em conversão do sistema tradicional para o cultivo orgânico. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS, 26., 2000, Marília. **Anais...** Rio de Janeiro: MA/PROCAFÉ, 2000. v.1. p. 163.

HOWARD, A. **Um testamento agrícola**. São Paulo: Expressão Popular. 2007. 360 p.

JAHNEL, M. C.; MELLONI, R.; CARDOSO, E. J. B. N. Maturidade de composto de lixo urbano. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 56, n. 2, 1999.

KHATOUNIAN, C. A. **A reconstrução ecológica da agricultura**. Botucatu: Agroecológica, 2001. 348 p.

KIEHL, E. J. **Fertilizantes orgânicos**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1985. 492 p.

KIEHL, J. C. Produção de composto orgânico e vermicomposto. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 22, p. 40-42, 2001.

MAIA, C. E.; BARRETO, A. K. G.; MARIGUELE, K. C.; SILVA, A. K. M.; MEDEIROS, F. A. S. B. Curva de retenção de água em um Luvisolo Crômico com adição de doses de composto orgânico. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, 11., 2001, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: ABID, 2001. p. 69-74.

SALES, E. F.; BATISTA, A. de S. A transição de agricultores convencionais em agricultores orgânicos certificados pela Chão Vivo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROECOLOGIA, 1., 2003, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre, Emater-RS, 2003.

SERRANO, L. A. L.; SILVA, V.M. da; FORMENTINI, E. A.; TEIXEIRA, A. F. R. Adubação orgânica na cova de plantio do cafeeiro conilon (*Coffea canephora* Pierre ex Froehner): II. Efeitos nos teores foliares de nutrientes. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 6., 2009, Vitória, ES. **Anais...** Vitória: VI SPCB, 2009.

SILVA, V. M.; SERRANO, L. A. L.; FORMENTINI, E. A.; TEIXEIRA, A. F. R. Adubação orgânica na cova de plantio do cafeeiro conilon (*Coffea canephora* Pierre ex Froehner): I. Efeitos no crescimento da planta. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 6., 2009, Vitória, ES. **Anais...** Vitória: VI SPCB, 2009.

SIQUEIRA, H. M.; ARAÚJO, J. B. S.; FERNANDES, M. A.; PILON, L. C. Aspectos sócio-econômicos numa perspectiva de transição agroecológica dos agricultores da Acaofi. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROECOLOGIA, 5., 2007, Guarapari. **Anais...** Porto Alegre: Associação Brasileira de Agroecologia, 2007.

SOUZA, J. L. de; RESENDE, P. **Manual de horticultura orgânica**. 2. ed. Viçosa, MG: Aprenda fácil, 2006. 843p.

SOUZA, J. L. de. Pesquisa e desenvolvimento tecnológico na agricultura orgânica. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 22, p. 47-52, 2001.

SOUZA, J. L. **Agricultura orgânica:** tecnologias para a produção de alimentos saudáveis. Vitória: EMCAPA, 1998. v. 1.





# ADUBAÇÃO ORGÂNICA VIA FOLIAR E DE COBERTURA PARA HORTALIÇAS

Jacimar Luis de Souza  
Victor Almeida Pereira  
Ricardo Henrique Silva Santos  
Eduardo de Sá Mendonça  
Rogério Carvalho Guarçoni

Os trabalhos apresentados neste capítulo aprimoram os conhecimentos sobre a adubação suplementar no cultivo de hortaliças, em sistema orgânico. Comprova-se que o uso adequado de fontes de nitrogênio durante o ciclo de cultivo sincronizando a oferta desse elemento N com a demanda da cultura melhora o rendimento e a qualidade comercial dos produtos orgânicos. Por outro lado, alguns trabalhos atestam a ineficiência de algumas fontes de adubações orgânicas no cultivo de hortaliças nesse sistema de produção.

## **1 ADUBAÇÃO FOLIAR COM BIOFERTILIZANTE BOVINO NA CULTURA DO ALHO, EM SISTEMA ORGÂNICO**

O alho (*Allium sativum* L.) é uma das hortaliças mais importantes do Brasil, sendo cultivado na maioria das regiões e utilizado como condimento. Nos sistemas orgânicos de produção, tem sido uma das culturas olerícolas mais exigentes em manejo e nutrição para alcance de melhores rendimentos comerciais.

Visando a atender à sociedade com produtos naturais de alto valor biológico e isentos de agrotóxicos, a produção de alho orgânico destaca-se, permitindo aos produtores desse sistema de produção colherem produtos diferenciados, com maior valor de agregação, além de proporcionar o equilíbrio biológico nos sistemas produtivos e a preservação do meio ambiente.

Na agricultura orgânica, a utilização de biofertilizantes é uma prática comum, já que são de baixo custo e sua fabricação pode ser realizada na propriedade do agricultor. Além do efeito nutricional, o biofertilizante se destaca ainda por ter alta atividade microbiana e possuir compostos bioativos. É capaz de propiciar maior proteção e resistência à planta contra o ataque de agentes externos, como pragas e doenças.

Os métodos de manejo com adubação orgânica que atuam na supressão das doenças de solo (HOITINK; BOEHM, 1999; TOMITA, 2010, 2011) e de parte aérea (ZHANG et al., 1998; ABBASI et al., 2002; STONE et al., 2003; TOMITA, 2011) são resultantes de mecanismos de resistência sistêmica induzida em plantas a diferentes tipos de doenças e pragas. O aporte de matéria orgânica (MO) no sistema solo/planta proporciona maior estabilidade da comunidade edafobiótica, favorecendo a prevalência de uma colônia de organismos antagonistas nativos (PEREIRA et al., 1996; HÖPER; ALABOUVETTE, 1996; HOITINK; BOEHM, 1999) e promove a resiliência do complexo físico, químico e biológico do solo, mantendo a dinâmica da biodiversidade no sistema radicular das plantas e agenciando, assim, ações sinérgicas de indução de resistência da planta (TOMITA, 2010, 2011).

Apesar de serem utilizados por produtores orgânicos, visando à melhoria do desenvolvimento vegetativo e proteção foliar de muitas culturas, os biofertilizantes 'Supermagro' indicado pela Associação de Projetos e Tecnologias Alternativas (APTA, 1997) e 'biofertilizante bovino' indicado por Santos (1992), precisam ter seus efeitos necessitam ser mais estudados.

Existem trabalhos que relatam que as aplicações foliares desses produtos não influenciaram no rendimento, na cultura do pimentão (SILVA et al., 2004; SOUZA, 2000). Entretanto, em muitos trabalhos, relata-se o efeito positivo da utilização de biofertilizantes líquidos via foliar na produtividade de diferentes culturas, como tomate (TANAKA et al., 2003), beterraba (CASTRO et al., 2004), milho (PAVINATO et al., 2008) e feijão (FERRAZ et al., 2009). Segundo Santos (1992), aplicações foliares de biofertilizantes diluídos em água, em proporções entre 10% e 30%, podem apresentar efeitos nutricionais e hormonais consideráveis, aumentando a área foliar das plantas.

Por ser exigente em macro e micronutrientes que influenciam diretamente na produtividade, em tese, a cultura do alho pode ser beneficiada pelo uso de biofertilizantes. Portanto, com base nas informações expostas, o objetivo do trabalho em questão foi avaliar o efeito das concentrações de biofertilizante bovino sobre o desenvolvimento do alho em sistema orgânico de produção.

Esse trabalho foi realizado no ano de 1999, na Unidade de Referência em Agroecologia (URA) do Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper), localizada no Município de Domingos Martins/ES, a uma altitude de 950 m, numa área de Latossolo Vermelho Amarelo distrófico argiloso, com as características apresentadas na Tabela 1. Foram utilizados bulbilhos da variedade Gigante Curitiba, que vieram de multiplicações no próprio sistema orgânico nos oito anos anteriores, conforme o manejo orgânico recomendado por Souza e Resende (2006).

**Tabela 1.** Características do solo antes da implantação do experimento. Talhão 13. Incaper, Domingos Martins/ES, 1999

Item	pH (H <sub>2</sub> O)	P	K	Ca	Mg	S	CTC	V	MO
		mg dm <sup>-3</sup>			cmol <sup>+</sup> dm <sup>-3</sup>			%	dag kg <sup>-1</sup>
Solo	7,2	160	155	5,5	1,3	7,25	8,35	86,5	2,1

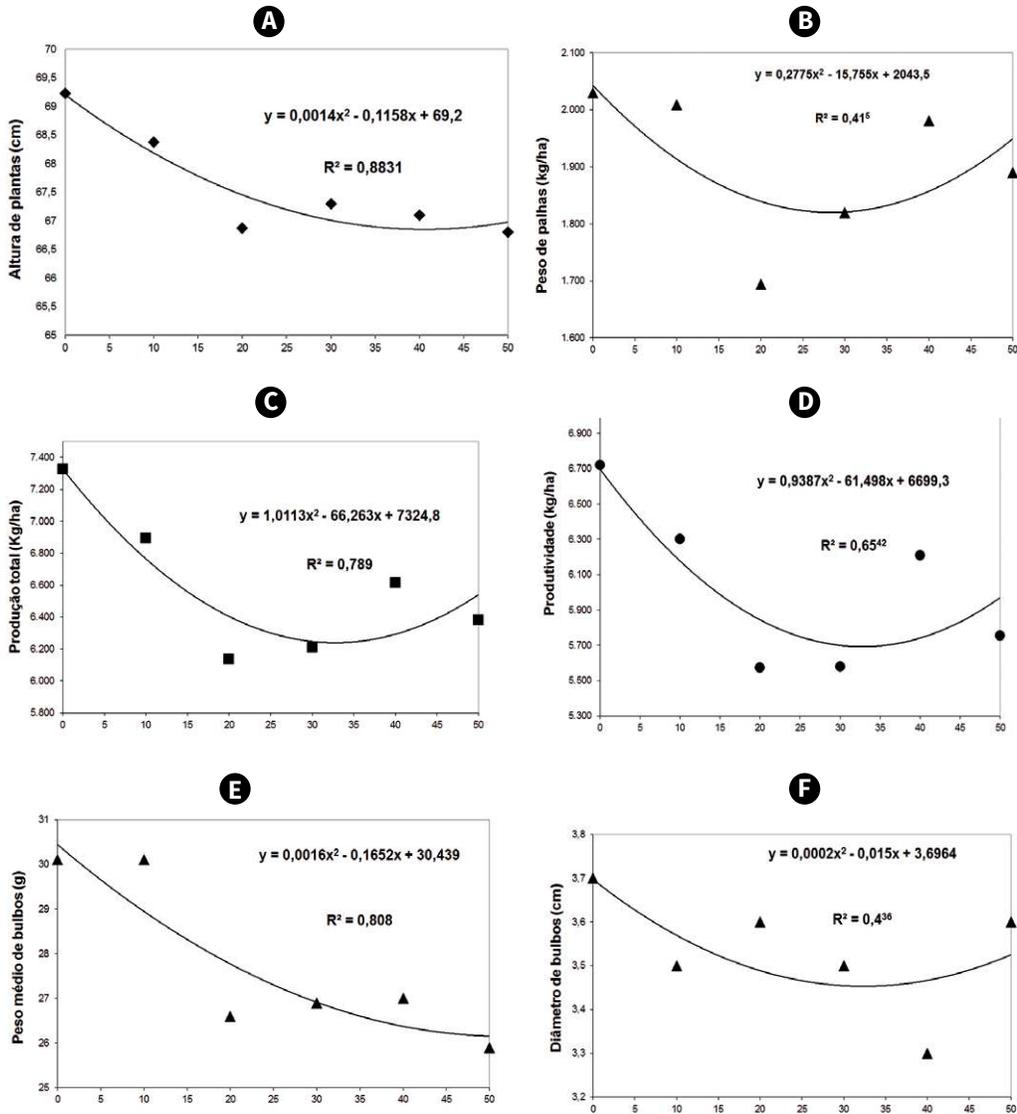
Os tratamentos consistiram de aplicações foliares de seis tratamentos, sendo cinco concentrações de biofertilizante bovino: 10%, 20%, 30%, 40% e 50% e um tratamento testemunha (sem adubação foliar). O biofertilizante foi preparado em bombonas com capacidade para 200L, hermeticamente fechadas para permitir fermentação anaeróbica de esterco fresco e água. O tempo de fermentação foi de 30 dias, conforme as indicações de Santos (1992).

Os tratamentos foram aplicados em pulverizações semanais, a partir de 45 dias do plantio, até meados da fase de bulbificação, em torno de 130 dias, totalizando 13 aplicações. Aos 100 dias após o plantio, foi realizada uma amostragem foliar retirando-se uma folha intermediária adulta por planta, em cinco plantas por repetição, totalizando 25 folhas por amostra composta.

Para o cálculo da produção total, da produtividade e do peso da palha por hectare, foi levado em consideração que para cada 10.000 m<sup>2</sup> de área total, planta-se efetivamente 7.000 m<sup>2</sup> de canteiros. Assim, a produção da área útil da parcela de 2 m<sup>2</sup> foi extrapolada para 7.000 m<sup>2</sup>.

O número total e comercial de plantas não foi alterado pela utilização do biofertilizante em todas as concentrações avaliadas. As análises de regressão indicaram efeitos negativos das doses de biofertilizante sobre todas as demais características vegetativas e produtivas, com melhor ajuste ao modelo quadrático (Figura 1).

A altura de plantas, a produção total e o peso médio de bulbos apresentaram relação funcional quadrática significativa pelo teste 'F' a 5% de probabilidade, com as doses de biofertilizante (Figuras 1A, 1C e 1E). O peso das palhas na colheita, a produção comercial e o diâmetro também apresentaram ajuste ao modelo quadrático, porém sem significância estatística (Figuras 1B, 1D e 1F).



**Figura 1.** Efeitos de concentrações de biofertilizante bovino (mL por planta), sobre o desenvolvimento do alho em sistema orgânico: (A) Altura de plantas; (B) Peso de palhas; (C) Produção total de bulbos; (D) Produtividade comercial de bulbos; (E) Peso médio de bulbos e (F) Diâmetro médio de bulbos. Incaper, Domingos Martins/ES, 1999.

Contrariamente aos efeitos positivos para outras culturas, relatados por Tanaka et al. (2003), Castro et al. (2004), Ferraz et al. (2009) e Santos (1992), o efeito negativo do biofertilizante na produção do alho pode ser atribuído a dois fatores: primeiro, devido à presença de grande parte de material em suspensão no biofertilizante empregado, que aderido à superfície da folha, possivelmente provocou diminuição na taxa de absorção de nutrientes (partículas grandes) e redução da área fotossinteticamente ativa da folha; segundo, em virtude da utilização do biofertilizante bovino sem adição de nutrientes minerais na sua formulação, ao contrário dos outros autores, que trabalharam com biofertilizantes enriquecidos de minerais, como o ‘Supermagro’ e o ‘Agrobio’.

Outra questão a ser levantada a respeito da ausência de efeito nutricional do biofertilizante na cultura do alho refere-se aos elevados valores de nutrientes encontrados no solo, onde se realizou este estudo, principalmente macronutrientes, como fósforo (P) e potássio (K) como visto anteriormente, que podem ter inibido o efeito nutricional do produto.

Numa análise estritamente técnica dos teores foliares de nutrientes por tratamento, os teores médios indicam não haver diferenças consideráveis entre os tratamentos, à exceção do ferro (Fe), que apresentou uma tendência de aumento de concentração nos tecidos com a elevação das concentrações do biofertilizante. Esse fato deve-se aos altos teores desse elemento comumente encontrado em materiais orgânicos e sua relativa abundância nos solos tropicais, além de não ser requerido em grandes quantidades pelas plantas, apesar de ser essencial (Tabela 2).

Para a cultura do alho, os dados obtidos nesse trabalho indicam que o emprego de biofertilizante bovino líquido, aplicado via foliar, não proporciona benefícios para a cultura em sistema orgânico de produção.

**Tabela 2.** Teores foliares de nutrientes em plantas de alho, aos 100 dias de plantio. Incaper, Domingos Martins/ES, 1999<sup>1</sup>

Tratamentos	Macronutrientes (dag kg <sup>-1</sup> )						Micronutrientes (mg kg <sup>-1</sup> )				
	N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Zn	Mn	Fe	B
Testemunha	2,30	0,35	3,20	0,93	0,16	0,15	250	27	22	77	17
Biofert. 10%	2,30	0,36	3,20	1,00	0,17	0,15	240	35	22	77	15
Biofert. 20%	2,40	0,36	2,95	0,94	0,17	0,14	300	33	25	88	18
Biofert. 30%	2,30	0,36	3,30	0,94	0,17	0,15	290	35	25	85	19
Biofert. 40%	2,40	0,36	3,30	0,97	0,17	0,15	300	31	27	100	15
Biofert. 50%	2,40	0,36	3,40	0,97	0,17	0,16	280	31	27	130	17

<sup>1</sup>Dados obtidos de amostragem única de folhas das quatro parcelas de cada tratamento (sem repetição). Dados não analisados estatisticamente.

## 2 EFEITO DA ADUBAÇÃO SUPLEMENTAR DE COBERTURA SOBRE O DESEMPENHO PRODUTIVO DO PIMENTÃO EM SISTEMA ORGÂNICO

Monitorando o cultivo do pimentão em sistema orgânico de produção, ao longo de dez anos, Souza e Resende (2003) afirmam que essa cultura não apresentou problemas fitossanitários que comprometessem seu desenvolvimento. A limitação no rendimento comercial de frutos tem sido atribuída à insuficiente nutrição das plantas, mesmo em condições de solo manejados organicamente ao longo de vários anos, especialmente em relação ao suprimento insuficiente de nitrogênio (N) para as cultivares de elevada exigência nutricional existentes no mercado.

A alternativa de usos de biofertilizantes via foliar, como o ‘Supermagro’, que é formulado com esterco bovino enriquecido com nutrientes minerais (APTA, 1997) e o elaborado apenas com esterco bovino puro (SANTOS, 1992), foi avaliada por Silva et al. (2004) e Souza (2000), no cultivo orgânico do pimentão, indicando que

o emprego desses produtos na adubação foliar não favoreceu o desenvolvimento das plantas, pois o rendimento de frutos não foi alterado significativamente pelas concentrações empregadas. Assim, realizou-se esse trabalho, com o objetivo de avaliar os efeitos de adubações orgânicas de cobertura, aplicadas via solo como fornecedoras suplementares de N e K, sobre o rendimento da cultura do pimentão.

O trabalho foi implantado em novembro de 2000, na Área Experimental de Agricultura Orgânica do Incaper, situada no Município de Domingos Martins/ES (Figura 2), a uma altitude de 950 m, numa área de Latossolo Vermelho Amarelo distrófico argiloso, com as características contidas na Tabela 3.



**Figura 2.** Vista parcial do experimento com a cultura do pimentão (A) e detalhe comparativo do efeito da adubação de cobertura (B). Área Experimental de Agricultura Orgânica do Incaper, 2000/2001.

**Tabela 3.** Características do solo utilizado no cultivo do pimentão. Incaper, Domingos Martins/ES, 2000

Item	pH (H <sub>2</sub> O)	P mg dm <sup>-3</sup>	K mg dm <sup>-3</sup>	Ca mg dm <sup>-3</sup>	Mg mg dm <sup>-3</sup>	Al cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	H+Al cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	S mg dm <sup>-3</sup>	CTC cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	V %	MO dag kg <sup>-1</sup>
Solo	7,0	480	280	7,3	1,8	0,0	0,0	9,8	10,9	89,9	3,47

Todas as parcelas receberam adubação de plantio com 650 gramas (peso seco) de composto orgânico por cova. Os tratamentos consistiram de adubações de cobertura, realizadas aos 15, 30, 45 e 60 dias após o transplante das mudas, compondo os seguintes tratamentos:

- 1- Testemunha 1 (sem adubação de cobertura);
- 2- 100 gramas de composto orgânico (peso seco)/planta/vez;
- 3- 20 g de cinza vegetal (peso seco)/planta/vez;
- 4- 50 gramas de farelo de cacau (peso seco)/planta/vez;
- 5- Testemunha 2 (com 1,7 gramas de cloreto de potássio/planta/vez);
- 6- Testemunha 3 (com 12,5 gramas de sulfato de amônia/planta/vez).

Obs.: os tratamentos 5 e 6 seguiram as recomendações técnicas da cultura para o sistema convencional.

As composições dos insumos utilizados nas adubações de cobertura apresentaram grande variação (Tabela 4). Além disso, é importante lembrar que a solubilidade dos nutrientes e, por consequência, a absorção pelas plantas de pimentão são extremamente diferentes entre as fontes.

**Tabela 4.** Características dos insumos empregados na adubação de cobertura do pimentão. Incaper, Domingos Martins/ES, 2000

Item	MO dag kg <sup>-1</sup>	C/N	pH	Nutrientes									
				dag kg <sup>-1</sup>					mg kg <sup>-1</sup>				
				N	P	K	Ca	Mg	Cu	Zn	Fe	Mn	B
Composto	70	18	8,6	2,2	1,31	1,95	5,3	0,3	20	143	3.125	500	34
Cinza	27	157	12,1	0,1	0,2	9,6	12,2	0,5	5	5	4.375	54	66
Farelo cacao	94	23	5,2	3,0	0,2	2,2	0,4	0,3	50	83	750	64	52
Clor. potássio	-	-	-	0,0	-	50,0	-	-	-	-	-	-	-
Sulfato amônia	-	-	-	20,0	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-

Com base nos pesos secos e nas composições dos insumos, os aportes totais de N e K por hectare, na adubação de cobertura, em cada tratamento, nas quatro aplicações foram:

- 1) 0,0 kg ha<sup>-1</sup> de N e 0,0 kg ha<sup>-1</sup> de K.
- 2) 220 kg ha<sup>-1</sup> de N e 195 kg ha<sup>-1</sup> de K.
- 3) 20 kg ha<sup>-1</sup> de N e 192 kg ha<sup>-1</sup> de K.
- 4) 150 kg ha<sup>-1</sup> de N e 110 kg ha<sup>-1</sup> de K.
- 5) 0,0 kg ha<sup>-1</sup> de N e 85 kg ha<sup>-1</sup> de K.
- 6) 250 kg ha<sup>-1</sup> de N e 0,0 kg ha<sup>-1</sup> de K.

Utilizou-se o híbrido de pimentão ‘Magali’, plantado em covas, no espaçamento de 1,0 m entre linhas e 0,4 m entre plantas. As parcelas foram compostas de 12 plantas na área total e 10 na área útil, dispostas num delineamento experimental em blocos casualizados com seis repetições, com transplântio das mudas em 14/11/2000.

O número e o rendimento de frutos de pimentão foram influenciados pelos tratamentos utilizados. Em relação à testemunha sem adubação de cobertura, todos os tratamentos promoveram elevação no número total, produção total, número comercial e produtividade de frutos de pimentão. Observou-se que o uso de cinza vegetal, composto orgânico e farelo de cacao elevaram em 35%, 42% e 51% a produtividade de frutos comerciais (Tabela 5 e Figura 3).

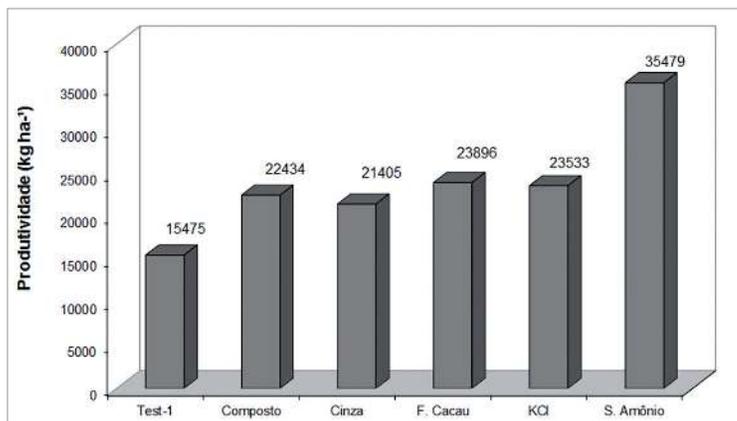
Esses dados comprovam a importância da suplementação de N e K em cobertura para melhorar o desenvolvimento da cultura do pimentão em sistema orgânico. Nas testemunhas com adubos minerais, verificou-se que a aplicação de K elevou em 48% e a aplicação de N elevou em 124% a produtividade de frutos (Tabela 5 e Figura 3).

**Tabela 5.** Desempenho produtivo do pimentão em consequência da adubação de cobertura em sistema orgânico. Incaper, 2000/2001<sup>1</sup>

Tratamentos	Frutos totais		Frutos comerciais		
	Nº por parcela	Peso (kg ha <sup>-1</sup> )	Nº por parcela	Produtividade (kg ha <sup>-1</sup> )	Trat/(T) <sup>2</sup> (%)
1- Test.1 (T)	110 c	16.534 c	84 b	15.475 c	0
2- Composto	156 b	23.881 b	117 a	22.434 b	42
3- Cinza	147 b	22.522 b	112 a	21.405 b	35
4- Farelo Cacau	175 a	25.581 b	125 a	23.896 b	51
5- Test. KCl	154 b	24.837 b	118 a	23.533 b	48
6- Test. S. Amônio	198 a	36.858 a	133 a	35.479 a	124
CV	17,4	22,0	20,0	22,2	-

<sup>1</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Scott e Knott, ao nível de 5% de probabilidade.

<sup>2</sup>Porcentual de aumento de produtividade em relação à Testemunha1.

**Figura 3.** Ilustração da produtividade de frutos de pimentão em virtude da adubação de cobertura, em sistema orgânico de produção. Incaper, 2000/2001.

Os resultados desse trabalho deixam claro a importância de ofertar maiores quantidades de N e K para as plantas de pimentão visando à maior produtividade. Porém, deve-se atentar para os limites do fornecimento suplementar de alguns nutrientes, especialmente de N, pois apesar de favorecer a produção, seu excesso pode predispor as plantas a maiores incidências de pragas e doenças, conforme reportado por Chaboussou (1987), Souza e Ventura (1997) e Leite et al. (2003).

Em geral, a produção de pimentão é satisfatória com a adubação orgânica, podendo melhorar significativamente com o uso de adubação de cobertura com insumos que contenham maiores teores de N, uma vez que insumos minerais comerciais à base de cloreto de potássio e sulfato de amônio não são permitidos pelas normas técnicas do setor.

### 3 PRODUÇÃO E INCIDÊNCIA DE BROCAS-DO-FRUTO DE ACORDO COM DOSES DE BIOFERTILIZANTE ENRIQUECIDO, NO CULTIVO ORGÂNICO DE TOMATE, EM ESTUFA

Pela alta exigência nutricional do tomateiro, o rendimento comercial de frutos em sistema orgânico tem sido limitado pela insuficiente nutrição das plantas, mesmo em condições de solo manejados organicamente ao longo de vários anos (SOUZA; RESENDE, 2006). Uma das alternativas mais utilizadas por produtores orgânicos visando à melhoria do desenvolvimento vegetativo dessa cultura tem sido a utilização de diversos tipos de biofertilizantes líquidos. Diante disso, objetivou-se, com esse trabalho, avaliar o efeito de doses de um biofertilizante à base de composto, enriquecido com insumos orgânicos ricos em N e K, sobre a produtividade do tomateiro em cultivo orgânico.

Esse experimento foi realizado em ambiente protegido (Figura 4A), na Área Experimental de Agricultura Orgânica do Incaper, Município de Domingos Martins/ES, a uma altitude de 950 metros.

O biofertilizante enriquecido foi elaborado com 100 kg de composto orgânico, 50 kg de plantas de mamona verde triturada, 40 kg de farelo de cacau e 20 kg de cinza vegetal, misturados em 700 litros de água (Figura 4B). A solução foi agitada manualmente, duas vezes ao dia, durante dez dias, utilizando-se o líquido sem diluição, após processo de filtragem, contendo 40 g de matéria seca (MS) por litro, cuja composição é apresentada na Tabela 6.



**Figura 4.** Área da estufa onde se realizou o experimento com a cultura do tomate (A) e preparo do biofertilizante enriquecido (B). Incaper, Domingos Martins/ES, 2000.

**Tabela 6.** Composição da matéria seca (MS) do biofertilizante utilizado no cultivo do tomate. Incaper, Domingos Martins/ES, 2000

Item	MO (dag kg <sup>-1</sup> )	C/N	pH	MACRO (dag kg <sup>-1</sup> )					MICRO (mg kg <sup>-1</sup> )				
				N	P	K	Ca	Mg	Cu	Zn	Fe	Mn	B
Biofertilizante	61	21/1	6,8	1,7	0,6	9,0	5,0	1,8	750	550	5.143	750	46

Os tratamentos foram compostos por cinco doses do biofertilizante (0, 50, 100, 150 e 200 mL planta<sup>-1</sup>), aplicados via solo, em cobertura em torno das plantas,

semanalmente, a partir de 30 dias do transplântio até o início da frutificação, totalizando 11 aplicações do produto.

A implantação ocorreu em 25/10/2000 utilizando-se a variedade regional 'Roqueso', e o solo foi caracterizado quimicamente antes do plantio, conforme a Tabela 7.

**Tabela 7.** Características do solo da estufa usado para o cultivo do tomate. Incaper, Domingos Martins/ES, 2000

Item	pH	P	K	Ca	Mg	Al	H + Al	S	CTC	V	MO
	(H <sub>2</sub> O)	mg dm <sup>-3</sup>		cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>						%	dag kg <sup>-1</sup>
Solo	7,0	276	560	7,3	2,2	0,0	0,0	10,9	12,0	90,9	3,0

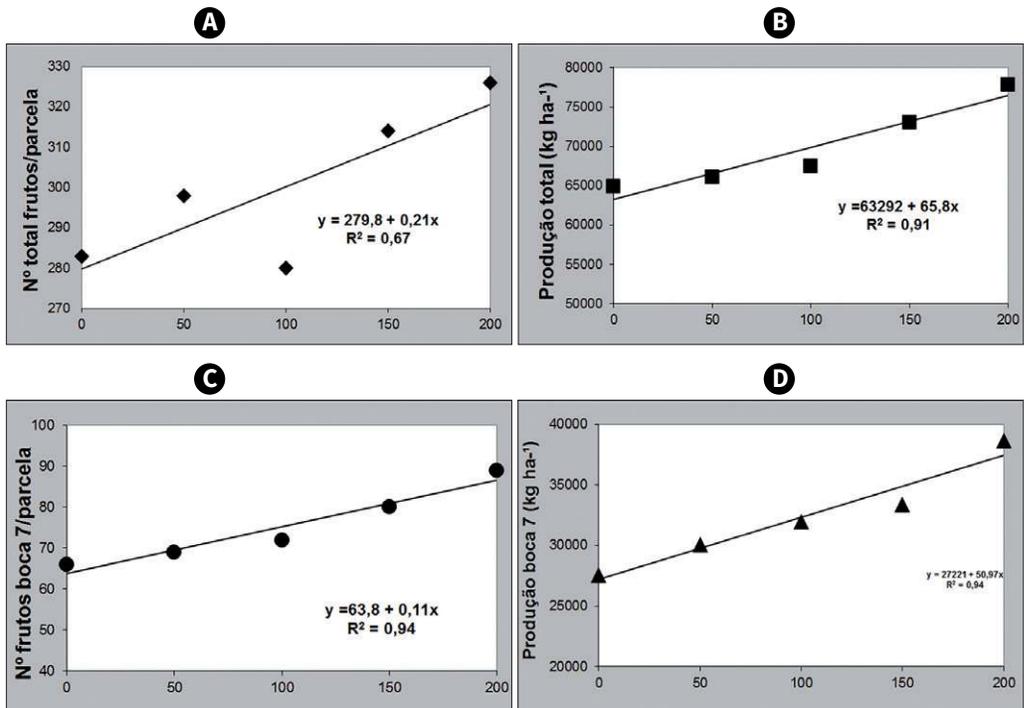
O sistema de irrigação foi o de gotejamento sob cobertura plástica, em camalhões e a adubação de plantio foi realizada com 15 toneladas ha<sup>-1</sup> de composto orgânico (peso seco). O espaçamento de plantio foi de 1,2 m entre linhas e 0,3 m entre plantas, conduzidas com uma haste por planta, com poda apical após o sexto cacho.

Não foram observadas relações funcionais significativas a 5% de probabilidade, pelo teste 'F', entre o número de frutos por parcela, a produção de frutos menores (Boca 8) e a incidência de frutos brocados, e as doses de biofertilizante avaliadas. As médias das variáveis estão apresentadas na Tabela 8.

**Tabela 8.** Número e produtividade de frutos menores (boca 8) e incidência de brocas em consequência de doses de biofertilizante líquido enriquecido, aplicado via solo, no cultivo orgânico de tomate em estufa. Incaper, Domingos Martins/ES, 2000/2001

Doses de biofertilizante	Frutos menores (boca 8)		Frutos brocados (%)
	Nº/parcela	Produtividade (Kg/ha)	
Test. (T)	94	26.909	8,6
50 ml	91	25.700	6,2
100 ml	94	26.263	10,3
150 ml	106	29.996	10,6
200 ml	94	26.990	5,6
<b>Médias</b>	<b>95,8</b>	<b>27.165</b>	<b>8,26</b>

O número total de frutos, produtividade total de frutos, número de frutos comerciais e produtividade comercial de frutos maiores (boca 7) elevaram-se com as doses avaliadas, apresentando relações funcionais significativas ao nível de 5% de probabilidade pelo teste 'F', com ajustes ao modelo linear (Figuras 5A, 5B, 5C e 5D).



**Figura 5.** Efeitos de doses de biofertilizante enriquecido com N e K (mL por planta) sobre a evolução do número total de frutos (A), da produtividade total de frutos (B), do número de frutos comerciais boca 7 (C) e da produtividade de frutos comerciais boca 7 (D) no cultivo orgânico do tomate em estufa. Incaper, Domingos Martins/ES, 2000/2001.

O aumento de rendimento de frutos totais apresentados na Figura 5B foi provocado pelo aumento do número de frutos colhidos e não pelo seu peso médio. Verifica-se, ainda, que este aumento ocorreu devido à elevação na quantidade daqueles de maior tamanho (boca 7), uma vez que os menores não se alteraram por causa dos tratamentos.

As aplicações de 50 mL, 100 mL, 150 mL e 200 mL do biofertilizante elevaram em 9%, 19%, 28% e 37% a produtividade de frutos maiores (boca 7) em relação à testemunha, conforme ilustra a Figura 5D. Esse é um fato amplamente desejável para a oferta de tomates orgânicos de melhor padrão comercial no mercado. Ademais, esses resultados indicam também que doses mais elevadas do biofertilizante devem ser analisadas, uma vez que não se obteve estabilização da produtividade ou identificação de um ponto de máxima na curva de resposta.

O uso de biofertilizante enriquecido com N e K via solo, favoreceu o desenvolvimento vegetativo e produtivo do tomateiro com melhorias significativas na produtividade comercial de frutos e com maior eficiência no incremento da produção de frutos maiores, tipo boca 7.

#### 4 POTENCIAL DE USO DA BIOMASSA DE LEUCENA COMO ADUBAÇÃO DE COBERTURA PARA O CULTIVO ORGÂNICO DE REPOLHO

A utilização de biomassas de plantas como prática cultural de cobertura morta do solo é difundida na olericultura orgânica como procedimento conservacionista e para ganhos de produção, principalmente no que diz respeito ao aumento de MO e de nutrientes no solo (OLIVEIRA et al., 2008). Essa prática é recomendada para sistemas orgânicos de produção por evitar perdas excessivas de água, reter umidade, diminuir o impacto da chuva e evitar o excesso de temperatura, além de enriquecer o solo com nutrientes, permitindo melhor desempenho das culturas (SOUZA; RESENDE, 2006).

Entre as espécies utilizadas para a cobertura morta, destacam-se as leguminosas por associarem-se às bactérias fixadoras de N, com potencial de aporte desse elemento no sistema e rápida decomposição de sua palhada, quando fragmentada e depositada na superfície do solo, com liberação de nutrientes e favorecimento do desempenho agrônômico das culturas (AITA; GIACOMINI, 2003).

O uso de resíduos verdes triturados de plantas leguminosas arbóreas, além dos efeitos como cobertura morta, pode apresentar potencial para fornecer N e proporcionar efeito como adubação de cobertura devido ao elevado teor de N nos tecidos. Assim, o objetivo do trabalho aqui apresentado foi avaliar os efeitos da adubação de cobertura com biomassa triturada de leucena, sobre o desenvolvimento do repolho cultivado em vasos, e sobre as características do solo.

Essa pesquisa foi executada na URA do Incaper, no período de maio a julho de 2011, utilizando-se mudas de repolho da variedade “chato de quintal”, transplantadas aos 25 dias após sementeio.

Os resíduos verdes de leucena foram constituídos de ramos e folhas obtidos de plantas submetidas a podas duas a três vezes ao ano, com comprimento variando de 1,5 a 2,5 m, foram triturados em um triturador vertical, regulado para espessura de corte de 5 mm. A biomassa foi adicionada como adubação de cobertura nos vasos com repolho, aos 15 dias após o transplante das mudas (Figura 6). A composição média da biomassa é apresentada na Tabela 9.



**Figura 6.** Parcela sem adubação (A) e com adubação de cobertura com 4 cm de biomassa de leucena em vaso cultivado com repolho (B). Incaper, Domingos Martins/ES, 2011.

**Tabela 9.** pH, matéria seca (MS), matéria orgânica (MO) e teores de nutrientes da leucena utilizada nas adubações de cobertura, no cultivo de repolho. Incaper, Domingos Martins/ES, 2011

Item	pH	MS	MO	N	P	K	Ca	Mg	S	Zn	mg kg <sup>-1</sup>			
											Fe	Mn	Cu	B
Leucena	5,8	27	94	3,40	0,29	2,02	1,30	0,19	0,21	28	153	41	6	30

MS- Matéria Seca; MO-Matéria Orgânica; N-Nitrogênio; P-Fósforo; K-Potássio; Ca-Cálcio; Mg-Magnésio; S- Enxofre; Zn-Zinco; Fe-Ferro; Mn-Manganês; Cu-Cobre; B-Boro.

Para o plantio das mudas nos vasos, não foi adotada adubação de base, devido ao alto nível de fertilidade natural do solo. As adubações de cobertura foram realizadas com resíduos verdes da leucena (*Leucaena leucocephala*) triturada, em 4 espessuras de cobertura no entorno da muda, num raio de 12,5 cm (0,049 m<sup>2</sup> por muda).

Os tratamentos com espessuras de leucena triturada, de densidade de 252 kg m<sup>3</sup>, e os correspondentes aportes de volume, matéria verde (MV) e N por hectare estão descritos a seguir:

- 0 cm (sem adubação de cobertura).
- 1 cm (20,4 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>) = 5.141 kg ha<sup>-1</sup> de MV = 1.388 kg ha<sup>-1</sup> = 47 kg N ha<sup>-1</sup> de MS.
- 2 cm (40,8 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>) = 10.282 kg ha<sup>-1</sup> de MV = 2.776 kg ha<sup>-1</sup> = 94 kg N ha<sup>-1</sup> de MS.
- 3 cm (61,2 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>) = 15.423 kg ha<sup>-1</sup> de MV = 4.164 kg ha<sup>-1</sup> = 141 kg N ha<sup>-1</sup> de MS.
- 4 cm (81,6 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>) = 20.564 kg ha<sup>-1</sup> de MV = 5.552 kg ha<sup>-1</sup> = 188 kg N ha<sup>-1</sup> de MS.

As irrigações dos vasos das plantas foram feitas com turno de rega de dois dias, com volume de água de 200 mL para todos os tratamentos, aplicado em círculo na seção intermediária da superfície do vaso. Após a adubação de cobertura, foram realizadas avaliações do vigor das plantas (avaliação visual com notas de 0 a 10) e de sua altura a cada sete dias. Aos 28 dias após a aplicação da adubação de cobertura, foram avaliados o número de folhas, a massa de MV e MS da parte aérea das plantas de repolho.

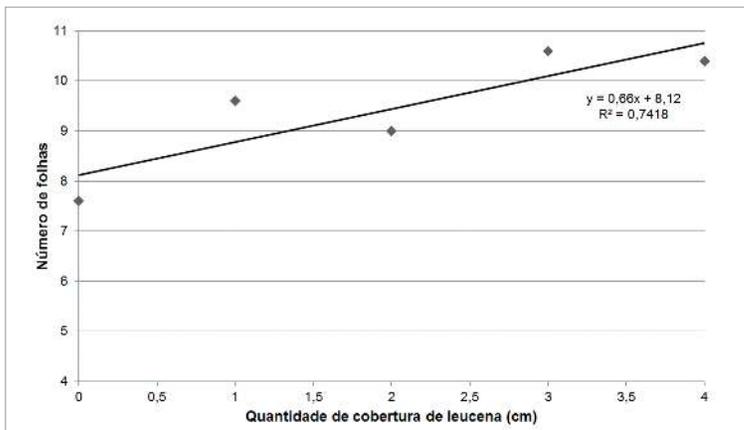
As análises de solo indicaram significativo aporte de K com o uso de 3 e 4 cm de espessura de biomassa na adubação (Tabela 10).

**Tabela 10.** Características do solo antes da implantação do experimento e ao final da avaliação de cada tratamento. Incaper, Domingos Martins/ES, 2011

Item	pH (H <sub>2</sub> O)	P	K	Ca	Mg	Al	H + Al	SB	T	V	MO
		mg dm <sup>-3</sup>				cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>				(%)	
<b>Antes</b>											
	6,3	128	490	4,8	1,2	0,0	2,4	7,3	9,7	75	5,8
<b>Depois (28 dias após)</b>											
0 cm	6,2	114	425	4,7	1,1	0,0	2,7	6,9	9,7	72	5,8
1 cm	6,3	110	465	4,7	1,1	0,0	2,6	7,0	9,6	72	6,2
2 cm	6,4	116	474	4,4	1,1	0,0	2,7	6,6	9,4	71	5,9
3 cm	6,3	114	608	4,7	1,2	0,0	2,7	7,4	10,0	73	6,0
4 cm	6,4	117	680	4,6	1,1	0,0	2,8	7,4	10,2	73	5,7

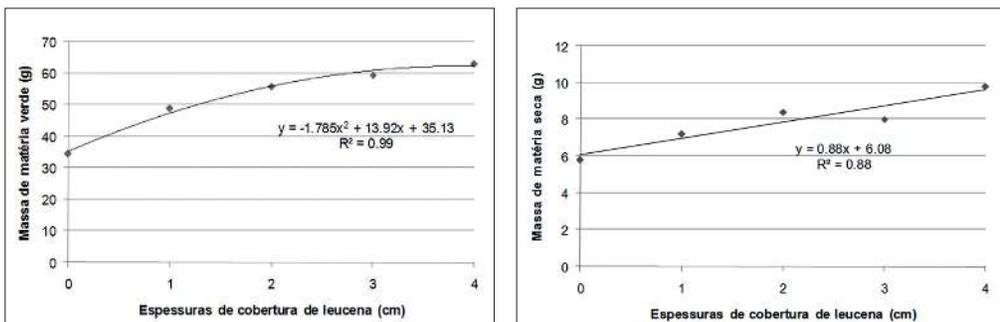
P-Fósforo; K-Potássio; Ca-Cálcio; Mg-Magnésio; Al-Alumínio; H+Al-Acidez Potencial; SB-Soma de Bases; T-Capacidade de Troca de Cátions (CTC total); V-Saturação em Bases; MO-Matéria Orgânica.

O número de folhas do repolho significativamente afetado pelas diferentes espessuras de cobertura, de forma linear, não atingiu ponto de inflexão, indicando potencial de resposta com maior aporte de biomassa (Figura 7).



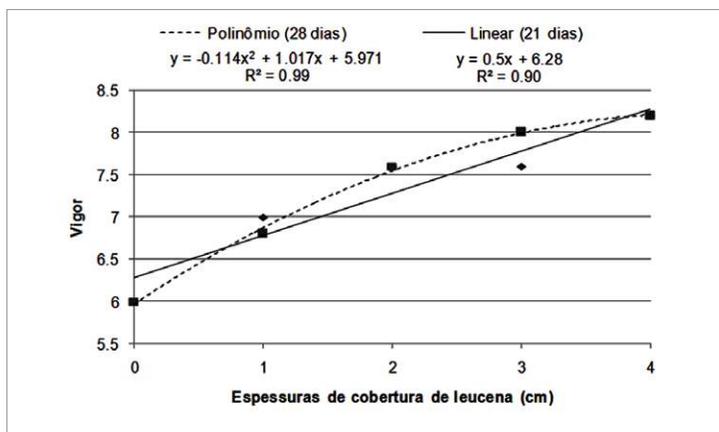
**Figura 7.** Número de folhas de repolho em virtude da espessura de leucena aos 28 dias, após adubação de cobertura. Incaper, Domingos Martins/ES, 2011.

A massa de MV e MS de repolho elevaram-se progressivamente com o aumento da espessura da biomassa de leucena. No entanto, a massa de MV foi reduzida com a camada a partir de 3,9 cm, enquanto a massa de MS apresentou tendência linear (Figura 8).

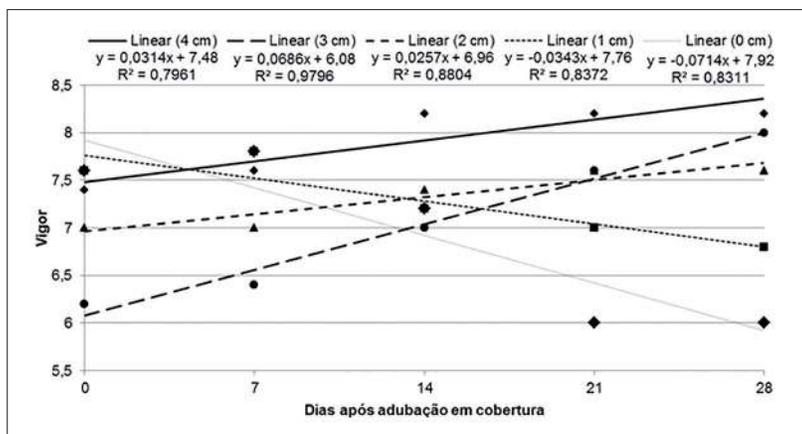


**Figura 8.** Massa de matéria verde e seca (g) de repolho em virtude da espessura de camada de leucena aos 28 dias, após adubação de cobertura. Incaper, Domingos Martins/ES, 2011.

O vigor das plantas foi influenciado positivamente pelos tratamentos a partir de 21 dias da adubação de cobertura, comprovando elevada eficiência da biomassa de leucena na nutrição nitrogenada do repolho, com ajuste linear aos 21 dias e ajuste polinomial quadrático aos 28 dias (Figura 9). O acompanhamento do vigor das plantas no tempo também confirma a eficiência da adubação de cobertura, uma vez que para a ausência de adubação e para o uso de apenas 1 cm de espessura, houve decréscimo linear até 28 dias. Porém, adubações a partir de 2 cm indicaram progressão de vigor (Figura 10).



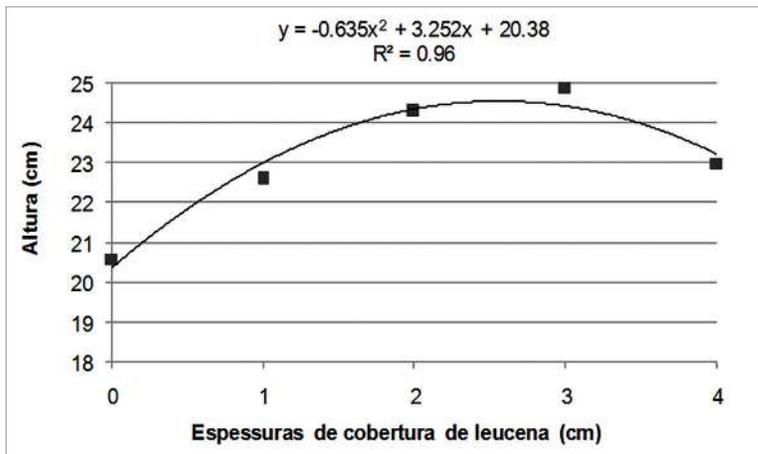
**Figura 9.** Vigor de plantas de repolho em virtude da espessura de coberturas de leucena, em diferentes dias, após aplicação de cobertura morta. Incaper, Domingos Martins/ES, 2011.



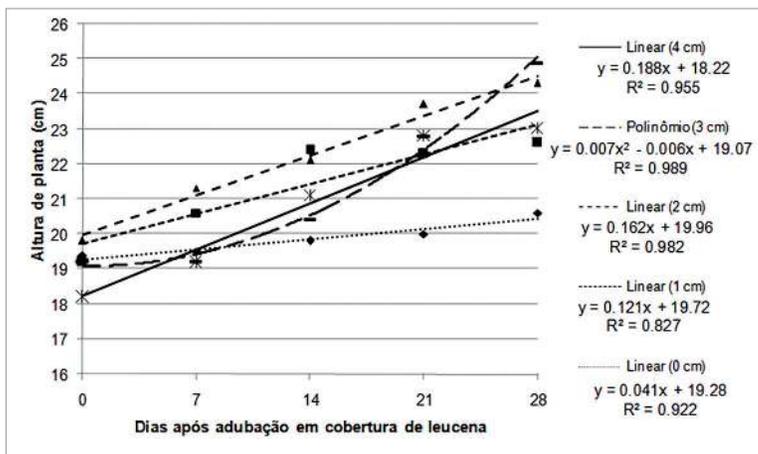
**Figura 10.** Vigor de plantas de repolho em vasos em virtude dos dias após adubação de cobertura, em diferentes espessuras de leucena. Incaper, Domingos Martins/ES, 2011.

Os tratamentos não afetaram a altura das plantas até 21 dias após a aplicação da adubação de cobertura. Porém, aos 28 dias, as espessuras da biomassa triturada de leucena aumentaram significativamente a altura das plantas, com melhor ajuste ao modelo polinomial quadrático, com ponto de máxima de 2,56 cm (Figura 11). A limitação de resposta referente à altura de plantas para as espessuras acima de 3 cm pode ser justificada pelo limite genético de crescimento do repolho.

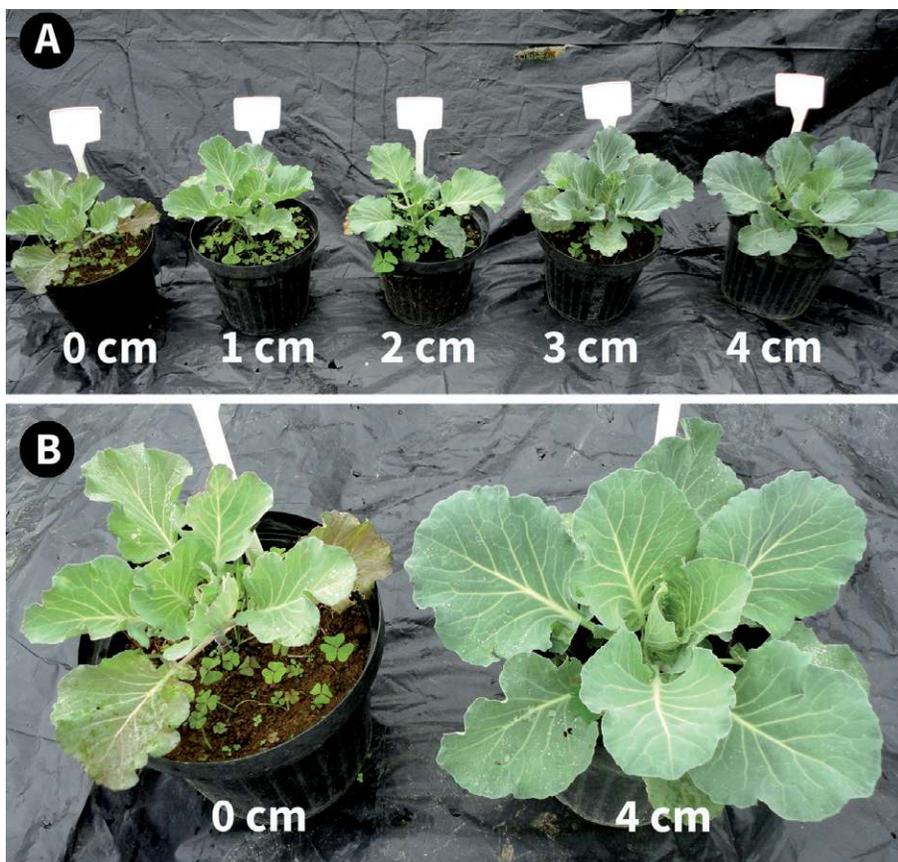
O acompanhamento da altura das plantas no período de 0 a 28 dias após a adubação confirma a eficiência da cobertura com biomassa de leucena. Observando-se o declive das retas, percebe-se que o desenvolvimento das plantas foi menos intenso para a ausência de adubação e para 1 cm de espessura, enquanto que a partir de 2 cm, houve progressão mais intensa, confirmado pela maior inclinação das retas (Figura 12). A ilustração do desenvolvimento médio das plantas em consequência dos tratamentos pode ser verificada na Figura 13.



**Figura 11.** Altura de plantas (cm) de repolho em vasos, em virtude da espessuras de cobertura de leucena (cm), em diferentes dias, após aplicação de cobertura morta. Incaper, Domingos Martins/ES, 2011.



**Figura 12.** Altura de plantas (cm) de repolho em vasos, em virtude dos dias após adubação de cobertura, em diferentes espessuras de leucena. Incaper, Domingos Martins/ES, 2011.



**Figura 13.** Desenvolvimento das plantas de repolho em virtude das espessuras de coberturas de leucena. Incaper, Domingos Martins/ES, 2011.

De maneira geral, os resultados comprovaram efeitos significativos da adubação de cobertura com leucena triturada sobre o desenvolvimento inicial das plantas de repolho, especialmente nas maiores espessuras de cobertura. Considerando aspectos técnicos, econômicos e operacionais, pode-se indicar o uso de cobertura com espessura média de 2,5 cm, equivalente a 12.852 kg ha<sup>-1</sup> de massa de MV.

## 5 REFERÊNCIAS

ABBASI, P. A., AL-DAHMANI, J., SAHIN, F., HOITINK, H. A. J.; MILLER, S. A. Effect of compost amendments on disease severity and yield of tomato in conventional and organic production systems. **Plant Disease**, v. 86, p. 156-161, 2002.

AITA, C.; GIACOMINI, S. J. Decomposição e liberação de nitrogênio de resíduos culturais de plantas de cobertura de solo solteiras e consorciadas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 27, p. 601-612, 2003.

ASSOCIAÇÃO DE PROJETOS E TECNOLOGIAS ALTERNATIVAS. **O Biofertilizante supermagro**. Vitória: APTA, 1997. 15 p.

CASTRO, C. M.; ARAUJO, A. P.; RIBEIRO, R. L. D.; ALMEIDA, D. L. Efeito de biofertilizante no cultivo orgânico de quatro cultivares de beterraba na baixada metropolitana do Rio de Janeiro. **Rev. Univ. Rural**, Seropédica, v. 24, p. 81-87, 2004.

CHABOUSSOU, F. **Plantas doentes pelo uso de agrotóxicos**: a teoria da trofobiose. Porto Alegre: L&M, 1987. 256 p.

FERRAZ R. L. S.; SANTOS J. G. R.; MAGALHÃES I. D.; FERREIRA R. S.; SILVA S. D.; MACIEL G.; DUTRA A. F.; LIMA C. F. F.; Vieira F. A.; BEZERRA J. D.; FIGUEREDO L. F.; MELO P. R. M.; BARRETO S. G. **Influência de diferentes tipos e dosagens de biofertilizante no rendimento do feijoeiro macassar** (*Vigna unguiculata* (L) WALP.). Disponível em: <<http://www.webartigos.com/articles/18458/html>>. Acesso em: 2 mar. 2010.

HOITINK, H. A. J.; BOEHM, M. J. Biocontrol within the context of soil microbial communities: a substrate-dependent phenomenon. Annual. **Review of Phytopathology**, v. 37, p. 427-446, 1999.

HÖPER, H.; ALABOUVETTE, C. Importance of physical and chemical soil properties in the suppressiveness of soil to plant diseases. **European Journal of Soil Biology**, v. 32, p. 41-58, 1996.

LEITE, G. L. D.; COSTA, C. A.; ALMEIDA, C. I. M.; PICANÇO, M. Efeito da adubação sobre a incidência de traça-do-tomateiro e alternaria em plantas de tomate. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 3, p. 448-451, 2003.

OLIVEIRA F. F.; GUERRA J. G. M.; ALMEIDA D. L.; RIBEIRO R. L. D.; ESPINDOLA J. A. A.; RICCI M. S. F.; CEDDIA M. B. Avaliação de coberturas mortas em cultura de alface sob manejo orgânico. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 26, p. 216-220, 2008.

PAVINATO, P. S.; MULLER, M.M.L.; MEERT, L.; KOLLIN, O.T.; MICHALOVICZ, L. Doses de biofertilizante foliar Supermagro nas culturas da soja e do milho. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 28., 2008, Londrina. **Anais...** Londrina: EMBRAPA Soja, 2008. 4p. CD ROM.

PEREIRA, J. C. R.; ZAMBOLIM, L.; VALE, F. X. R. do; CHAVES, G. M. Compostos orgânicos no controle de doenças de plantas. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, v. 4, p. 353-379, 1996.

SANTOS, A. C. V. dos. **Biofertilizante líquido**: o defensivo agrícola da natureza. Niterói: EMATER - RIO, 1992. 16 p.

SILVA, M. C. L. da; LYRA FILHO, H. P.; LIMA e SÁ, V. A.; SANTOS, V. F. dos; CARVALHO FIGUEIREDO, A. de. **Fertilização orgânica e controle alternativo de pragas e doenças em hortaliças**. Disponível em: <<http://www.horticiencia.com.br/anais>>. Acesso em: fev. 2004.

SOUZA, J. L. de. Nutrição orgânica com biofertilizantes foliares na cultura do pimentão em sistema orgânico. CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 40.

2000. São Pedro. **Anais...** São Pedro. In: Horticultura Brasileira, Brasília, v. 18, p. 828-829, 2000. Suplemento julho.

SOUZA J. L. de; RESENDE, P. **Manual de Horticultura Orgânica**. 2. ed. Viçosa, MG: Aprenda Fácil, 2006. 843 p., il.

SOUZA, J. L. de; RESENDE, P. **Manual de Horticultura Orgânica**. Viçosa, MG: Aprenda Fácil, 2003. 560 p., il.

SOUZA, J. L. de; VENTURA, J. A. Estudo de correlação entre teores foliares de nutrientes e a incidência de requeima (*Phytophthora infestans*) na cultura da batata submetida a sistemas de adubação orgânica e mineral. **Fitopatologia Brasileira**, v. 22, p. 313, 1997. Suplemento.

STONE, A. G.; VALLAD, G. E.; COOPERBAND, L. R.; ROTENBERG, D.; DARBY, H. M.; JAMES, R. V.; STEVENSON, W. R.; GOODMAN, R. M. The effect of organic amendments on soilborne and foliar diseases in field grown snap bean and cucumber. **Plant Disease**, v. 87, p. 1037-1042, 2003.

TANAKA M. T.; SENGIK E.; SANTOS H. S.; HABEL JUNIOR C.; SCAPIM C. A.; SILVÉRIO L.; KVITSCHAL M. V.; ARQUEZ I. C. Efeito da aplicação foliar de biofertilizantes, bioestimulantes e micronutrientes na cultura do tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.) **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 25, p. 315-321, 2003.

TOMITA, C. K. Composto orgânico. In: **Caderno de Inovações Tecnológicas**. Espaço de valorização da agricultura familiar. Brasília: EMATER-DF, 2010. p. 69-75.

TOMITA, C. K. Feijão: o manejo sustentável de pragas e doenças. **A Granja**, Porto Alegre, v. 749, p. 57-59, 2011.

ZHANG, W., HAN, D. Y., DICK, W. A., DAVIS, K. R.; HOITINK, H. A. J. Compost and compost water extract-induced systemic acquired resistance in cucumber and arabidopsis. **Phytopathology**, v. 88, p. 450-455, 1998.



# TÉCNICAS CULTURAIS PARA O APRIMORAMENTO DO CULTIVO ORGÂNICO DE HORTALIÇAS

Jacimar Luis de Souza  
Carlos Alberto Simões do Carmo  
Vicente Wagner Dias Casali  
Maria Elizabete Oliveira Abaurre  
Hélcio Costa  
Victor Almeida Pereira

O aprimoramento técnico no manejo de plantas em sistemas orgânicos é uma das estratégias de maior demanda de pesquisas para as instituições de ciência e tecnologia. Adaptar práticas para o melhor aproveitamento de luz e nutrientes, melhor condução das plantas e proteção do solo são ações de grande impacto no rendimento comercial. Neste capítulo, são discutidos os resultados de quatro trabalhos que poderão tornar-se inovações tecnológicas importantes para o cultivo orgânico de hortaliças.

## **1 ADEQUAÇÃO DO ESPAÇAMENTO DE PLANTIO PARA O CULTIVO ORGÂNICO DO ALHO**

O cultivo do alho tem sido uma das atividades de maiores desafios para os produtores de hortaliças orgânicas na Região Sudeste e Sul do Brasil. Geralmente, as produtividades têm sido baixas e o padrão comercial do alho orgânico muito inferior àquele exigido pelo consumidor, pois está estreitamente relacionado à maior facilidade no manuseio pós-colheita desse produto, especialmente durante o descascamento dos bulbilhos. Esse fato reflete-se na valorização diferenciada do produto no mercado, com oferta de melhores preços para o alho de melhor padrão, principalmente com maiores tamanhos de bulbos e bulbilhos.

O pressuposto central para esse trabalho é que sistemas orgânicos de produção devem estabelecer espaçamentos de plantio que respeitem a arquitetura radicular de cada espécie cultivada. Geralmente, os sistemas convencionais utilizam espaçamentos mais adensados devido ao fornecimento intensivo de nutrientes de alta solubilidade, proporcionando baixo nível de competição entre plantas quanto à extração de nutrientes e melhores produtividades.

Dentro dos padrões usuais de adubação orgânica adotados pelos agricultores em sistemas orgânicos, deve-se adotar manejos que possibilitem menor competição entre plantas para o alcance de melhores rendimentos (SOUZA; RESENDE, 2006). O emprego de espaçamentos apropriados que permita melhor distribuição espacial do sistema radicular proporcionará melhor exploração do perfil do solo, especialmente em culturas plantadas, em canteiros, como o alho e em sistemas de adubação com composto distribuído e incorporado em todo leito dos canteiros, como são geralmente feitos nesses casos.

Ajustes e adaptações em vários aspectos do manejo das culturas, antes praticados no sistema convencional, tornam-se uma necessidade tecnológica quando se converte para sistemas orgânicos de produção. Nesse contexto, a adequação do espaçamento de plantio das culturas tem importância destacada, especialmente para as hortaliças devido ao elevado nível de exploração dos nutrientes do solo por estas espécies.

Para o cultivo do alho no Brasil, o espaçamento mais utilizado tem sido de 0,25 m nas entrelinhas e 0,10 m entre plantas, com uma densidade de 40 plantas por m<sup>2</sup> de canteiro, o que totaliza uma população de 280.000 plantas por hectare com 7.000 m<sup>2</sup> úteis de leito de canteiros. Zamar et al. (2007), em trabalho realizado na Argentina, chegaram a adotar, no sistema agroecológico de produção de alho, o espaçamento de 0,5 m nas entrelinhas e 0,15 m entre plantas, o que confere uma densidade de apenas 14 plantas por m<sup>2</sup> e população de 98.000 plantas por hectare.

Em trabalho realizado na Área Experimental de Agricultura Orgânica do Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper), no Município de Domingos Martins/ES, objetivou-se avaliar o espaçamento e a população de plantas mais adequados para a melhor combinação entre o padrão comercial, a produtividade comercial e a rentabilidade da cultura do alho em sistema orgânico de produção. O experimento foi conduzido no outono-inverno de 2008, numa unidade de solo com as características contidas na Tabela 1.

**Tabela 1.** Características do solo para implantação do experimento. Incaper, Domingos Martins/ES, 2008

Item	pH (H <sub>2</sub> O)	P	K	Ca	Mg	Al	H + Al	SB	T	V	MO
		mg dm <sup>-3</sup>				cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>			(%)	dag kg <sup>-1</sup>	
SOLO	6,2	40	49	2,8	1,2	0,0	1,5	4,1	5,6	73	3,6

P-Fósforo; K-Potássio; Ca-Cálcio; Mg-Magnésio; Al-Alumínio; H+Al-Acidez Potencial; SB-Soma de Bases; T-Capacidade de Troca de Cátions (CTC total); V-Saturação em Bases; MO-Matéria Orgânica.

Foram utilizados bulbilhos da variedade Gigante Curitibanos, que vem sendo multiplicada nesse sistema orgânico há 18 anos, seguindo o manejo orgânico recomendado por Souza e Resende (2006).

Os tratamentos consistiram de seis espaçamentos, por meio da combinação de três espaçamentos nas entrelinhas (0,50 m, 0,375 m e 0,25 m) e dois espaçamentos entre plantas (0,15 m e 0,10 m). O cálculo das populações foi realizado descontando-se os espaços de 0,3 m entre os canteiros de 1,0 m de largura no topo e 1,2 m de largura na base (1 ha = 7.000 m<sup>2</sup> de área útil de canteiros). A ordem dos tratamentos, com suas respectivas populações de plantas por hectare foram:

- 1 – Espaçamento 0,50 m x 0,15 m = 98.000 pl ha<sup>-1</sup>;
- 2 – Espaçamento 0,50 m x 0,10 m = 140.000 pl ha<sup>-1</sup>;
- 3 – Espaçamento 0,375 m x 0,15 m = 124.444 pl ha<sup>-1</sup>;
- 4 – Espaçamento 0,375 m x 0,10 m = 186.667 pl ha<sup>-1</sup>;
- 5 – Espaçamento 0,25 m x 0,15 m = 186.667 pl ha<sup>-1</sup>;
- 6 – Espaçamento 0,25 m x 0,10 m = 280.000 pl ha<sup>-1</sup>.

As adubações foram realizadas com 3,0 kg m<sup>-2</sup> de composto no pré-plantio (vide composição na Tabela 2), distribuídos e incorporados manualmente no leito do canteiro. Empregaram-se adubações em cobertura com biofertilizante enriquecido com N e K de fontes orgânicas quinzenalmente, dos 45 aos 135 dias após plantio, na base de 200 ml m<sup>-2</sup> de canteiro por vez.

**Tabela 2.** Composição média do composto orgânico utilizado na adubação de plantio do alho<sup>1</sup>. Incaper, Domingos Martins/ES, 2008

Item	MO (dag kg <sup>-1</sup> )	C/N	pH	Nutrientes									
				N	P	K	Ca	Mg	Cu	Zn	Fe	Mn	B
				dag kg <sup>-1</sup>					mg kg <sup>-1</sup>				
Composto	58	17/1	6,6	2,0	1,0	0,8	3,5	0,3	100	500	4650	585	23

<sup>1</sup> Composto orgânico preparado com capim- Cameron triturado, palha de café, palha de milho e cama de aviário (resíduos não analisados individualmente).

Os gastos de alho-semente por hectare variaram muito entre os tratamentos, o que alterou também os gastos financeiros com esse insumo. Com base no padrão de bulbilhos utilizados (retidos na peneira 2, malha 2,0cm x 1,1cm), com peso médio

de 3,3 g e preço de R\$ 2,00 por kg de alho-semente, os totais de gastos de sementes  $\text{ha}^{-1}$  de cada tratamento foram:

- 1- Espaçamento 0,5 m x 0,15 m = 323 kg = R\$ 646,00;
- 2- Espaçamento 0,5 m x 0,10 m = 462 kg = R\$ 924,00;
- 3- Espaçamento 0,375 m x 0,15 m = 411 kg = R\$ 822,00;
- 4- Espaçamento 0,375 m x 0,10 m = 616 kg = R\$ 1.232,00;
- 5- Espaçamento 0,25 m x 0,15 m = 616 kg = R\$ 1.232,00;
- 6- Espaçamento 0,25 m x 0,10 m = 924 kg = R\$ 1.848,00.

A Figura 1 mostra a Área Experimental, com diversas parcelas do experimento, podendo-se visualizar excelente vigor vegetativo das plantas, especialmente aquelas da parcela em primeiro plano, com espaçamento de 0,50 m nas entrelinhas. A análise dos resultados (Tabela 3) confirmaram uma forte influência do espaçamento sobre o desenvolvimento vegetativo, produtivo e financeiro da cultura do alho em sistema orgânico. Apesar das alturas das plantas não serem influenciadas pelos tratamentos, o diâmetro do pseudocaule foi significativamente maior nos espaçamentos mais largos. Levando-se em conta a produção total e a comercial, o espaçamento 0,25 m x 0,15 m revelou-se a melhor opção por apresentar 97,4% dos bulbos com padrão comercial.



**Figura 1.** Vista parcial da Área Experimental mostrando parcelas com diversos espaçamentos. Inca-per, Domingos Martins/ES, 2008.

**Tabela 3.** Avaliação agrônômica do alho em virtude de espaçamentos de plantio, em sistema orgânico de produção. Incaper, Domingos Martins/ES, 2008<sup>1</sup>

Tratamentos	Altura plantas 90 dias (cm)	Diâmetro pseudocaule 90 dias (cm)	Produção total		Produção comercial		Índice de produção comercial (%)
			Nº	Peso	Nº	Produtividade	
				(kg ha <sup>-1</sup> )		(kg ha <sup>-1</sup> )	
1 – 0,5m x 0,15m	75,6 a	1,45 a	38,0 f	6.911 b	37,7 d	6.712 b	99,4 a
2 – 0,5m x 0,10m	77,0 a	1,47 a	56,2 d	9.153 ab	55,0 c	9.071 ab	97,8 ab
3 – 0,375m x 0,15m	77,2 a	1,45 a	51,0 e	9.007 ab	50,7 c	8.985 ab	99,5 a
4 – 0,375m x 0,10m	74,7 ab	1,45 a	71,2 c	9.830 a	69,0 b	9.662 ab	96,8 ab
5 – 0,25m x 0,15m	76,1 a	1,38 ab	76,0 b	11.737 a	74,0 b	11.581 a	97,4 ab
6 – 0,25m x 0,10m	70,8 a	1,20 b	112,8 a	11.529 a	101,7 a	10.634 a	90,3 b
CV (%)	3,6	9,3	4,3	13,2	5,9	14,4	3,7

<sup>1</sup> Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Duncan, a 5% de probabilidade.

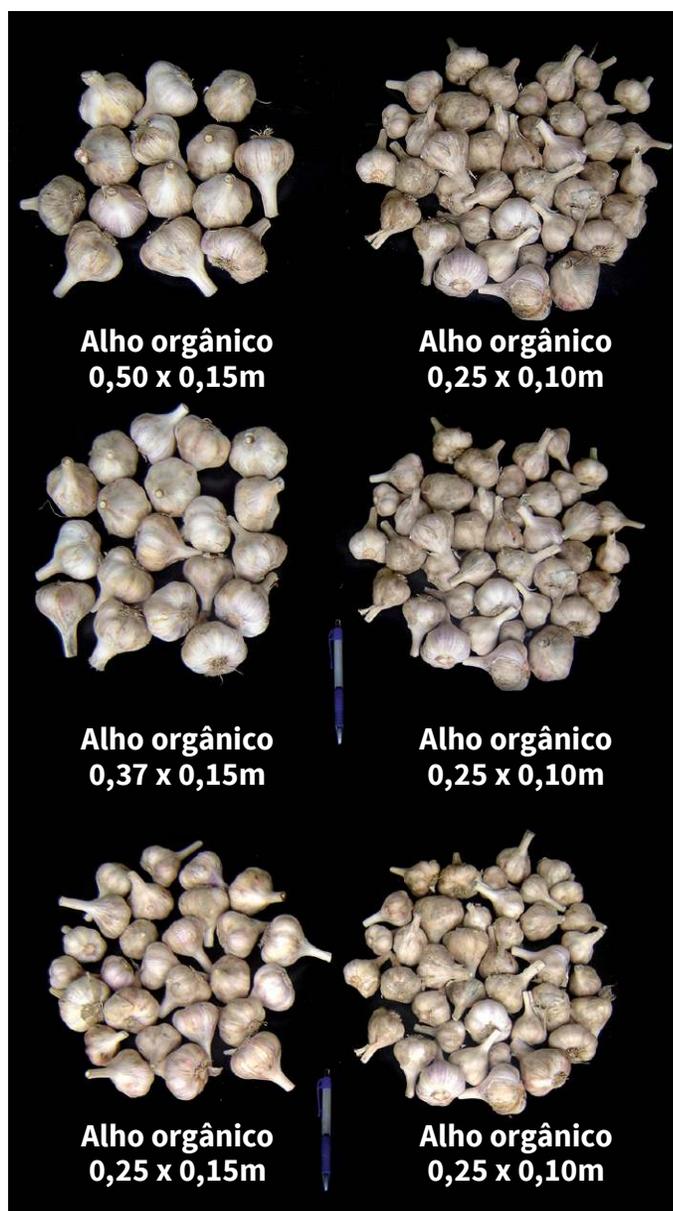
A classificação do alho (Tabela 4) indicou que o espaçamento de 0,25 m x 0,10 m proporcionou maior produção de bulbos menores, classificados como médios, em relação aos demais tratamentos. Por esse motivo, proporcionou maior renda com esse padrão de alho. Em contrapartida, foi o espaçamento que apresentou a menor produção de alhos graúdos. A produção de alhos de melhor padrão comercial foi favorecida mais pelo espaçamento entre plantas do que entre linhas. O espaçamento de 0,15 m entre plantas proporcionou melhor padrão para o alho orgânico (Figura 2). Entretanto, a população total de plantas deve ser levada em conta, pois com esse espaçamento entre plantas, o espaçamento de 50 cm entre linhas reduz o *stand*, comprometendo inclusive a produção de alhos graúdos.

A receita bruta e a rentabilidade de cada tratamento, em virtude do preço comercial alcançado por cada categoria após classificação, está apresentada na Tabela 4. A melhor alternativa visando ao padrão comercial e à rentabilidade seria a adoção do espaçamento 0,25 m x 0,15 m, pois concilia a produção de alhos graúdos com a melhoria da rentabilidade do produtor orgânico. Esse espaçamento se sobressai na produção de alhos graúdos, pois mantém uma boa produção de alhos médios, com maior receita bruta, somando R\$ 21.920,10 contra R\$ 17.044,50 do tratamento testemunha (0,25 m x 0,10 m), ou seja, um aumento de 29%. Porém, análises da receita líquida devem ser consideradas para cada caso e custo de produção do alho orgânico.

**Tabela 4.** Classificação e receita bruta do alho em virtude de espaçamentos de plantio, em sistema orgânico de produção. Incaper, Domingos Martins/ES, 2008<sup>1</sup>

Tratamentos	Refugos (< 40 mm)		Bulbos comerciais médios (40 a 60 mm)				Bulbos comerciais graúdos (> 60 mm).				Receita bruta Total (R\$ ha <sup>-1</sup> )
	Nº	Produção (kg ha <sup>-1</sup> )	Nº	Produção (kg ha <sup>-1</sup> )	Diâmetro médio (cm)	Receita (R\$ ha <sup>-1</sup> )	Nº	Produção (kg ha <sup>-1</sup> )	Diâmetro médio (cm)	Receita (R\$ ha <sup>-1</sup> )	
<b>1 – 0,5m x 0,15m</b>	0,0 b	0,0 b	14,5 d	1.910 c	5,4 a	2.865,20 c	23,2 ab	4.802 ab	6,5 a	10.564,20 ab	13.429,40 b
<b>2 – 0,5m x 0,10m</b>	1,2 b	42 b	27,8 bcd	3.415 bc	5,3 ab	5.123,30bc	27,2 ab	5.655 ab	6,4 a	12.441,40 ab	17.564,70 ab
<b>3 – 0,375m x 0,15m</b>	0,2 b	11 b	21,3 cd	2.733 c	5,3 ab	4.099,70 c	29,5 a	6.252 a	6,5 a	13.754,10 a	17.853,70 ab
<b>4 – 0,375m x 0,10m</b>	2,2 b	84 b	45,0 b	5.272 b	5,3 ab	7.908,00 b	24,0 ab	4.390 ab	6,4 a	9.658,30 ab	17.566,30 ab
<b>5 – 0,25m x 0,15m</b>	2,0 b	78 b	41,3 bc	5.082 b	5,3 ab	7.624,50 b	32,8 a	6.498 a	6,3 a	14.295,60 a	21.920,10 a
<b>6 – 0,25m x 0,10m</b>	11,0 a	448 a	93,3 a	9.071 a	5,0 b	13.606,90 a	8,5 b	1.562 b	6,2 a	3.437,60 b	17.044,50 ab
<b>CV (%)</b>	133,3	124,2	23,2	21,3	3,7	21,3	37,4	41	2,8	41	19,1

<sup>1</sup> Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Duncan, a 5% de probabilidade.



**Figura 2.** Ilustração do número de bulbos e padrão comercial do alho orgânico colhido em 1,0 m<sup>2</sup>, em virtude de espaçamentos de plantio. Incaper, Domingos Martins/ES, 2008.

## **2 EFEITOS DA PODA APICAL DO TOMATEIRO SOBRE A PRODUÇÃO E A SANIDADE DA CULTURA EM SISTEMA ORGÂNICO**

No cultivo orgânico do tomate, ainda há algumas dificuldades tecnológicas dependendo de ajustes no manejo adaptado a esse sistema de produção, com vistas a aumentar o rendimento de frutos (SOUZA, 1999). O cultivo orgânico em ambiente protegido é considerado alternativa eficaz por melhorar o desenvolvimento vegetativo e a sanidade do tomateiro, permitindo aumentar sobremaneira a produtividade, necessitando, entretanto, definir sistemas de poda apical da planta

que reduza o ciclo vegetativo, melhore o estado fitossanitário da cultura e o padrão comercial dos frutos (SOUZA; RESENDE, 2006).

Machado, Alvarenga e Florentino (2003), avaliando sistemas de poda com dois e quatro cachos, comparados ao sistema padrão de oito cachos normalmente utilizado pelos horticultores, verificaram que a poda apical mais precoce foi eficiente para aumentar a produção de frutos graúdos. Camargos et al. (2000), estudando sistemas de poda com três, cinco e sete cachos, no espaçamento de 30 cm entre plantas, verificaram que a poda apical com três cachos compromete a produção total e a produtividade comercial de frutos, e com cinco e sete cachos, os rendimentos foram estatisticamente semelhantes. Diante disso, descarta-se a possibilidade de adotar a poda com três cachos, pela menor produção de frutos e torna-se desnecessário podar deixando sete cachos, visto que se pode obter rendimentos semelhantes àqueles alcançados com poda no quinto cacho. Assim, visando à antecipação do ciclo produtivo e redução de problemas sanitários, no trabalho ora analisado, foram avaliados três sistemas de poda apical no intervalo de quatro a seis cachos.

O trabalho foi realizado na Área Experimental de Agricultura Orgânica do Incaper, no Município de Domingos Martins/ES, na altitude de 950 m, na primavera/verão de 2000/2001, em ambiente protegido, utilizando-se a variedade regional 'Roqueso'. O sistema de irrigação foi por gotejamento sob cobertura plástica, em camalhões e a adubação de plantio foi realizada com 15 t/ha de composto orgânico, complementada por fertirrigação, via gotejamento, aplicada semanalmente, a partir de 30 dias, até o início da frutificação empregando-se 200 mL de biofertilizante líquido por planta por vez.

Os tratamentos foram três sistemas de poda apical, com eliminação da gema apical, deixando-se um par de folhas acima do último cacho, avaliados em sete repetições no delineamento experimental em blocos casualizados.

Tratamentos:

- 1 - Poda apical acima do 4º cacho;
- 2 - Poda apical acima do 5º cacho;
- 3 - Poda apical acima do 6º cacho.

Não se realizou o desbaste de frutos nos cachos. O espaçamento de plantio foi 1,2 m entre linhas e 0,3 m entre plantas, as quais foram conduzidas com apenas uma haste realizando-se periodicamente desbrotas laterais.

Os dados referentes aos rendimentos de frutos revelaram resultados semelhantes àqueles obtidos por Camargos et al. (2000). A poda com quatro cachos comprometeu a produção total de frutos ( $64.219 \text{ kg ha}^{-1}$ ), a qual foi estatisticamente inferior àquelas obtidas com cinco e seis pencas, ou seja,  $71.839$  e  $73.575 \text{ kg ha}^{-1}$ , respectivamente (Tabela 5). Observa-se que o rendimento de frutos maiores (boca 7, com diâmetro entre 50 e 60 mm) foi semelhante entre os tratamentos, mas o rendimento de frutos menores (boca 8, com diâmetro entre 40 e 50 mm) possibilitou melhor desempenho produtivo dos tratamentos de cinco e seis cachos.

**Tabela 5.** Rendimento de frutos do tomateiro, cultivar Roquesso, em virtude de sistemas de poda apical. Incaper, Domingos Martins/ES, 2000/2001<sup>1</sup>

Sistemas de poda	Frutos totais	Frutos comerciais Boca 7	Frutos comerciais Boca 8
	(kg ha <sup>-1</sup> )	(kg ha <sup>-1</sup> )	(kg ha <sup>-1</sup> )
1 - 4 cachos	64.219 b	30.842 a	23.098 b
2 - 5 cachos	71.839 a	33.400 a	28.723 a
3 - 6 cachos	73.575 a	32.715 a	29.676 a
CV(%)	11,6	18,9	9,8

<sup>1</sup> Médias seguidas de mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Quanto à distribuição do número de frutos colhidos (Tabela 6), observa-se que nas plantas com quatro cachos, o número total de frutos foi menor, porém o número de frutos maiores (boca 7) foi semelhante ao dos demais tratamentos, possivelmente devido ao efeito favorável que a poda exerce no crescimento dos frutos. A poda com seis cachos apresentou maior número de frutos pequenos (boca 8) que aquela com cinco e esta foi maior que a poda com quatro.

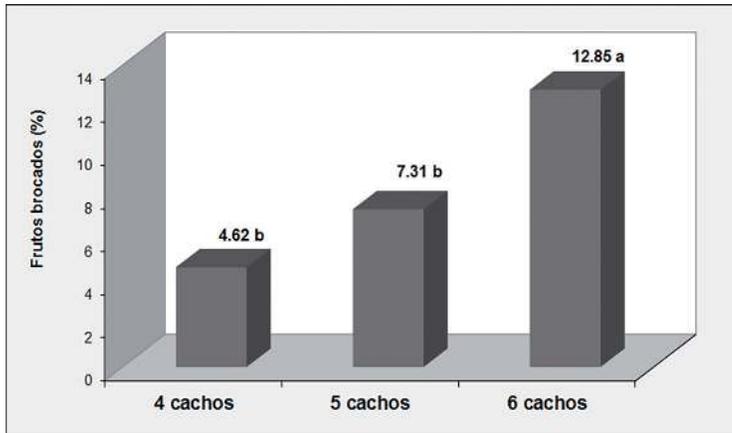
**Tabela 6.** Número de frutos produzidos pelo tomateiro em virtude de sistemas de poda apical. Incaper, Domingos Martins/ES, 2000/2001<sup>1</sup>

Sistemas de poda	Nº de frutos totais	Nº de frutos Boca 7	Nº de frutos Boca 8
1 - 4 cachos	266 b	71,9 a	81,7 c
2 - 5 cachos	304 a	76,5 a	97,0 b
3 - 6 cachos	330 a	76,7 a	108,9 a
CV (%)	8,3	19,5	10,2

<sup>1</sup> Médias seguidas de mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

A incidência de frutos brocados (Figura 3) foi significativamente menor nos sistemas de poda com quatro e cinco cachos, que não diferiram estatisticamente entre si, enquanto que com seis houve aumento de frutos brocados. Isso confirma que a adoção de podas apicais mais precoces pode contribuir para reduzir a incidência de brocas no tomateiro. A Figura 4 mostra um campo de tomate em estufa, que foi submetido à poda apical, mantendo apenas cinco cachos nas plantas.

Considerando o binômio rendimento de frutos e sanidade da cultura, pode-se afirmar que a adoção de sistemas de poda apical com quatro cachos comprometem o rendimento apesar da melhor sanidade das plantas quanto à presença de brocas, e que sistemas com seis cachos ou mais comprometem a sanidade sem ganhos de rendimentos de frutos. Assim, a opção pela poda apical com cinco cachos pode ser a melhor alternativa na produção de tomates orgânicos de qualidade.



**Figura 3.** Incidência de frutos brocados (%) em virtude de sistemas de poda em cultivo orgânico do tomate. Incaper, Domingos Martins/ES, 2000/2001. As médias seguidas de mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.



**Figura 4.** Planta de tomate orgânico, cv. Roqueuso, cultivado em estufa, com poda após o quinto cacho, na Área Experimental de Agricultura Orgânica. Incaper, Domingos Martins/ES, 2001.

### 3 AVALIAÇÃO DO SOMBREAMENTO ARTIFICIAL NA CULTURA DO GENGIBRE, EM SISTEMA ORGÂNICO DE PRODUÇÃO

A cultura do gengibre (*Zingiber officinale* Roscoe) é muito praticada em países tropicais e subtropicais para atender a demanda internacional por matéria prima, seja *in natura* para uso direto na culinária ou na manufatura de vários produtos, incluindo essências, condimentos, produtos de confeitaria, entre outros (OBERHOFER, 1998).

As condições que favorecem a produção do gengibre são: locais de clima quente e úmido, com temperaturas entre 25°C e 30°C, com média anual acima de 21°C, e precipitação de, no mínimo, 1.500 mm ano<sup>-1</sup>, segundo Souza e Resende (2006).

Existem no mundo diversas espécies comestíveis de gengibre, que recebem seu nome de acordo com o lugar onde são cultivadas (OBERHOFER, 1998). No Estado do Espírito Santo, a variedade mais cultivada é a 'Gigante', mais apropriada para a exportação.

Em terras capixabas, o cultivo tradicional de gengibre era praticado em áreas marginais, em cultivos consorciados, sempre com algum grau de sombreamento natural pelas plantas do consórcio. Porém, atualmente no Brasil, o gengibre tem sido cultivado a pleno sol, em sistema de monocultivo visando à simplificação de manejo, redução de custos e aumento de produtividade, com vistas à geração de volume de produto para atender ao mercado de exportação. Essa forma de cultivo tem proporcionado elevado grau de queima de folhas do gengibre pela incidência dos raios solares associados ao molhamento foliar pela irrigação ou pela condensação de água à noite.

O mercado internacional cada vez mais exige produtos limpos, isentos de resíduos químicos, motivo pelo qual a produção orgânica de gengibre tem aumentado significativamente. Nesse sentido, torna-se fundamental o aprimoramento técnico do manejo dessa cultura no cultivo orgânico. Portanto, visando melhorar o rendimento comercial dessa espécie nesse sistema, realizou-se o trabalho em questão para avaliar três níveis de sombreamento da cultura, além do seu desenvolvimento vegetativo e produtivo.

Em trabalho realizado na Área Experimental de Agricultura Orgânica do Incaper, no Município de Domingos Martins/ES, a uma altitude de 950 m, de agosto de 2001 a julho de 2002, avaliou-se o sombreamento da cultura do gengibre por meio de telas tipo 'sombrite', com 18% e 30% de sombra, instaladas a 1,8 m de altura do solo, conforme os tratamentos a seguir, distribuídos em sete repetições no campo, no delineamento em blocos casualizados.

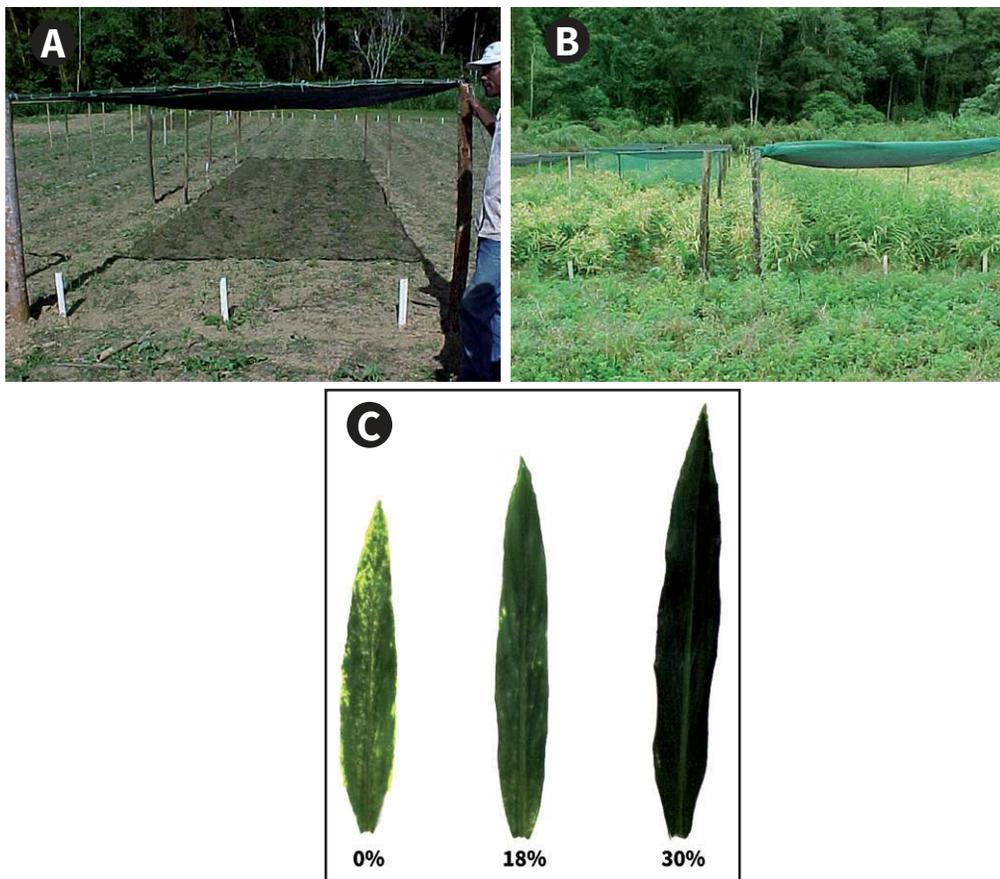
Tratamentos:

- 1 – 0% de sombra (cultivo a pleno sol);
- 2 – 18% de sombra;
- 3 – 30% de sombra.

O plantio das mudas da variedade 'Gigante' foi realizado em sulcos, adubados com 20 t ha<sup>-1</sup> de composto orgânico, no espaçamento de 1,4 m entre linhas e 0,3 m entre plantas. Aos 90 dias após o plantio, aplicou-se uma adubação em cobertura com 10 t ha<sup>-1</sup> de composto orgânico, imediatamente antes da realização da amontoa.

O sombreamento artificial do gengibre mostrou eficiência na redução da luminosidade, com reflexos positivos no vigor vegetativo das plantas pela redução da queima de sol nas folhas (Figura 5).

Por consequência das melhorias no vigor, essa técnica proporcionou benefícios significativos para a cultura, preservando maior área fotossinteticamente ativa como pode ser confirmado pelos diferenciados níveis de incidência da queima na Tabela 7.



**Figura 5.** Eficiência do sombrite na redução da luminosidade (A); Maior vigor em plantas da parcela sombreada à direita (B); Diferentes níveis de danos foliares pela queima de sol nos três níveis de sombra (C). Incaper, Domingos Martins/ES, 2001/2002.

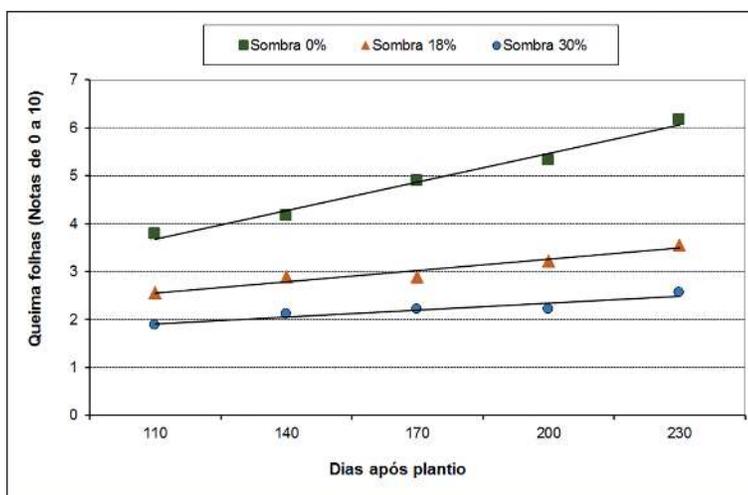
**Tabela 7.** Incidência da queima de sol em folhas de gengibre orgânico em virtude de níveis de sombreamento. Incaper, Domingos Martins/ES, 2001/2002<sup>1</sup>

Níveis de sombra	Incidência de queima de sol <sup>2</sup>				
	110 dias	140 dias	170 dias	200 dias	230 dias
1 - 0%	3,78 a	4,17 a	4,89 a	5,33 a	6,17 a
2 - 18%	2,56 b	2,89 b	2,89 b	3,22 b	3,56 b
3 - 30%	1,89 c	2,11 c	2,22 c	2,22 c	2,56 c
CV (%)	19,4	12,8	14,6	13,4	11,0

<sup>1</sup> Médias seguidas de mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

<sup>2</sup> Avaliação por nota, em escala de 0 a 10 (0 = ausência de lesões e 10 = 100% da área foliar lesionada).

Ambos os níveis de sombreamento reduziram significativamente a queima de sol ao longo de todo o período avaliado, em relação à testemunha, revelando ajuste linear significativo ao nível de 1% pelo teste ‘F’. Pela inclinação da reta, verifica-se que a evolução da queima das folhas foi mais intensa na testemunha, ao longo do tempo. A tela sombrite 30% apresentou-se mais eficiente na redução da evolução da queima de sol, na Figura 6.



**Figura 6.** Evolução da incidência da queima de sol em folhas de gengibre orgânico, ao longo do ciclo vegetativo, em virtude de níveis de sombreamento. Incaper, Domingos Martins/ES, 2001/2002.

É importante não confundir os sintomas dessa queima com as lesões causadas pelo patógeno *Phyllosticta* sp., denominado de mancha-de-filosticta. A diferenciação se faz predominantemente pela presença de halo amarelado na borda das lesões devido a uma reação de resistência da planta e, em estágio mais avançado, pelas esporulações do fungo nas manchas patogênicas, sintomas não ocorrentes nas lesões causadas pelo sol.

Os resultados apresentados na Tabela 8 confirmam que os efeitos na fase vegetativa se converteram em ganhos de rendimento comercial de rizomas, na cultura sombreada, não havendo diferença significativa entre os níveis de 18% e 30% para a produtividade. Em relação à testemunha, o sombreamento com 18% aumentou a produtividade em 30,2% e o sombreamento com 30% aumentou em 39,7%. Observou-se uma tendência crescente de aumento do número de “mãos” comerciais por parcela com o aumento do nível de sombreamento, detectando-se diferenças entre o sombreamento de 30% e a testemunha. O peso médio das “mãos” não foi alterado pelos níveis de sombreamento.

**Tabela 8.** Rendimento comercial de gengibre orgânico em virtude de níveis de sombreamento. Incaper, Domingos Martins/ES, 2001/2002<sup>1</sup>

Níveis de sombra	Número de “mãos” por parcela	Produtividade (kg ha <sup>-1</sup> )	Acréscimo em relação à testemunha (%)	Peso médio das “mãos” (g)
1 - 0%	7,8 b	19.201 b	0,0	524 a
2 - 18%	8,8 ab	24.993 a	30,2	614 a
3 - 30%	9,9 a	26.817 a	39,7	572 a
CV (%)	22,1	21,0	-	22,0

<sup>1</sup> Médias seguidas de mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Pode-se afirmar que o sombreamento da cultura do gengibre reduz a queima das folhas, proporcionando aumento de vigor vegetativo, refletindo em aumento no rendimento comercial e melhorias no padrão das raízes, em sistema orgânico de produção.

#### **4 IMPORTÂNCIA MULTIFUNCIONAL DA COBERTURA MORTA DO SOLO EM CANTEIROS DE CENOURA, NO SISTEMA ORGÂNICO**

A cobertura morta é uma prática cultural na qual se aplica ao solo material orgânico como cobertura da superfície, sem que a ele seja incorporado. Por meio dela, procura-se influenciar positivamente as qualidades físicas, químicas e biológicas do solo, criando condições ótimas para o crescimento radicular. A prática de cobertura do solo é tradicionalmente recomendada em sistemas orgânicos, pois apresenta múltiplas funções, como evitar perdas excessivas de água, reter a umidade do solo, diminuir o impacto da chuva e a erosão, evitar alterações bruscas da temperatura do solo, reduzir gastos de mão de obra nas capinas, além de enriquecer o solo com nutrientes após a decomposição do material, permitindo melhorar o desempenho das culturas (SOUZA; RESENDE, 2006).

No cultivo orgânico da cenoura, onde a utilização de herbicidas não é permitida, verificam-se elevados gastos com mão de obra para o controle manual das ervas espontâneas limitando a expansão de área cultivada e a oferta dessa hortaliça no mercado. Assim, o uso de coberturas mortas vegetais destaca-se como uma técnica capaz de amenizar tal limitação por manter populações de ervas em níveis toleráveis (OLIVEIRA et al., 2008).

Apesar dos benefícios potenciais da cobertura morta de canteiros de cenoura, alguns estudos revelam efeitos não significativos sobre o desempenho produtivo da cultura, especialmente no sistema orgânico, por já se empregar adubações orgânicas em alto volume, na fase de plantio. Steiner et al. (2009), avaliando o cultivo orgânico de cenoura, utilizando-se 40 t ha<sup>-1</sup> de composto na adubação, relataram que a cobertura de canteiros com palhada de aveia-preta não influenciou as características produtivas da cultura apesar de contribuir para a redução do percentual de raízes rachadas.

Resende et al. (2005) verificaram que a cobertura morta de canteiros com casca de arroz e maravalha se destacaram em relação à cobertura com serragem de madeira e capim seco e também ao solo sem cobertura, proporcionando maiores produtividades, além de serem vantajosas em vários aspectos, pois as coberturas, comparadas à testemunha, reduziram a temperatura do solo em até 3,5°C, aumentaram a retenção de umidade em até 2,3% e reduziram a infestação de ervas espontâneas, sendo, portanto, técnica e economicamente viáveis.

A expectativa de aumentos de rendimentos comerciais de cenoura pode ser maior quando se usa resíduos de cobertura que apresentam melhor composição em nutrientes, a exemplo das plantas leguminosas, conforme verificaram Santos et al. (2011). Os autores verificaram que a cenoura cultivada nas parcelas cobertas com resíduos de guandu (*Cajanus cajan*) e gliricídia (*Gliricidia sepium*) apresentou

aumentos significativos de rendimentos, comparada àquelas cobertas com capim-cameron (*Pennisetum purpureum*) e sem cobertura.

Alguns tipos de resíduos podem desempenhar funções adicionais específicas nos cultivos orgânicos, a exemplo da palha de café e de bananeira, que podem mobilizar potássio (K) e complementar a oferta desse nutriente para a nutrição das hortaliças (BORGES; OLIVEIRA; SOUZA, 1997; ANDRADE JÚNIOR et al., 2005).

Em trabalho realizado no ano de 2009, na Unidade de Referência em Agroecologia (URA) do Incaper, no Município de Domingos Martins/ES, foram avaliados os efeitos de cinco tipos de resíduos orgânicos de disponibilidade local, empregados como cobertura morta de canteiros de cenoura, sobre características do solo, desenvolvimento dessa hortaliça, supressão de ervas espontâneas e gastos de mão de obra de capina, em sistema orgânico de produção.

Foram utilizadas sementes da cultivar Aline, manejada conforme as normas técnicas da produção orgânica, segundo a legislação nacional (Lei 10.831, de 23 de dezembro de 2003, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento) e o manejo recomendado por Souza e Resende (2006). A adubação de plantio foi realizada com composto orgânico, na base de 30 t ha<sup>-1</sup>, a lanço em toda área, incorporada com microtrator, antes do levantamento dos canteiros. O plantio da cenoura foi feito no espaçamento de 25 cm entre sulcos, distribuindo-se um filete contínuo de sementes na base de 2 g m<sup>-2</sup>.

Os tratamentos consistiram da aplicação de cinco tipos de cobertura morta de canteiros, comparados a um tratamento sem cobertura, assim definidos:

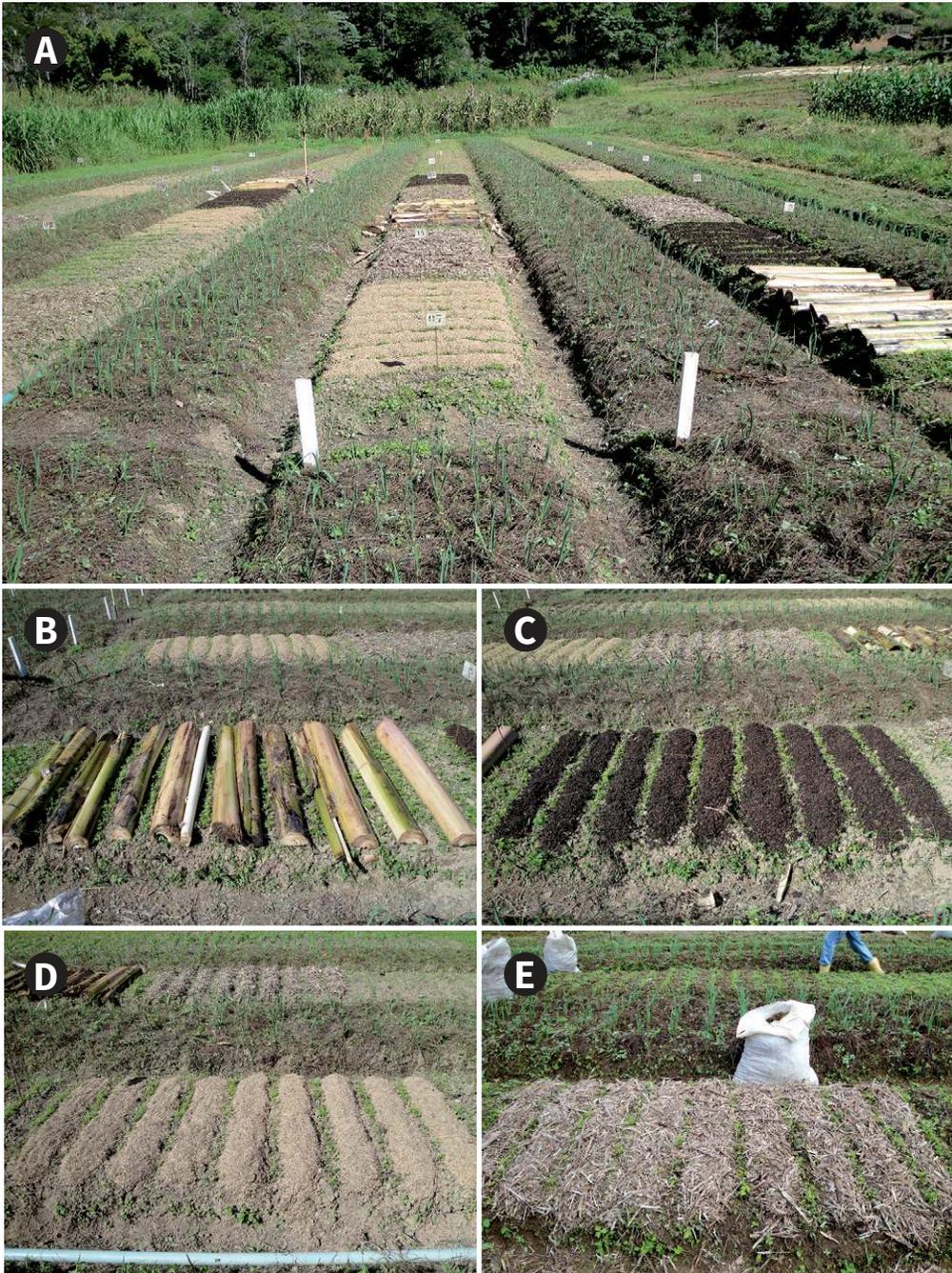
- 1 - Testemunha;
- 2 - Caules de bananeira, cortados longitudinalmente formando duas bandas;
- 3 - Palha de café semidecomposta;
- 4 - Capim-cameron picado;
- 5 - Casca de arroz;
- 6 - Bagaço de cana triturado.

Todos os tipos de cobertura foram dispostos nas entrelinhas de plantio, conforme ilustrações da Figura 7, aos 22 dias, após semeio e dez dias antes do desbaste. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com quatro repetições. As unidades experimentais constituíram-se de dez linhas na área total de 2,5 m<sup>2</sup> e de oito linhas na área útil de 2 m<sup>2</sup>.

Para igualar as condições experimentais e as condições de aplicação das palhas, foi realizada uma limpeza inicial das ervas recém-emergidas em todas as parcelas, aos 20 dias após o semeio. Essa primeira limpeza manual não foi contabilizada devido ao inexpressivo gasto de serviço. Após a aplicação das coberturas mortas no dia 22/05/09, realizou-se o desbaste das plantas na linha, no dia 03/06/09, estabelecendo-se o espaçamento de 7 cm entre elas.

Durante o ciclo da cultura, foram realizadas duas capinas manuais aos 48 e 68 dias, após semeio contabilizando o gasto de mão de obra nas duas operações e valorando-as ao preço de mercado de R\$ 30,00 o dia de serviço manual (D/H). No

final do ciclo da cultura, dez dias antes da colheita das raízes, foram colhidas as ervas espontâneas remanescentes em cada parcela, avaliando-se o número total de plantas e a biomassa verde, visando a avaliar o diferencial de controle de ervas obtido com cada cobertura. A colheita e avaliação das raízes foram realizadas em 11/08/09.



**Figura 7.** Vista geral do experimento (A) e detalhes da forma de utilização de cobertura morta com caule de bananeira (B), palha de café (C), casca de arroz (D) e bagaço de cana (E). Incaper, Domingos Martins/ES, 2012.

Para avaliar os efeitos de cada tipo de cobertura sobre as características do solo, retiraram-se sete amostras simples de solo em todas as entrelinhas formando uma amostra composta por parcela. As amostras foram retiradas em duas épocas: antes da colocação das coberturas, em 19/05/09 e depois da colheita das raízes, em 13/08/09, caracterizadas como antes e depois, respectivamente, para comparação estatística.

Para a avaliação do número e peso das raízes por hectare, foi levado em consideração que para cada 10.000 m<sup>2</sup> de área total, planta-se efetivamente 7.000 m<sup>2</sup> de área útil de canteiros de cenoura de forma a evitar superestimação do rendimento comercial.

A composição dos materiais vegetais usados como cobertura está apresentada na Tabela 9. As análises laboratoriais revelaram que o pseudocaule de bananeira destacou-se como o resíduo de maior teor de umidade (93%) e a casca de arroz como o de menor teor (18%). A palha de café destacou-se das demais com o maior teor de nitrogênio (N), isto é, 2,0 dag kg<sup>-1</sup>. Como maiores potenciais para disponibilização de K, o pseudocaule de bananeira e a palha de café mostraram uma composição mais favorável, com 1,20 dag kg<sup>-1</sup> e 1,17 dag kg<sup>-1</sup> desse elemento, respectivamente. Eles também se destacaram na composição de Ca, com 0,44 dag kg<sup>-1</sup> e 0,67 dag kg<sup>-1</sup>, respectivamente.

Quanto aos micronutrientes, a palha de café também se destacou dos demais, com maiores teores de ferro (Fe) e cobre (Cu). A casca de arroz apresentou o maior teor de zinco (Zn), seguido da palha de café. A composição em P de todos os resíduos analisados pode ser considerada baixa, variando de 0,08 a 0,17 dag kg<sup>-1</sup>. Portanto, os materiais vegetais usados são fornecedores potencialmente insignificantes desse nutriente para as plantas.

O aumento da MO do solo com a utilização dos resíduos não foi confirmado devido ao curto ciclo cultural da cenoura. Os efeitos das coberturas mortas sobre os atributos químicos do solo foram significativos para macronutrientes - exceto Ca e magnésio (Mg) - e saturação de bases.

Na Tabela 10, verifica-se que o percentual hidrogeniônico (pH) do solo não foi alterado entre os tratamentos, mas sofreu uma redução significativa após o período de cultivo.

Verificou-se uma redução dos teores das bases K e sódio (Na) em todos os tratamentos, refletindo-se na queda da saturação de bases (V), efeitos esses que podem ser atribuídos à lixiviação de sais provocada pela irrigação por aspersão. Porém, é importante observar que nas parcelas testemunhas (solo descoberto), a perda de K foi de 58%, enquanto nas parcelas cobertas com caule de bananeira e palha de café, as perdas foram menores: 35% e 42%, respectivamente. Isso permite afirmar que a cobertura com caule de bananeira contribuiu para que se mantivesse 23% e a palha de café 16% a mais de K no solo, no período avaliado. O esperado aumento da MO do solo com a utilização dos resíduos não foi confirmado devido ao breve período experimental, reflexo do curto ciclo cultural da cenoura, no qual os resíduos orgânicos ainda se encontram em estágios iniciais do processo de decomposição, na época da colheita

**Tabela 9.** Composição média dos materiais vegetais utilizados como cobertura para os canteiros de cenoura. Incaper, Domingos Martins/ES, 2012

Material	Umidade	MO	Relação	pH	N	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Fe	Mn	Cu	B
	%	dag kg <sup>-1</sup>	C/N												
<b>Caule bananeira</b>	93	98	114/1	6,4	0,50	0,08	1,20	0,44	0,26	0,02	12	633	140	5	12
<b>Palha café</b>	58	96	28/1	6,6	2,00	0,09	1,17	0,67	0,11	0,11	18	2.450	199	21	18
<b>Capim picado</b>	54	98	71/1	7,2	0,80	0,17	0,62	0,23	0,09	0,04	7	872	33	2	13
<b>Casca arroz</b>	18	77	74/1	6,7	0,60	0,12	0,42	0,13	0,08	0,02	21	792	237	2	10
<b>Bagaço cana</b>	51	94	91/1	6,7	0,60	0,13	0,53	0,18	0,09	0,04	9	741	48	2	10

**Tabela 10.** Atributos químicos dos solos antes e depois (90 dias) da aplicação de tipos de cobertura morta em canteiros de cenoura. Incaper, Domingos Martins/ES, 2012<sup>1</sup>

Tratamentos	pH		MO		P		K		Na		V	
			dag kg <sup>-3</sup>				mg dm <sup>-3</sup>				%	
	Antes	Depois	Antes	Depois	Antes	Depois	Antes	Depois (% perda)	Antes	Depois	Antes	Depois
<b>Testemunha</b>	6,7 Aa	6,5 Ba	3,2 Aa	2,8 Aa	159,0 Aa	123,0 Ab	267 Aa	112 (58) Bb	18 Aa	13 Bab	77 Aa	72 Bab
<b>Caule bananeira</b>	6,7 Aa	6,5 Ba	3,3 Aa	3,0 Aa	177,5 Aa	158,5 Aa	294 Aa	192 (35) Ba	18 Aa	15 Aa	78 Aa	73 Ba
<b>Palha café</b>	6,7 Aa	6,4 Ba	3,5 Aa	3,0 Ba	135,0 Aa	119,0 Ab	263 Aa	153 (42) Bab	16 Aa	11 Bb	76 Aa	72 Bab
<b>Capim picado</b>	6,7 Aa	6,4 Ba	3,4 Aa	3,2 Aa	141,5 Aa	123,5 Ab	302 Aa	132 (56) Bb	17 Aa	13 Bab	77 Aa	71 Bab
<b>Casca arroz</b>	6,7 Aa	6,4 Ba	3,2 Aa	3,0 Aa	126,5 Aa	125,5 Ab	252 Aa	110 (56) Bb	16 Aa	11 Bb	77 Aa	69 Bb
<b>Bagaço cana</b>	6,7 Aa	6,4 Ba	3,3 Aa	2,8 Ba	152,5 Aa	124,0 Ab	280 Aa	121 (57) Bb	18 Aa	12 Bb	76 Aa	70 Bab

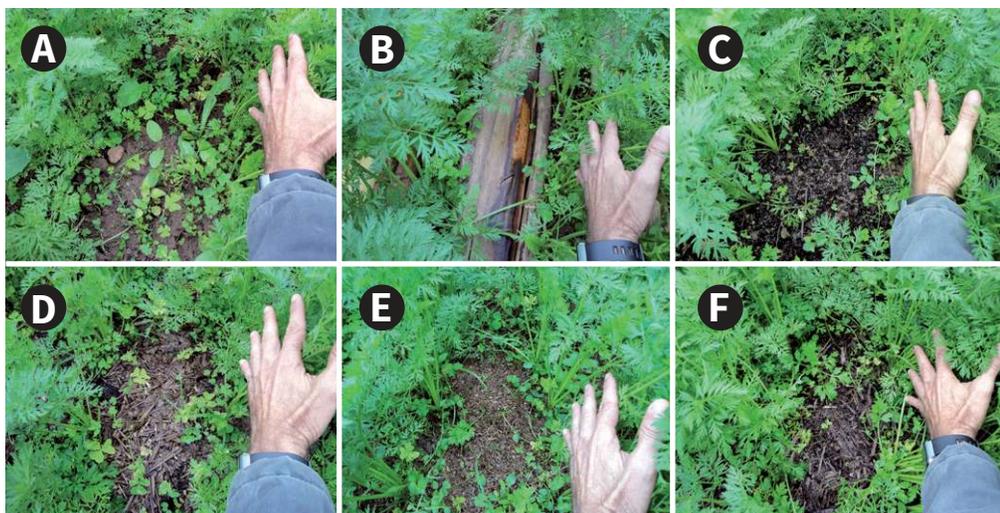
<sup>1</sup> Médias por elemento, antes e depois, dentro de cada tratamento, seguidas pela mesma letra maiúscula, na linha, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade. Médias entre os tratamentos, seguidas pela mesma letra minúscula, na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Duncan, a 5% de probabilidade.

A utilização de coberturas mortas não alterou o número e o peso total e comercial de raízes (Tabela 11), o que pode ser atribuído ao fato de não se usar resíduos ricos em nutrientes (especialmente em nitrogênio) e devido ao sistema de cultivo ter sido irrigado durante todo o ciclo da cultura diminuindo os efeitos de retenção de umidade pelas coberturas. Resultados semelhantes foram relatados por Steiner et al. (2009), os quais revelam que a cobertura morta com aveia-preta em sistema orgânico adubado com 40 t ha<sup>-1</sup> não influenciou as características produtivas da cenoura, diferentemente de Santos et al. (2011) que observaram aumento de rendimento usando coberturas com leguminosas. Esses dados estão de acordo com Souza e Resende (2006), os quais relatam que o emprego de cobertura morta em períodos chuvosos auxilia principalmente no controle da erosão e proteção do solo, enquanto a utilização da cobertura em períodos secos do ano proporciona melhores efeitos sobre o desenvolvimento das hortaliças pela retenção de umidade no solo e disponibilização de nutrientes.

Em geral, todos os tipos de coberturas de solo, quando comparados à testemunha, aumentaram o diâmetro médio das raízes, mas de forma significativa destacaram-se as coberturas com palha de café e capim picado. Por outro lado, as coberturas provocaram aumento da incidência de raízes rachadas, com destaque negativo para a casca de arroz que proporcionou a maior incidência, atingindo 11,6%, enquanto que na testemunha sem cobertura, verificou-se apenas 5,5% de raízes rachadas. Esses dados divergem dos resultados de Steiner et al. (2009), que verificaram redução da rachadura quando utilizou-se cobertura com aveia-preta na mesma condição de adubação e precipitação. O peso e o comprimento médio de raízes, além da incidência de raízes bifurcadas, não foi alterado pelo uso de coberturas mortas de solo.

As espécies de ervas espontâneas predominantes no período de cultivo foram: trevo (*Oxalis latifolia*), tiririca (*Cyperus rotundus*), capim-marmelada (*Brachiaria plantaginea*), picão-preto (*Bidens pilosa*), losna (*Artemisia verlotorum*), língua-de-vaca (*Rumex obtusifolius*), falsa-serralha (*Emilia sonchifolia*) e botão-de-ouro (*Galinsoga ciliata*). Na Figura 8, notam-se diferenças visuais de controle de ervas obtido em virtude da ausência e dos tipos de cobertura.

Na Tabela 12, verificam-se efeitos significativos das coberturas mortas na redução da quantidade de ervas remanescentes na época da colheita, sendo menor em todos os tratamentos com cobertura, tanto em número quanto em biomassa verde, quando comparados à testemunha. Os efeitos mais significativos de redução de ervas foram obtidos com caule de bananeira e palha de café. Esses dados foram similares aos obtidos por Carvalho et al. (2005) avaliando o capim e as palhas de arroz e café para cobertura do solo em alface e por Resende et al. (2005) avaliando coberturas com serragem, casca de arroz, maravalha (raspa de madeira) e capim seco, na cultura da cenoura, no período do verão.



**Figura 8.** Diferença visual entre a incidência de ervas na parcela testemunha (A) e nas parcelas com cobertura morta de caule de bananeira (B), palha de café (C), capim-cameron picado (D), casca de arroz (E) e bagaço de cana triturado (F). Incaper, Domingos Martins/ES, 2012.

Por consequência da redução das ervas, verificou-se também uma significativa diferença técnica e financeira nos gastos de mão de obra para as duas operações de capina. Todas as coberturas mortas reduziram as quantidades de serviços e os correspondentes valores gastos com a limpeza manual dos canteiros. Além de outros efeitos benéficos, a palha de café diminuiu 79 D/H nos gastos (de 341 para 262 D/H), refletindo-se na diminuição de R\$ 2.363,00 nos custos (de R\$ 10.238,00 para R\$ 7.875,00), em relação à testemunha, tornando-se uma das melhores opções considerando a grande disponibilidade regional.

Em geral, a utilização da cobertura morta na cultura da cenoura, em cultivo orgânico, em áreas irrigadas, não proporciona melhorias no rendimento comercial de raízes. A decisão sobre a viabilidade de uso está condicionada ao controle de ervas espontâneas, que foi significativo com as coberturas mortas, e ao balanço entre o gasto de mão de obra para aplicação da cobertura e a redução do número de trabalhadores para a limpeza dos canteiros. Exemplo disso é a cobertura com palha de café, que reduziu 79 D/H por hectare.

**Tabela 11.** Produção e características comerciais de cenouras orgânicas sob diferentes coberturas mortas de canteiros. Incaper, Domingos Martins/ES, 2012<sup>1</sup>

Tratamentos	Raízes totais ha <sup>-1</sup>	Raízes comerciais ha <sup>-1</sup>	Prod. total	Produtividade	Peso médio	Comprim.	Diâmetro	Rachadas	Bifurcadas
			(kg ha <sup>-1</sup> )		(g)	cm		%	
Testemunha	488.750 a	356.250 a	34.437 a	32.950 a	92 a	15,6 a	3,1 b	5,5 b	6,6 a
Bananeira	405.000 a	291.667 a	31.683 a	30.250 a	104 a	16,3 a	3,3 ab	10,1 ab	2,6 a
Palha café	441.250 a	343.750 a	34.100 a	33.325 a	96 a	15,2 a	3,4 a	8,5 ab	5,4 a
Capim picado	427.500 a	300.000 a	31.100 a	29.625 a	101 a	16,1 a	3,4 a	8,3 ab	7,0 a
Casca arroz	465.000 a	330.000 a	33.887 a	34.667 a	107 a	15,8 a	3,3 ab	11,6 a	6,8 a
Bagaço cana	463.750 a	333.750 a	31.712 a	30.300 a	92 a	15,6 a	3,3 ab	7,9 ab	7,1 a
CV(%)	20,62	19,50	13,90	14,76	10,16	5,41	3,29	42,14	76,16

<sup>1</sup>Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade. Dados não analisados estatisticamente.

**Tabela 12.** Quantidade e valor da mão de obra em capinas e ervas restantes, no final do ciclo da cultura da cenoura, sob diferentes coberturas mortas de canteiros. Incaper, Domingos Martins/ES, 2012<sup>1</sup>

Tratamentos	Gasto de mão de obra por ha (D/H)	Valor da mão de obra por ha <sup>2</sup> (R\$)	Número de ervas restantes por m <sup>2</sup> (nº)	Biomassa verde restante por m <sup>2</sup> (g)
Testemunha	341 a	10.238,00 a	408 a	1.071 a
Caule bananeira	283 b	8.488,00 b	202 b	559 b
Palha café	262 b	7.875,00 b	238 b	666 b
Capim picado	257 b	7.700,00 b	305 ab	897 ab
Casca arroz	312 ab	9.363,00 ab	267 ab	753 ab
Bagaço cana	258 b	7.744,00 b	275 ab	730 ab
CV (%)	10,67	10,66	25,93	24,51

<sup>1</sup>Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Duncan, a 5% de probabilidade. Dados não analisados estatisticamente.

## 5 REFERÊNCIAS

ANDRADE JÚNIOR, V. C. de; YURI, J. E.; NUNES, U. R.; PIMENTA, F. L.; MATOS, C. de S. M. de; FLORIO, F. C. de A.; MADEIRA, D. M. Emprego de tipos de cobertura de canteiro no cultivo da alface. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, p. 899-903, 2005.

BORGES, A. L.; OLIVEIRA, A. M. G.; SOUZA, L. da S. Solos, nutrição e adubação. In: ALVES, E. J. (Org.). **A cultura da banana: aspectos técnicos, socioeconômicos e agroindustriais**. Brasília: EMBRAPA-SPI, 1997. p. 197-260.

CAMARGOS, M. I. de; FONTES, P. C. R.; CARDOSO, A. A.; ARAÚJO CARNICELLI, J. H. de. Produção de tomate longa vida em estufa, influenciada por espaçamento e número de cachos por planta. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 40., 2000, São Pedro. **Anais...** São Pedro: ABH, 2000. In: Horticultura Brasileira, v. 18, 2000, p. 563-564.

CARVALHO, J. E. de; ZANELLA, F.; MOTA, J. H.; LIMA, A. L. da S. Cobertura morta do solo no cultivo de alface Cv. Regina 2000, em Ji-Paraná/RO. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 29, p. 935-939, 2005.

MACHADO, A. Q.; ALVARENGA, M. A. R.; FLORENTINO, C. E. T. Produção classificada de tomate italiano (saladete) sob diferentes densidades de plantio e sistemas de poda visando ao consumo in natura. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 43., 2003, Recife. **Anais...** Recife: ABH, 2004. Disponível em: <<http://www.horticiencia.com.br/anais>>. Acesso em: fev. 2004.

OBERHOFER, H. **Como cultivar gengibre com sucesso?** Espírito Santo: Oberhofer, 1998. 28 p.: il.

OLIVEIRA, F. F.; GUERRA, J. G. M.; ALMEIDA, D. L.; RIBEIRO, R. L. D.; ESPINDOLA, J. A. A.; RICCI, M. S. F.; CEDDIA, M. B. Avaliação de coberturas mortas em cultura de alface sob manejo orgânico. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 26, p. 216-220, abr./jun. 2008.

RESENDE, F. V.; SOUZA, L. S. de; OLIVEIRA, P. S. R. de; GUALBERTO, R. Uso de cobertura morta vegetal no controle da umidade e temperatura do solo, na incidência de plantas invasoras e na produção da cenoura em cultivo de verão. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 29, n. 1, p. 100-105, jan./fev. 2005.

SANTOS, C. A. B.; ZANDONÁ, S. R.; ESPINDOLA, J. A. A.; GUERRA, J. G. M.; RIBEIRO, R. L. D. Efeitos de coberturas mortas vegetais sobre o desempenho da cenoura em cultivo orgânico. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 1, p. 103-107, jan./mar. 2011.

SOUZA, J. L. de. Desenvolvimento tecnológico da agricultura orgânica no Espírito Santo. In: AMBROSANO, E. (Org.). **Agricultura Ecológica**. Guaíba: Agropecuária, 1999. p. 131-150.

SOUZA, J. L. de; RESENDE, P. **Manual de horticultura orgânica**. Viçosa, MG: Aprenda Fácil, 2006. 843 p.: il.

STEINER, F.; SCHIMIDT, M. A. H.; LEITE, A. C. C.; PINTO JUNIOR, A. S.; RHEINHEIMER, A. R. Avaliação das características produtivas de cenoura Esplanada em função do modo de aplicação de composto orgânico e utilização de cobertura morta. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 27, n. 2, p. S1239-S1245, ago. 2009.

ZAMAR, M. I.; HAMITY, M. G. A.; ANDRADE, A.; OLSEN, A. A.; HAMITY, V. Efecto de productos no convencionales para el control de *Thrips tabaci* (Thysanoptera: Thripidae) en el cultivo de ajo (*Allium sativum*) en la quebrada de Humahuaca (Jujuy-Argentina). **Revista Idesia**, Tarapacá, v. 25, n. 3, p. 41-46, 2007.



# MANEJO E CONTROLE DE DOENÇAS EM CULTIVO ORGÂNICO DE HORTALIÇAS

Hélcio Costa

Jacimar Luis de Souza

Lilian Lagem Rodrigues

Víctor Almeida Pereira

Paula Mauri Bernardes

O manejo fitossanitário na agricultura orgânica deve prever estratégias diversas, como prevenção, diagnóstico adequado do nível de dano econômico, indução de resistência e uso de substâncias fitoprotetoras. Neste capítulo, estão descritos trabalhos com calda para controle de doenças do morangueiro, uso de fosfitos para redução de doenças no tomateiro e estudo da relação da mancha-púrpura com a produtividade do alho. Essas tecnologias e indicadores podem contribuir para a melhoria do rendimento comercial e da competitividade dessas culturas no mercado orgânico.

## 1 DOSAGEM E INTERVALO DE APLICAÇÃO DA CALDA VIÇOSA NO CONTROLE DA MANCHA-DE-MICOSFERELA DO MORANGUEIRO, EM DOIS SISTEMAS DE PRODUÇÃO

A cultura do morangueiro apresenta-se como um dos maiores desafios para a produção de alimentos orgânicos devido à sensibilidade da planta em relação a doenças, dentre as quais destaca-se a mancha-de-micosferela, causada pelo fungo *Mycosphaerella fragariae* (SOUZA, 1997). Dependendo do nível de severidade, essa doença pode causar reduções significativas na produtividade comercial de frutos, comprometendo a rentabilidade.

A calda viçosa é uma das alternativas eficazes para o controle de diversas doenças de plantas tanto em sistemas convencionais quanto orgânicos de produção, com grande potencial de uso para a redução da micosferela na cultura do morango (COSTA et al., 1998).

Nesse sentido, foram realizados dois ensaios durante o ano 1999, em dois locais distintos para avaliar doses e intervalos de aplicação de calda viçosa visando ao controle da mancha de *Mycosphaerella fragariae* na cultura do morango, em sistema orgânico e convencional de produção.

Um experimento foi conduzido em sistema de cultivo orgânico, dentro da Área Experimental de Agricultura Orgânica do Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper) utilizando-se adubações à base de composto orgânico e demais práticas inerentes a esse sistema de cultivo (SOUZA et al., 2005). O outro foi conduzido em sistema convencional empregando-se adubações à base de adubos minerais, sem, entretanto, usar agrotóxicos para controle de pragas e doenças.

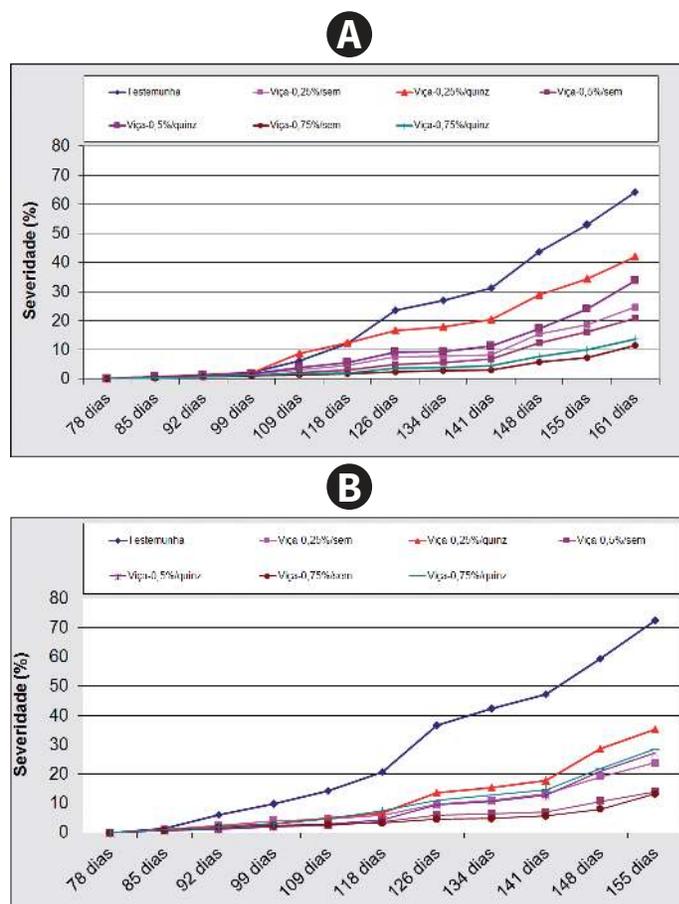
Os tratamentos avaliados foram:

1. Testemunha – sem pulverização;
2. Calda viçosa – 0,25% (250 g 100 L<sup>-1</sup> de água)/semanal;
3. Calda viçosa – 0,25% (250 g 100 L<sup>-1</sup> de água)/quinzenal;
4. Calda viçosa – 0,50% (500 g 100 L<sup>-1</sup> de água)/semanal;
5. Calda viçosa – 0,50% (500 g 100 L<sup>-1</sup> de água)/quinzenal;
6. Calda viçosa – 0,75% (750 g 100 L<sup>-1</sup> de água)/semanal;
7. Calda viçosa – 0,75% (750 g 100 L<sup>-1</sup> de água)/quinzenal.

A evolução da severidade da *Mycosphaerella fragariae* nos sistemas orgânico e convencional está apresentada na Figura 1, respectivamente.

No sistema orgânico, em relação à Testemunha, todos os tratamentos com calda viçosa apresentaram menores valores de severidade a partir dos 92 dias e, no convencional, a partir dos 109 dias, com destaque para os tratamentos que utilizaram concentrações de 0,5% e 0,75%, independente do intervalo utilizado.

De maneira geral, observou-se que a aplicação semanal apresentou uma tendência de melhor proteção contra o patógeno, independente das doses empregadas em ambos os sistemas.



**Figura 1.** Evolução da severidade de mancha-de-micosferela em cultivo orgânico (A) e convencional (B) de morango. Incaper, Domingos Martins/ES, 1999.

O comportamento da cultura e o rendimento de frutos proporcionados pelas condições fitossanitárias dos sistemas orgânico e convencional podem ser verificados nas Tabelas 1 e 2, respectivamente.

Em ambos os sistemas, o número e a produção de frutos totais e comerciais não foram afetados pelos diversos tratamentos, pois a severidade da doença não foi tão elevada ao ponto de causar prejuízos mais intensos ao desenvolvimento das plantas. Entretanto, notou-se uma tendência de melhoria na produtividade com a proteção das plantas com a calda viçosa, visto que no sistema orgânico, o maior rendimento comercial de frutos foi de 31.750 kg ha<sup>-1</sup> para o tratamento com calda viçosa a 0,75%/quinzenal, contra 24.123 kg ha<sup>-1</sup> para a Testemunha sem pulverização, ou seja, 31,6% de acréscimo.

No sistema convencional, a maior produtividade de frutos comerciais foi obtida para o tratamento com calda viçosa a 0,5%/semanal (30.814 kg ha<sup>-1</sup>), 16,5% maior que a obtida no tratamento testemunha (26.442 kg ha<sup>-1</sup>).

**Tabela 1.** Produção e produtividade do cultivo orgânico de morango em virtude da aplicação de calda viçosa. Incaper, Domingos Martins /ES, 1999<sup>1</sup>

Tratamentos	Frutos totais		Frutos comerciais		
	Nº por parcela	Peso (kg ha <sup>-1</sup> )	Nº por parcela	Produtividade (kg ha <sup>-1</sup> )	Comp. médio (cm)
1. Testemunha	397a <sup>1</sup>	31.136a	176a	24.123a	3,5ab
2. Calda viçosa 0,25% Semanal	417a	37.980a	220a	32.093a	3,5ab
3. Calda viçosa 0,25% Quinzenal	376a	32.916a	188a	26.860a	3,4b
4. Calda viçosa 0,50% Semanal	406a	37.258a	235a	30.642a	3,6ab
5. Calda viçosa 0,50% Quinzenal	443a	35.062a	204a	28.260a	3,5ab
6. Calda viçosa 0,75% Semanal	411a	35.145a	205a	28.295a	3,5ab
7. Calda viçosa 0,75% Quinzenal	400a	38.132a	219a	31.750a	3,7a
<b>CV (%)</b>	<b>12,2</b>	<b>15,2</b>	<b>16,6</b>	<b>16,5</b>	<b>2,8</b>

<sup>1</sup> Médias seguidas pela mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Duncan, a 5% de probabilidade.

**Tabela 2.** Produção e produtividade do cultivo convencional de morango em virtude da aplicação de calda viçosa, Incaper, Domingos Martins/ ES, 1999<sup>1</sup>

Tratamentos	Frutos totais		Frutos comerciais		
	Nº por parcela	Peso (kg ha <sup>-1</sup> )	Nº por parcela	Produtividade (kg ha <sup>-1</sup> )	Comp. médio (cm)
1. Testemunha	376ab <sup>1</sup>	32.273a	196a	26.442a	3,5a
2. Calda viçosa 0,25% Semanal	377ab	33.511a	213a	28.472a	3,6a
3. Calda viçosa 0,25% Quinzenal	310b	29.184a	170a	23.228a	3,5a
4. Calda viçosa 0,50% Semanal	423a	36.971a	228a	30.814a	3,6a
5. Calda viçosa 0,50% Quinzenal	353ab	33.199a	203a	27.769a	3,5a
6. Calda viçosa 0,75% Semanal	366ab	32.646a	202a	27.562a	3,6a
7. Calda viçosa 0,75% Quinzenal	396a	35.163a	217a	29.172a	3,6a
<b>CV (%)</b>	<b>10,7</b>	<b>15,6</b>	<b>15,6</b>	<b>17,6</b>	<b>2,8</b>

<sup>1</sup> Médias seguidas pela mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Duncan, a 5% de probabilidade.

Assim, pode-se observar que todas as concentrações da calda viçosa, no intervalo de 7 a 15 dias, reduzem a severidade da micosferela no morangueiro em relação à Testemunha, durante a fase de campo da cultura, nos dois sistemas de produção avaliados. Isso interfere nos rendimentos comerciais, tendendo a aumentar a produtividade comercial de frutos com o emprego da calda tanto no sistema orgânico quanto no convencional.

## 2 AVALIAÇÃO DE FOSFITO NO CONTROLE DA REQUEIMA DO TOMATEIRO

O manejo de doenças de plantas no sistema orgânico envolve várias táticas, como a utilização de cultivares ou variedades resistentes, manejo da cultura e pulverizações de maneira preventiva com produtos à base de cobre (Cu), calda bordalesa e calda viçosa (SOUZA et al., 2005). Porém, novos produtos têm sido comercializados como alternativos para uso no manejo de doenças de plantas nesse sistema. Entre eles, um grupo de produtos denominados fosfitos merece destaque por se mostrarem eficientes em alguns patossistemas, a exemplo do míldio da videira (SONEGO; GARRIDO, 2005) e do míldio da alface (TÖFOLI; MELLO; DOMINGUES, 2012).

Os indutores de resistência a patógenos, em plantas cultivadas, podem ser bióticos ou abióticos, podendo ser ativadores químicos, extratos de células ou microrganismos vivos. Existem duas formas de resistência: a Resistência Sistêmica Adquirida (RSA) e a Resistência Sistêmica Induzida (RSI), sendo fenômenos distintos, mas que atuam nas plantas, após a exposição a um agente indutor e têm seus mecanismos de defesa ativados não apenas no sítio de indução como também em outros locais, de forma mais ou menos generalizada (STICHER; MAUCH MANI; METRAUX, 1997; NOJOSA; RESENDE, M.; RESENDE, A., 2005).

Para ser considerado um ativador de RSA, os produtos químicos devem possuir três características: a) o composto ou seus metabólitos não devem exibir atividade antimicrobiana direta; b) deve induzir resistência contra o mesmo espectro de patógenos que a RSA ativada biologicamente; e c) deve induzir a expressão dos mesmos genes marcadores, conforme SAR ativada por patógenos (SONEGO; GARRIDO, 2005).

Os fosfitos agem por indução de resistência nas plantas, geralmente por meio da produção de substâncias de defesa, como as fitoalexinas. No caso da uva, as fitoalexinas mais conhecidas que induzem as plantas a uma maior resistência contra o míldio, são a e-viniferina e o resveratrol, de acordo com Dercks e Creasy (1989).

Pereira (2009) e Pereira et al. (2010), avaliando a eficiência de fosfitos (fosfato de potássio e de cobre) no controle do míldio da videira, cv. Merlot, relataram que os fosfitos avaliados no campo, em folhas e cachos, proporcionaram proteção ao míldio semelhante ao tratamento com fungicida. Relataram, ainda, que os fosfitos em casa de vegetação, proporcionaram menor incidência da doença nas folhas da videira, além de apresentarem toxidez direta, inibindo a germinação de esporângios.

No Brasil, a maioria dos trabalhos têm sido realizados com a videira, mas existem diversos outros estudos que comprovam eficiência de substâncias indutoras de resistência, inclusive os fosfitos, em culturas como o café, abacaxi, cacau, mamão e maracujá e hortaliças, tanto em condições de campo como para proteção de frutos em pós-colheita (NOJOSA; RESENDE, M.; RESENDE, A., 2005; RIBEIRO JÚNIOR et al., 2006; RESENDE, 2007; LOPES, 2008; CAMILO, 2009; TÖFOLI; MELLO; DOMINGUES, 2012).

Em sistemas orgânicos de produção, a doença mais limitante da cultura do tomateiro é a requeima ou mela, causada por *Phytophthora infestans*, que, em

condições favoráveis, pode levar a perdas totais das áreas de cultivo (SOUZA; RESENDE, 2006). Seu manejo nesse sistema se baseia na adubação orgânica equilibrada, por efeito trofobiótico e por meio de caldas fitoprotetoras, como a sulfocálcica, viçosa e bordalesa. Esta última com o inconveniente de aportar elevada quantidade de cobre (Cu) no ambiente provocando desequilíbrios e poluição do solo com esse metal pesado.

Töfoli, Mello e Domingues (2012) avaliaram o efeito de diversos fosfitos de potássio, de forma isolada e associada a fungicidas visando ao controle da requeima do tomateiro e verificaram que a aplicação de 300 g/100 L de fosfito de potássio associado a clorotalonil, metalaxil-M + mancozebe e propamocarbe foi mais eficiente que o uso isolado desses produtos. Na comparação do uso isolado de fosfito de potássio nessa dose, com a Testemunha, verificou-se uma redução de 25% da área foliar nos tratamentos sem controle.

Diante disso, realizou-se um trabalho com o intuito de proceder a uma avaliação preliminar da eficiência do fosfito de potássio na evolução da requeima do tomateiro, em cultivo orgânico, sob ambiente protegido utilizando-se a cultivar Roqueso. O semeio para formação de mudas foi realizado em 12/10/2009 procedendo-se ao transplantio das mudas em 10/11/2009, 28 dias depois, em leiras de 30 cm de altura, cobertas com plástico preto, no espaçamento de 1,20 m entre linhas e 0,40 m entre plantas.

A adubação de base no plantio foi realizada em sulcos abertos, sobre as leiras, na dose de 15 t ha<sup>-1</sup> de composto orgânico (peso seco), disposto no fundo do sulco e coberto com terra. Logo em seguida, colocou-se o *mulching* previamente perfurado de 40 em 40 cm e realizou-se o plantio manual das mudas. A adubação de cobertura foi realizada com biofertilizante líquido enriquecido, aplicado por gotejamento, semanalmente, na base de 200 ml por planta, dos 45 dias após transplante até meados da frutificação, de acordo com Souza e Resende (2006).

Os tratos culturais consistiram de irrigação por gotejamento, capinas manuais, quando necessário, desbrotas periódicas e capação da gema apical após a emissão do sexto cacho. Os tratos fitossanitários básicos iniciais, em todas as parcelas, foram realizados com uma aplicação de calda bordalesa aos 23 dias, após transplantio e com quatro pulverizações de *Bacillus thuringiensis*, pó molhável, para controle de broca durante o ciclo da cultura. Também se empregou armadilha luminosa no interior da estufa para captura de adultos de mariposas que atacam a cultura do tomateiro.

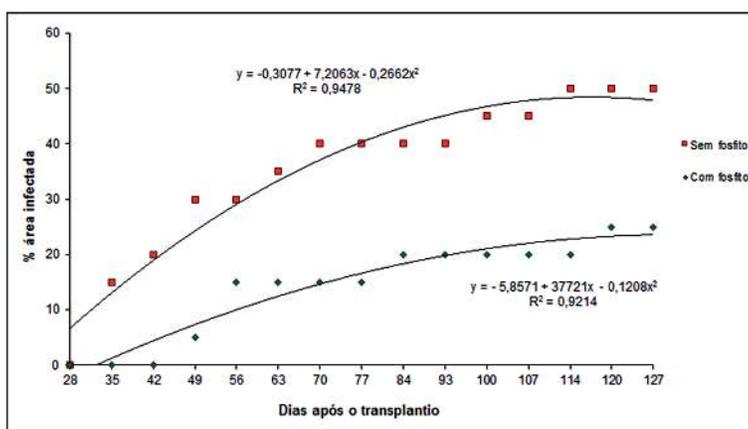
Os tratamentos foram constituídos pela ausência e presença de fosfito de potássio, pulverizado semanalmente, a partir dos 30 dias do transplantio até meados da frutificação utilizando-se uma formulação contendo 27,0% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 27,0% de K<sub>2</sub>O, na relação peso/volume.

A severidade da doença foi avaliada de sete em sete dias, dos 42 dias (22/12/2009) até 127 dias após o transplantio (17/03/2010), segundo a escala de notas de zero a dez, de acordo com a porcentagem de folíolos infectados, descrita a seguir:

Escala de Notas	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Severidade doença (%)	0	1-10	11-20	21-30	31-40	41-50	51-60	61-70	71-80	81-90	91-100

Nas avaliações realizadas no período da colheita, adotou-se o padrão de classificação comercial de frutos isentos de doenças, brocas e defeitos, e que apresentaram diâmetro igual ou superior a 3,0 cm, abaixo do qual classificaram-se como refugos e somaram-se aos frutos totais. A evolução da doença em cada tratamento foi analisada por meio de regressão utilizando-se o programa Excel 2013, interpretando-se o ajuste do modelo em consequência do coeficiente de correlação e da expectativa de efeito biológico.

Verifica-se na Figura 2 que houve diferença na severidade da requeima em consequência do uso de fosfito. Desde o início dos tratamentos, observaram-se diferenças significativas da severidade da requeima, sendo que aos 127 dias após o transplante, na Testemunha, a doença teve uma severidade de 50%, enquanto, nas plantas tratadas, atingiu média de 25%. Constatou-se ainda que o modelo quadrático explica adequadamente o progresso da doença no campo, com coeficientes de determinação  $R^2$  de 0,95 e 0,92 para os tratamentos sem e com aplicação de fosfito, respectivamente.



**Figura 2.** Evolução da severidade da requeima do tomateiro em virtude das pulverizações foliares com fosfito de potássio. Incaper, Domingos Martins/ES, 2012.

Numa abordagem técnica da interferência da doença sobre o desenvolvimento agrônomo do tomateiro, verificaram-se efeitos do uso de fosfito no rendimento total de frutos de tomate, com a produção elevando-se de 35.653 para 49.667 kg ha<sup>-1</sup>, conferindo acréscimo de 39%. Reflexo semelhante constatou-se na produtividade comercial, com o rendimento elevando-se de 29.138 para 39.948 kg ha<sup>-1</sup>, atingindo aumento relativo de 37% (Tabela 3).

O controle da requeima (*P. infestans*) com fosfito de potássio proporcionou, ainda, tendência de melhorias nos padrões comerciais dos frutos colhidos, indicando aumento médio do peso, comprimento e diâmetro dos frutos. Entretanto, com esse tratamento, houve tendência de aumento da porcentagem de frutos com

rachadura na faixa de 2,5%. Portanto, há necessidade de ser melhor investigada a relação custo/benefício considerando o trinômio: receita adicional pelo aumento de produtividade e qualidade de frutos, custo financeiro do tratamento e perdas pelo aumento de rachadura.

**Tabela 3.** Desempenho produtivo e padrão comercial de frutos de tomate com e sem aplicação de fosfito de potássio. Incaper, Domingos Martins/ES, 2012

Tratamentos	Frutos totais		Frutos comerciais		Peso	Comp.	Diam.	Rachadura (%)
	Nº ha <sup>-1</sup>	Produção (kg ha <sup>-1</sup> )	Nº ha <sup>-1</sup>	Produtividade (kg ha <sup>-1</sup> )	médio (cm)	médio (cm)	médio (cm)	
Sem fosfito	644.886	35.653	334.280	29.138	87,4	5,4	4,8	4,5
Com fosfito	785.417	49.667	465.625	39.948	95,5	5,8	5,4	7,0

Em geral, pode-se afirmar que o fosfito de potássio reduziu a severidade da doença em aproximadamente 25%, o que acarretou um acréscimo da produtividade comercial de 40%, confirmando o potencial desses produtos para a diminuição da severidade da requeima do tomateiro em regiões de altitude, onde sua ocorrência é sempre favorecida pelas condições ambientais (COSTA; VENTURA, 2010).

### 3 IMPORTÂNCIA DA OCORRÊNCIA DA MANCHA-PÚRPURA PARA A PRODUÇÃO DE ALHO ORGÂNICO

O crescimento dos setores da agroecologia e da agricultura orgânica tem demandado conhecimentos e tecnologias que possibilitem maior competitividade dos produtos orgânicos no mercado. Nesse âmbito, o manejo fitossanitário de doenças por meio de diagnose correta e de ações preventivas é o caminho mais seguro e racional a ser trilhado para uma agricultura sustentável, onde visa-se a obter produtividades adequadas, com menor impacto ambiental, em especial na cultura do alho em sistema orgânico, onde essa questão destaca-se como um dos fatores mais relevantes.

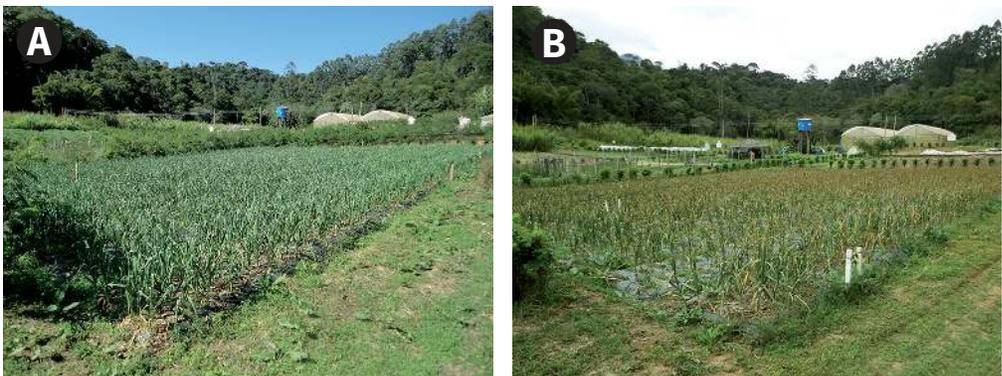
Em geral, a mancha-púrpura-do-alho, causada pelo fungo *Alternaria porri* (Ellis) é uma das doenças que mais comprometem o rendimento da cultura no Brasil. Considerada de ocorrência generalizada em todas as regiões produtoras de alho, provoca perdas na produção que podem chegar de 50% a 60% (ZAMBOLIM; JACCOUD FILHO, 2000).

Os sintomas iniciais da doença manifestam-se na forma de pequenas manchas brancas que rapidamente se desenvolvem, e aparece um centro claro. Ao aumentarem de tamanho, as manchas tornam-se zonadas e com coloração púrpura, circundadas por um halo clorótico que se estende para cima e para baixo nas folhas. Com condições favoráveis, as lesões se recobrem com as estruturas escuras de frutificação do patógeno. As folhas amarelecem e secam a partir do ápice, reduzindo sua área fotossintética, o que resulta na produção de bulbos pequenos.

O progresso da doença está associado ao aumento da idade das plantas e ao início do período de bulbificação. Durante essa fase, ocorre uma demanda maior de açúcares e nutrientes para a formação dos bulbos em detrimento da folhagem, o que favorece o progresso da doença.

A alta umidade é o fator ambiental mais importante para o desenvolvimento da doença, pois o fungo é dependente de água para germinação do esporo e para esporulação na superfície da planta. O fungo pode crescer em temperatura que varia de 6°C a 34°C, mas a faixa ótima de desenvolvimento situa-se entre 21°C e 30°C (ZAMBOLIM; JACCOUD FILHO, 2000).

Conhecer o momento certo da incidência de uma doença e empregar um controle efetivo na hora correta poderá promover um aumento na produtividade da cultura (PINTO; MAFFIA, 1995). Na Figura 3, verificamos o nível de dano que a mancha-púrpura pode provocar na cultura do alho orgânico em poucos dias comparando-se o campo sadio aos 100 dias e totalmente infectado aos 125 dias. Uma das estratégias do manejo da mancha-púrpura é conhecer a influência da época de início da doença sobre o desempenho vegetativo e produtivo do alho cultivado em sistema orgânico para determinar o momento adequado de controle.



**Figura 3.** Área de alho orgânico livre da alternária aos 100 dias (A) e com alta severidade aos 125 dias (B). Incaper, Domingos Martins/ES, 2011.

No sistema orgânico da Unidade de Referência em Agroecologia (URA) do Incaper, o alho é uma das culturas que participa do sistema de manejo adotado desde 1991 e, apesar desse sistema proporcionar um equilíbrio biológico do solo e aumentar a resistência das plantas a patógenos, ainda são observados altos níveis de intensidade de ocorrência de *A. porri* em campos de produção (SOUZA et al., 2011). Por esse motivo, têm-se utilizado produtos protetores, como as caldas bordalesa e sulfocálcica ao longo do ciclo da cultura.

Um experimento foi realizado nessa URA, em Domingos Martins/ES, com plantio em 25/04/2011 e colheita em 13/09/2011, com um ciclo de 141 dias. Foi utilizada a cultivar Gigante Curitibanos, multiplicada no próprio sistema orgânico, durante 21 anos. Os bulbilhos foram plantados em canteiros com 0,20 m de altura, 1,20 m de largura, no espaçamento de 30 cm entre linhas e 15 cm entre plantas representando uma área útil de 7.000 m<sup>2</sup> ha.

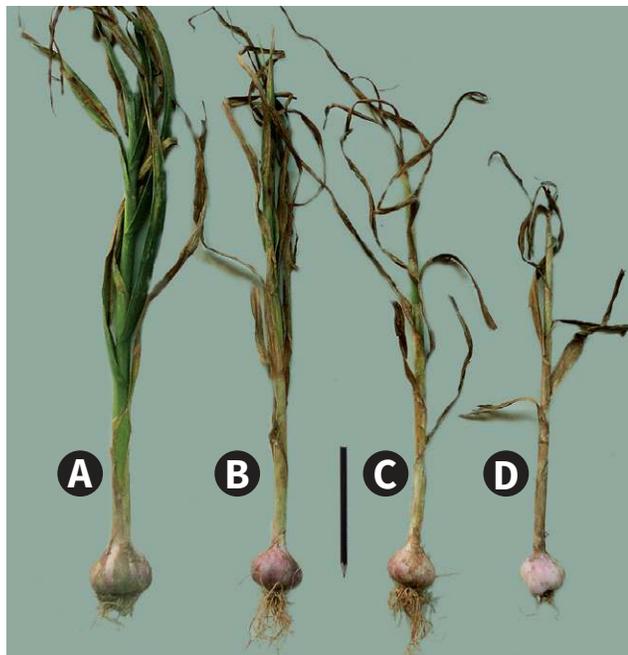
A análise do solo da Área Experimental está apresentada na Tabela 4. Foi realizada uma adubação de plantio a lanço, na dose de 15 t ha<sup>-1</sup> de composto orgânico (peso seco), incorporado ao solo antes do encanteiramento e, posteriormente, a adubação de cobertura com 400 mL m<sup>-2</sup> de biofertilizante líquido aplicado via solo, quinzenalmente, a partir de 60 dias até o início da bulbificação. Além disso, foram realizadas capinas manualmente, sempre que necessário.

**Tabela 4.** Características do solo da Área Experimental antes da implantação da cultura do alho. Incaper, Domingos Martins/ES, 2011

Área	pH (H <sub>2</sub> O)	P	K	Ca	Mg	Al	H + Al	SB	T	V	MO
		mg dm <sup>-3</sup>		cmolc dm <sup>-3</sup>					%		
Talhão 3	6,8	560	171	6,0	1,1	0,0	2,0	8,2	10,3	80	5,2

P-Fósforo; K-Potássio; Ca-Cálcio; Mg-Magnésio; Al-Alumínio; H+Al-Acidez Potencial; SB-Soma de Bases; T-Capacidade de Troca de Cátions (CTC total); V-Saturação em Bases; MO-Matéria Orgânica.

As avaliações experimentais iniciaram-se em 13/08/2011 (110 dias) marcando-se os blocos casualizados, com cinco repetições contendo parcelas experimentais formadas por 20 plantas úteis. Os tratamentos foram constituídos por quatro padrões fenológicos (Figura 4) de acordo com o início da incidência da doença no campo: 1 - Início da doença aos 125 dias após plantio; 2 - Início da doença aos 120 dias após plantio; 3 - Início da doença aos 115 dias após plantio; e 4 - Início da doença aos 110 dias após plantio. As avaliações foram realizadas na colheita adotando-se a classificação comercial de bulbos com diâmetro igual ou superior a 30 mm.



**Figura 4.** Padrões fenológicos das plantas em virtude do início da ocorrência da mancha-púrpura aos 125 (A), 120 (B), 115 (C) e 110 (D) dias. Incaper, Domingos Martins/ES, 2011.

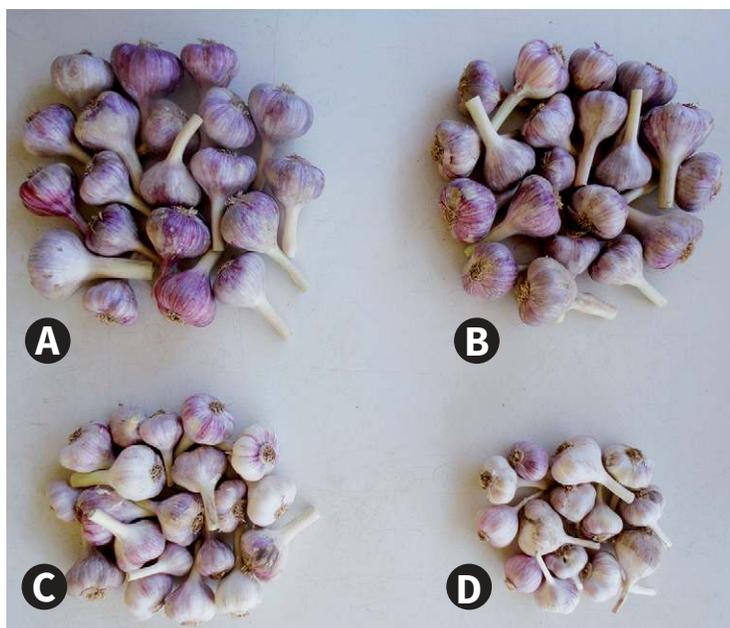
Analisando-se a produção de biomassa verde, produtividade comercial, peso médio e diâmetro médio de bulbos, verificou-se que houve efeitos significativos para todas as épocas de início da doença (Tabela 5). Por outro lado, a ocorrência da doença aos 125, 120 e 115 dias não provocaram efeitos diferenciados entre si, sobre a porcentagem de bulbos comerciais, diâmetro de pseudocaule e razão bulbar. Apenas a época 110 dias diferiu das demais reduzindo o número de bulbos comerciais em 30%, o diâmetro em 51% e a razão bulbar em 35%, respectivamente, em relação à época 125 dias.

**Tabela 5.** Características produtivas do alho relacionadas aos dias de início da ocorrência da mancha-púrpura. Incaper, Domingos Martins/ES, 2011<sup>1</sup>

Início da doença (dias)	Biomassa verde por parcela (g)	Bulbos comerciais por parcela (%)	Produtividade (kg ha <sup>-1</sup> )	Peso médio (g)	Diâmetro (cm)		Razão bulbar
					Bulbo	Pseudo-caule	
125	2.073 a	100 a	8.657 a	55,65 a	5,46 a	1,09 a	0,20 a
120	1.684 b	100 a	7.335 b	47,15 b	5,17 ab	1,00 a	0,19 a
115	1.439 b	100 a	6.082 c	39,10 c	4,86 b	0,94 a	0,19 a
110	673 c	70 b	2.837 d	26,03 d	4,03 c	0,53 b	0,13 b

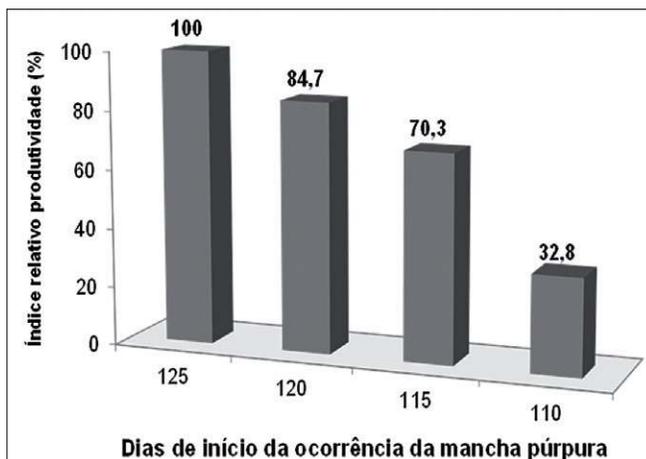
<sup>1</sup> Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade

Os efeitos das épocas de ocorrência da doença sobre a biomassa verde e, por consequência, sobre a área foliar ativa provocaram reduções significativas na produtividade e no peso médio de bulbos para todas as épocas de incidência da doença. Na Figura 5, observa-se que as reduções aumentam com a ocorrência mais precoce da doença no campo.



**Figura 5.** Visualização do tamanho dos bulbos de uma parcela de alho orgânico a partir do início da ocorrência da mancha-púrpura aos 125 (A), 120 (B), 115 (C) e 110 (D) dias. Incaper, Domingos Martins/ES, 2011.

Para a época de ocorrência mais tardia (125 dias), em que a produtividade foi de 8.657 kg ha<sup>-1</sup> (valor semelhante à produtividade média da cultura na região), atribuiu-se a equivalência de 100% de produtividade. A partir dela, as progressões das perdas relativas de rendimento foram de 15,3%, 29,7% e 67,2% para as ocorrências aos 120, 115 e 110 dias, respectivamente, conforme ilustrado na Figura 6.



**Figura 6.** Índice relativo de produtividade (%) do alho a partir do início da ocorrência da mancha-púrpura. Incaper, Domingos Martins/ES, 2011.

O estudo em questão comprovou estreita relação da mancha-púrpura com o desempenho produtivo da cultura do alho orgânico e que quanto mais cedo a doença se inicia, maior o comprometimento da produtividade, podendo chegar a 67,2% se começar aos 110 dias. Isso indica a necessidade de adoção de medidas fitossanitárias, especialmente na fase crítica dos 100 aos 125 dias para alcance de melhores rendimentos comerciais.

#### 4 REFERÊNCIAS

CAMILO, F. R. **Indutores de resistência contra a vassoura-de-bruxa no cacaueteiro**: mecanismos de ação e avaliação em campo. 2009. 53 f. Dissertação (Mestrado) -Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2009.

COSTA, H.; VENTURA, J. A. Doenças do tomateiro no Estado do Espírito Santo: reconhecimento e manejo. Incaper. **Tomate**. Vitória, ES. 2010. p. 227-318.

COSTA, H.; VENTURA J. A.; TEIXEIRA, C. P.; NUNES, F. A. R. Efeito de fungicidas no controle da mancha das folhas (*Mycosphaerella fragariae*) do morangueiro. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 13, n. 2, p. 103, 1998.

DERCKX, W.; CREASY, L. L. Influence of fosetyl-Al on phytoalexin accumulation in the plasmopara viticola-grapevine interaction. **Physiological and Molecular Plant Pathology**, v. 34, p. 203-213, 1989.

LOPES, L. F. **Efeitos de aplicações pós-colheita de fosfitos, ácido acetilsalicílico e 1-metilciclopropeno sobre a antracnose do mamoeiro.** 2008. 67 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade de Brasília, Brasília, 2008.

NOJOSA, G. B. de A.; RESENDE, M. L. V.; RESENDE, A. V. Uso de fosfitos e silicatos na indução de resistência. In: CAVALCANTI, L. S. et al. **Indução de resistência em plantas a patógenos e insetos.** Piracicaba: FEALQ, 2005. p. 139-153.

PEREIRA, V. F. **Fosfitos no manejo do míldio da videira:** eficiência e modo de ação. 2009. 69 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2009.

PEREIRA, V. F.; RESENDE, M. L. V.; MONTEIRO, A. C. A.; RIBEIRO JÚNIOR, P. M.; REGINA, M. A.; MEDEIROS, F. C. L. Produtos alternativos na proteção da videira contra o míldio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 45, n. 1, p. 25-31, 2010.

PINTO, C. M. F.; MAFFIA, L. A. Doenças causadas por fungos em alho. **Informe agropecuário**, Belo Horizonte, v. 17, p. 5-11, 1995.

RESENDE, M. L. V. **Fulland® (fosfito de cobre):** controle da ferrugem e cercosporiose do cafeeiro e absorção de cobre pelas folhas. Lavras: UFLA, 2007. 12 p. (Relatório Técnico-Científico).

RIBEIRO JÚNIOR, P. M.; RESENDE M. L. V.; PEREIRA, R. B.; CAVALCANTI, F. R. AMARAL, D. R.; PÁDUA, M. A. Fosfito de potássio na indução de resistência a *Verticillium dahliae* kleb., em mudas de cacaueteiro (*Theobroma cacao* L.). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 4, p. 629-636, 2006.

SONEGO, O. R.; GARRIDO, L. da R. **Avaliação da eficácia de algumas marcas comerciais de fosfito de potássio e fosfonato de potássio no controle do míldio da videira.** Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2005. 13 p. (Circular Técnica-60).

SOUZA, J. L. de. Eficiência de doses e intervalos de aplicação de calda bordalesa em cultivo orgânico de morango. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 37., 1997, Manaus. **Anais...** In: Horticultura Brasileira, Brasília, v. 15. n. 1, Resumo 305 (Suplemento).

SOUZA, J. L. de; ARAÚJO, J. B. S.; BALBINO, J. M. de S.; COSTA, H.; PREZOTTI, L. C.; VENTURA, J. A.; BOREL, R. M. A.; GARCIA, R. D. C. **Agricultura orgânica:** tecnologias para a produção de alimentos saudáveis. Vitória: Incaper, 2005. 257 p. 2 v.

SOUZA, J. L. de; PREZOTTI, L. C.; COSTA, H.; VENTURA, J. A.; FORNAZIER, M. J.; PEREIRA, V. A.; CARMO, C. A. S. do; BOREL, R. M. A.; GARCIA, R. D. C.; BALBINO, J. M. de S.; MARTINS, A. G.; ABAURRE, M. E. O.; ROCHA, M. A. M. da; MARSARO JUNIOR, A. L. **Conhecimentos tecnológicos para o cultivo orgânico de hortaliças, milho e feijão no Espírito Santo:** 20 anos de investigação científica 1990 a 2010. Vitória: Incaper, 2011. 128 p.

SOUZA, J. L. de; RESENDE, P. **Manual de horticultura orgânica**. 2. ed. Viçosa, MG: Aprenda Fácil, 2006. 843 p.: il.

STICHER, L.; MAUCH MANI, B.; METRAUX, J. P. Systemic acquired resistance. **Annual Review of Phytopathology**, v. 35, p. 235-270, 1997.

TÖFOLI, J. G.; MELLO, S. C.; DOMINGUES, R. J. Efeito do fosfito de potássio isolado e em mistura com fungicidas no controle da requeima do tomateiro. **Arq. Inst. Biol.**, São Paulo, v. 79, n. 2, p. 201-208, 2012.

ZAMBOLIM, L.; JACCOUD FILHO, D. S. Doenças causadas por fungos em alho e cebola. In: ZAMBOLIM, L.; VALE, F. X. R.; COSTA, H. (Ed.). **Controle de doenças de plantas – hortaliças**. Viçosa, MG: UFV, 2000.





# SISTEMAS DE ADUBAÇÃO ORGÂNICA E MINERAL NA PRODUÇÃO E QUALIDADE DE GRÃOS DE MILHO

Alberto Luiz Marsaro Júnior  
Sonia Maria Noemberg Lazzari  
Jacimar Luís de Souza  
Flavio Antonio Lazzari  
Lyz Mary Bileski Cândido

Este capítulo aprimora os conceitos da teoria da trofobiose e apresenta a relação entre os sistemas de adubação orgânica e mineral com a qualidade dos grãos de milho e a biologia de *Sitophilus zeamais* em diferentes cultivares de milho armazenado. Verifica-se que os sistemas de adubação influenciam na produção das cultivares de milho e também na composição nutricional dos grãos. Porém, os índices de suscetibilidade analisados evidenciaram que os sistemas de adubação não influenciam na resistência dos grãos desse cereal ao ataque de *S. zeamais* e nem altera a biologia desse inseto. Portanto, a composição nutricional dos grãos não influencia na sua resistência a essa praga.

## 1 INTRODUÇÃO

A “revolução verde” na década de 1960, sem dúvida nenhuma, proporcionou um elevado aumento na produtividade vegetal, até então inimaginável, principalmente por meio da utilização dos fertilizantes químicos. Porém, o uso exagerado desses insumos, muitas vezes sem critérios técnicos, provoca desequilíbrios nutricionais nas plantas, tornando-as mais vulneráveis ao ataque das pragas.

Segundo a teoria da trofobiose (CHABOUSSOU, 1972), uma planta fica mais vulnerável ao ataque de pragas quando os teores de substâncias solúveis correspondem às exigências da praga na forma de aminoácidos livres, açúcares e minerais solúveis, condições que são favorecidas pela inibição na síntese de proteínas ou pelo excesso na produção de aminoácidos. Esse excesso pode ser devido ao uso intensivo de adubos nitrogenados, enquanto a inibição pode ser atribuída ao uso de agrotóxicos.

Após a publicação dessa teoria, diversos estudos, destacando-se os de Carvalho et al. (1984), Boiça Júnior et al. (1996) e Azeredo, Cassino e Lima (2002), têm procurado associar o estado nutricional das plantas com o ataque de insetos-praga em nível de campo. Além disso, pesquisas mostram também que a disponibilidade de minerais no solo pode influenciar a composição nutricional e mineral das folhas e dos grãos de milho, conforme verificaram Ferreira et al. (2001), bem como os teores das proteínas e dos açúcares de seus grãos, de acordo com constatação de Singaram e Kamalakumari (1999). Outros estudos mostram, ainda, que os alimentos orgânicos apresentam duas vezes mais minerais que os convencionais, conforme observou Smith (1993).

Visto que os insetos-praga de campo respondem às diferenças na qualidade nutricional das plantas e que são escassos os trabalhos que visam a estudar essas diferenças nutricionais em grãos relacionadas com o ataque de pragas, foram realizados estudos por Marsaro Júnior et al. (2004a, 2004b, 2007), com o objetivo de avaliar se cultivares de milho, plantadas sob diferentes sistemas de adubação, afetam o desempenho biológico do gorgulho-do-milho, *Sitophilus zeamais*, no grão armazenado e relacionar a maior ou menor resistência dos materiais ao ataque do inseto com a composição nutricional dos grãos.

## 2 MÉTODOS ADOTADOS

Esses estudos foram conduzidos na Área Experimental do Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper), no Município de Domingos Martins/ES, em 2001. Nessa área, estudam-se desde 1990, os efeitos acumulados das adubações orgânica e mineral sobre a produção de diversas culturas em rotação (SOUZA, 1998).

Nessas pesquisas, o experimento foi instalado em blocos ao acaso, em número de três, com parcelas subdivididas. Em cada parcela de 100 m<sup>2</sup>, estudou-se cada um dos quatro sistemas de adubação:

T1 = Testemunha (ausência de adubação);

T2 = Adubo mineral (no plantio = 75 kg ha<sup>-1</sup> de sulfato de amônio + 111 kg ha<sup>-1</sup> de superfosfato simples + 34 kg ha<sup>-1</sup> de cloreto de potássio e em cobertura = 300 kg ha<sup>-1</sup> de sulfato de amônio após 30 dias da emergência das plantas de milho);

T3 = Composto orgânico (10 t ha<sup>-1</sup> no plantio e 5 t ha<sup>-1</sup> em cobertura, após 30 dias da emergência das plantas de milho); e

T4 = T2 + T3 (adubação combinada).

Antes da instalação do experimento, realizou-se análise de solo de todas as parcelas. Em seguida, definiu-se os fertilizantes químicos a serem aplicados nos tratamentos T2 e T4, segundo recomendação de Prezotti (1992).

Em cada subparcela de 20 m<sup>2</sup>, plantou-se cinco cultivares de milho, a saber, 'EMCAPA 201', 'EMCAPA 202', Composto 1, Composto 2 e AG 405 que, após o desbaste, resultaram em populações de 50.000 plantas/ha.

Após a maturação fisiológica dos grãos, as espigas foram colhidas e debulhadas manualmente. Posteriormente, os grãos foram secos até as amostras atingirem 13,5% de umidade. Cada amostra de 100 g de grãos, parcela experimental, foi infestada com 15 fêmeas e 5 machos de *S. zeamais*, com idade entre 7 e 14 dias, por 10 dias, para a cópula e oviposição. Após esse período, os insetos adultos foram descartados. Trinta dias após a infestação, avaliou-se, a cada dois dias, o número de adultos emergidos, os quais eram descartados após a contagem. Cada parcela experimental foi armazenada em recipiente plástico de 500 mL com tampa telada, em BOD, a 27±1°C, 75±5% UR e 12 horas de fotofase.

A resistência das cultivares de milho foi avaliada pelo índice de suscetibilidade (IS) (DOBIE, 1977), que é baseado na análise do número de insetos emergidos por dia e no tempo médio de desenvolvimento para os insetos completarem o ciclo biológico após infestação artificial de grãos por *S. zeamais*. Além do índice de suscetibilidade, também se avaliou a perda de peso da matéria seca dos grãos provocada pelos adultos e sua progênie.

A análise bromatológica foi realizada no Laboratório de Análise de Alimentos do Departamento de Nutrição da Universidade Federal do Paraná. Amostras de 100 g de grãos de cada cultivar foram trituradas separadamente até a granulometria máxima de 48 *mesh*. A partir da farinha obtida, quantificaram-se as porcentagens de cinzas, lipídios e proteínas, segundo a metodologia proposta por Lane (2000).

### 3 RESULTADOS ALCANÇADOS

Os autores constataram que as cultivares apresentaram os menores valores de produção na ausência de adubação e os maiores valores na adubação combinada (Tabela 1). Nessa mesma tabela, verifica-se que três das cinco cultivares, EMCAPA 202, Composto 1 e 2, apresentaram maiores médias de produção na adubação orgânica quando comparadas com a mineral, enquanto a cultivar AG 405 apresentou comportamento inverso. As cultivares que apresentaram as maiores médias na adubação mineral foram a AG 405, EMCAPA 201 e Composto 1. Já na

adubação orgânica, foi a cultivar EMCAPA 202 e na combinada, as cultivares AG 405 e Composto 1. Na ausência de adubação, não houve diferença entre as cultivares.

**Tabela 1.** Produção de cultivares de milho (kg/ha) sob diferentes sistemas de adubação, em Domingos Martins /ES, 2001

Cultivares	Sistemas de adubação			
	Ausência	Mineral	Orgânica	Combinada
AG 405	3258 Da	7072 Ba	6516 Cc	8150 Aa
EMCAPA 201	3085 Ca	7002 Ba	7292 Bb	7980 Aab
Composto 1	3228 Da	6980 Ca	7537 Bab	8197 Aa
Composto 2	2927 Ca	6050 Bb	7225 Ab	7303 Ac
EMCAPA 202	3158 Ca	6383 Bb	7892 Aa	7594 Abc
<b>CV (%)</b>	<b>2,7</b>			

As médias seguidas pela mesma letra, maiúscula nas linhas e minúscula nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5%.

Com relação à composição nutricional dos grãos, os autores confirmaram que os maiores valores médios para a porcentagem de cinzas ocorreram nas adubações orgânica e combinada, indicando que nesses sistemas os grãos apresentaram um maior teor de minerais quando comparados aos da adubação mineral e na ausência de adubação (Tabela 2). Além disso, constataram que três das cinco cultivares, AG 405, Composto 1 e EMCAPA 202, apresentaram as menores porcentagens de lipídios na ausência de adubação, indicando que a disponibilidade de minerais no solo pode influenciar na produção de lipídios.

**Tabela 2.** Componentes nutricionais (em porcentagem) dos grãos de cultivares de milho, produzidos sob diferentes sistemas de adubação para a avaliação da resistência a *Sitophilus zeamais*, em Domingos Martins/ ES, 2001

Cultivares	Sistemas de adubação			
	Ausência	Mineral	Orgânica	Combinada
<b>Cinzas (bs)<sup>1</sup></b>				
AG 405	1,0 Ba	1,1 Bb	1,2 Aa	1,2 Aa
EMCAPA 201	1,0 Ba	1,2 Aa	1,2 Aa	1,2 Aa
Composto 1	1,0 Ca	1,1 Bb	1,2 Aa	1,2 Aa
Composto 2	1,0 Ca	1,1 Bab	1,2 Aa	1,2 Aa
EMCAPA 202	1,0 Ca	1,1 Bb	1,2 Aa	1,2 Aa
<b>CV (%)</b>	<b>2,0</b>			
<b>Lipídios (bs)</b>				
AG 405	4,6 Cc	5,0 Bc	4,6 Cd	5,6 Ab
EMCAPA 201	5,1 Ab	5,2 Ab	4,8 Bc	5,3 Ac
Composto 1	4,3 Cd	5,1 Bbc	5,8 Aa	5,2 Bcd
Composto 2	5,7 Ba	5,4 Ca	4,9 Dc	6,1 Aa
EMCAPA 202	3,8 Be	5,0 Abc	5,1 Ab	5,1 Ad
<b>CV (%)</b>	<b>1,3</b>			

... conclusão

Cultivares	Sistemas de adubação			
	Ausência	Mineral	Orgânica	Combinada
	Proteínas (bs) <sup>1</sup>			
AG 405	8,7 Ca	9,9 Bc	9,6 Be	10,6 Ac
EMCAPA 201	7,8 Cc	11,6 Aa	11,2 Bb	11,5 ABa
Composto 1	8,2 Cb	10,5 Bb	10,5 Bc	11,3 Aab
Composto 2	8,3 Db	9,5 Cd	10,1 Bd	10,6 Ac
EMCAPA 202	7,1 Dd	10,2 Cc	11,6 Aa	11,1 Bb
<b>CV (%)</b>	<b>1,4</b>			

As médias de cada variável seguidas pela mesma letra, maiúscula nas linhas e minúscula nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5%.

<sup>1</sup>Base seca.

Os realizadores do estudo também constataram que as cinco cultivares apresentaram as menores porcentagens de proteínas na ausência de adubação e que, com exceção da EMCAPA 202, todas as outras cultivares apresentaram as maiores médias para proteínas na adubação combinada (Tabela 2).

Com relação aos parâmetros de resistência avaliados, os autores concluíram que não houve diferença entre os sistemas de adubação ou entre as cultivares, quando se avaliou o ciclo biológico de *S. zeamais* (Tabela 3). Isso indica, independentemente das cultivares avaliadas, que as larvas do gorgulho-do-milho não foram influenciadas pelas características intrínsecas do grão.

Quanto ao número de adultos de *S. zeamais* emergidos, as maiores diferenças ocorreram para as cultivares EMCAPA 201 e Compost 1. A primeira apresentou um número médio de 164 insetos na ausência de adubação e 104,6 insetos na adubação mineral; a segunda, 169,6 insetos na mineral e 112,6 insetos na ausência de adubação (Tabela 3). Visto que somente essas duas cultivares, nesses dois sistemas, apresentaram diferenças significativas, concluiu-se que, de maneira geral, o número de insetos emergidos das cultivares não foi influenciado pelos sistemas de adubação.

**Tabela 3.** Aspectos biológicos de *Sitophilus zeamais*, índice de suscetibilidade e perda de peso da matéria seca dos grãos, obtidos nas cultivares de milho infestadas pelo inseto

Cultivares	Sistemas de adubação			
	Ausência	Mineral	Orgânica	Combinada
	Ciclo biológico (dias)			
AG 405	50,7 Aa	52,9 Aa	54,9 Aa	52,2 Aa
EMCAPA 201	49,7 Aa	51,0 Aa	52,8 Aa	52,5 Aa
Composto 1	49,7 Aa	51,4 Aa	53,9 Aa	52,1 Aa
Composto 2	51,5 Aa	50,0 Aa	53,2 Aa	51,4 Aa
EMCAPA 202	50,5 Aa	51,8 Aa	51,4 Aa	50,7 Aa
<b>CV (%)</b>	<b>3,0</b>			

continua...

Cultivares	Sistemas de adubação			
	Ausência	Mineral	Orgânica	Combinada
<b>Adultos Emergidos</b>				
AG 405	130,0 Aab	119,6 Ab	103,6 Aa	119,3 Aa
EMCAPA 201	164,0 Aa	104,6 Bb	118,0 ABa	123,0 ABa
Composto 1	112,6 Bb	169,6 Aa	129,0 ABa	137,0 ABa
Composto 2	148,6 Aab	145,3 Aab	113,6 Aa	126,0 Aa
EMCAPA 202	146,6 Aab	100,3 Ab	108,6 Aa	120,3 Aa
<b>CV (%)</b>	<b>15,6</b>			
<b>Índice de suscetibilidade</b>				
AG 405	9,5 Aa	9,0 Aab	8,4 Aa	9,1 Aa
EMCAPA 201	10,2 Aa	9,1 ABab	9,0 Ba	9,1 ABa
Composto 1	9,4 Aa	9,9 Aa	9,0 Aa	9,4 Aa
Composto 2	9,7 Aa	9,9 Aa	8,8 Aa	9,4 Aa
EMCAPA 202	9,8 Aa	8,9 Ab	9,0 Aa	9,4 Aa
<b>CV (%)</b>	<b>4,8</b>			
<b>Perda de peso da matéria seca dos grãos (g)</b>				
AG 405	5,1 Aa	4,4 Ab	4,6 Aa	4,8 Aa
EMCAPA 201	5,5 Aa	4,4 Ab	4,6 Aa	4,8 Aa
Composto 1	4,5 Aa	5,5 Aa	5,2 Aa	5,1 Aa
Composto 2	4,6 Aa	5,3 Aab	5,0 Aa	4,7 Aa
EMCAPA 202	5,1 Aa	4,5 Aab	4,7 Aa	4,7 Aa
<b>CV (%)</b>	<b>9,1</b>			

As médias de cada variável seguidas pela mesma letra, maiúscula nas linhas e minúscula nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5%.

Com relação aos resultados obtidos para os índices de suscetibilidade (Tabela 3), os autores depreenderam que, em geral, a resistência das cultivares de milho a *S. zeamais* não foi influenciada pelos sistemas de adubação. A principal diferença observada foi para a cultivar EMCAPA 201, a qual mostrou maior suscetibilidade com ausência de adubação e maior resistência com adubação orgânica.

Quanto à perda de peso de matéria seca dos grãos, as diferenças encontradas ocorreram na adubação mineral e, particularmente, entre a cultivar Composto 1 (5,5 g) e as cultivares AG 405 (4,4 g) e EMCAPA 201 (4,4 g) (Tabela 3). Por isso, os pesquisadores mencionaram que essas diferenças ocorreram, provavelmente, devido ao número de insetos emergidos que foi maior na cultivar Composto 1 e menor nas outras duas cultivares.

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pode-se afirmar que os sistemas de adubação influenciam na produção das cultivares de milho, sendo que a ausência de adubação resulta em baixa produção, enquanto que a adubação combinada apresenta maior produção de grãos. Os sistemas de adubação também influenciam na composição nutricional

dos grãos, com os teores de cinzas, lipídios e proteínas maiores na adubação combinada e, em alguns casos, também na adubação orgânica.

Os índices de suscetibilidade evidenciaram que os sistemas de adubação não influenciam na resistência dos grãos de milho ao ataque de *S. zeamais* e nem alteram a biologia do inseto, atestando que a incidência dessa praga é independente da composição nutricional dos grãos.

## 5 REFERÊNCIAS

- AZEREDO, E. H.; CASSINO, P. C. R.; LIMA, E. Avaliação da infestação de insetos-praga associados à batata (*Solanum tuberosum* L.) sob efeito de nutrientes nitrogenados e potássicos e teores acumulados de aminoácidos livres nos cultivares Achat e Monalisa. **Revista Brasileira de Entomologia**, São Paulo, v. 46, n. 1, p. 7-14, 2002.
- BOIÇA JÚNIOR, A. L.; LARA, F. M.; LUCCIN, L. M.; COSTA, G. M. Avaliação dos efeitos da adubação em genótipos de milho sobre a incidência de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797), *Helicoverpa zea* (Boddie, 1850) e *Sitophilus zeamais* (Mots, 1855). **Cultura Agrônômica**, v. 5, n. 1, p. 39-50, 1996.
- CARVALHO, R. B.; TRISTÃO, M. M.; GIACON, E.; CALAFIORI, M. H.; TEIXEIRA, N. T.; BUENO, B. F. Estudo de diferentes dosagens de potássio em milho (*Zea mays* L.) influenciando sobre *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797). **Ecosistema**, Espírito Santo do Pinhal, v. 9, p. 95-100, 1984.
- CHABOUSSOU, F. La trophobiose et la protection de la plante. **Revue des Questions Scientifiques**, v. 143, p. 175-208, 1972.
- DOBIE, P. The contribution of the tropical stored products centre to the study of insect resistance in stored maize. **Tropical Stored Products Information**, Great Britain, v. 34, p. 7-22, 1977.
- FERREIRA, A. C. B.; ARAÚJO, G. A. A.; PEREIRA, P. R. G.; CARDOSO, A. A. Características agrônômicas e nutricionais do milho adubado com nitrogênio, molibdênio e zinco. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 58, n. 1, p. 131-138, jan./mar. 2001.
- LANE, R. H. Cereal foods. In: HORWITZ, W. (Ed.). **Official methods of analysis of AOAC international**. Gaithersburg: AOAC INTERNATIONAL, 2000. p. 1-58.
- MARSARO JÚNIOR, A. L.; LAZZARI, S. M. N.; SOUZA, J. L.; LAZZARI, F. A. Resistência de cultivares de milho, produzidas sob diferentes sistemas de adubação ao ataque de *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae) no armazenamento. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 25., 2004, Cuiabá. **Resumos...** Sete Lagoas: ABMS/EMBRAPA/EMPAER, 2004a. CD.
- MARSARO JÚNIOR, A. L.; LAZZARI, S. M. N.; SOUZA, J. L.; LAZZARI, F. A. Resistência de cultivares de milho, produzidas sob diferentes sistemas de adubação ao ataque de *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae) no armazenamento. In:

CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 25, 2004, Cuiabá. **Resumos...** Sete Lagoas: ABMS/EMBRAPA/EMPAER, 2004b. p. 183.

MARSARO JÚNIOR, A. L.; LAZZARI, S. M. N.; SOUZA, J. L.; LAZZARI, F. A.; CÂNDIDO, L. M. B. Influência de diferentes sistemas de adubação na composição nutricional do milho *Zea mays* L. (Poaceae) e seus efeitos no ataque de *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae) no produto armazenado. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 28, n. 1, p. 51-64, jan./mar. 2007.

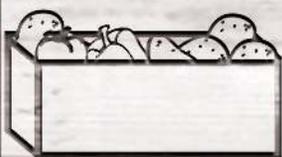
PREZOTTI, L. C. **Recomendação de calagem e adubação para o Estado do Espírito Santo** (3ª aproximação). Vitória: Emcapa, 1992.

SINGARAM, P.; KAMALAKUMARI, K. Effect of continuous manuring and fertilization on maize grain quality and nutrient soil enzyme relationship. **Madras Agricultural Journal**, v. 86, n. 1-3, p. 51-54, 1999.

SMITH, B. L. Organic foods vs supermarket foods: element levels. **Journal of Applied Nutrition**, v. 45, n. 1, p. 35-39, 1993.

SOUZA, J. L. **Agricultura orgânica: tecnologias para a produção de alimentos saudáveis**. Domingos Martins: Emcapa, 1998.





# DESEMPENHO ECONÔMICO DE CULTIVOS ORGÂNICOS

Rogério Dela Costa Garcia  
Jacimar Luis de Souza

O estudo de custo de produção apresentado neste capítulo contempla dez espécies de hortaliças utilizando-se a base de dados de 20 anos da Unidade de Referência em Agroecologia do Incaper, de 1990 a 2009. Relata-se que o sistema orgânico confirmou grande viabilidade econômica, com média de custo de produção por hectare 8% menor que a média das hortaliças convencionais. O gasto com mão de obra foi ligeiramente menor no sistema orgânico e confirmou ser o componente de maior participação nos custos de ambos os sistemas. Os sistemas orgânicos de abóbora, morango, repolho e tomate apresentaram custo de produção menor que os convencionais. Por outro lado, os sistemas convencionais de alho, batata e quiabo apresentaram custo de produção menor que os orgânicos. Já as culturas de cenoura, pimentão e taro mostraram valores semelhantes em ambos os sistemas. As receitas líquidas de todas as culturas olerícolas no cultivo orgânico foram superiores às obtidas no cultivo convencional das respectivas espécies.

## 1 INTRODUÇÃO

A análise dos custos de produção permite a avaliação das condições econômicas do processo produtivo, inferindo vários aspectos, tais como rentabilidade dos recursos empregados, condições de recuperação desses recursos e perspectivas de decisões futuras sobre o empreendimento, como expansão, retração e extinção. A composição dos custos, ao ser analisada e comparada com padrões ou casos semelhantes, oferece subsídios à tomada de decisões sobre como melhorar as atividades produtivas para obter resultados mais satisfatórios (REIS; GUIMARÃES, 1986).

SCHUH (1976) ressalta que toda avaliação de custos é subjetiva e cercada de muitas dificuldades. Tais entraves estão ligados à avaliação correta de bens produtivos e de sua vida útil, aos preços dos insumos e serviços, principalmente devido ao regime inflacionário e aos parâmetros a considerar, como termo de comparação para retorno do capital, além no nível tecnológico empregado.

Para efeito de estimativa de custo de produção, considera-se o processo produtivo dentro de certo prazo, suficiente para que se obtenham os resultados em forma do produto final. É preciso estabelecer um ciclo que parta da entrada de recursos e finalize-se com a saída de produtos. A soma de todos esses recursos (insumos) e operações (serviços) utilizados no processo produtivo é contemplada para a análise do custo de produção (FERGUSON, 1976; LEFWICH, 1973; REIS, 1990; MATSUNAGA; BEMELMANS, 1976).

Os custos variáveis que serão utilizados neste capítulo referem-se à valorização dos recursos totalmente incorporados ao processo de produção no curto prazo, variam conforme a quantidade de produção e podem ser alterados pela vontade do administrador. O conjunto desses itens de custo é denominado de custeio da safra ou ciclo de produção. Normalmente, os itens de custos variáveis são difundidos por meio de planilhas, comumente utilizadas por produtores e extensionistas, compostas de itens, como fertilizantes, defensivos, combustíveis, mão de obra, serviços de máquinas e equipamentos, terceirizados ou não, entre outros (GARCIA, 2005).

A receita da produção depende basicamente da produtividade do cultivo e do preço de mercado e é constituída pelo valor das vendas do produto final e dos produtos secundários, do valor dos produtos estocados e, em alguns casos, do autoconsumo da exploração agropecuária. A receita média da produção, dada como a relação entre a receita da produção e a quantidade produzida (valor/quantidade), quando comparada aos custos médios, constitui-se na análise econômica ou de rentabilidade da atividade por unidade do produto.

## 2 ESTUDOS ECONÔMICOS E BASE TÉCNICA DO TRABALHO

Um trabalho realizado por Luz, Shinzato e Silva (2007) exemplifica bem essa questão. Quando compararam aspectos agrônômicos e econômicos da produção orgânica e convencional do tomateiro utilizando-se dados coletados de um

sistema orgânico em Araraquara/SP e de outro convencional em Uberlândia/MG, concluíram que o cultivo orgânico se apresentou agronomicamente viável, com produtividades ligeiramente inferiores, mas com um custo de produção 17,1% mais baixo que o convencional de forma que a lucratividade foi até 113,6% maior.

Gonçalves, Medeiros e Reichert (2007), avaliando a cultura da batata orgânica em dois subsistemas de produção, em Pelotas/RS, demonstraram que a mão de obra representou 24,1% e 18,6% do total de custos, respectivamente. De forma similar, Miguel, Grizotto e Furlaneto (2010) verificam um custo relativo de 30,6% com a mão de obra no cultivo orgânico da alface, em Bebedouro/SP. Esses índices de participação são semelhantes aos relatados nos sistemas convencionais de hortaliças, indicando, portanto, que esse componente pode não ser limitante na produção orgânica de algumas culturas.

Em um estudo de caso comparativo entre o custo de produção de morango orgânico e convencional no Estado de São Paulo, Donadelli, Kano e Fernandes Júnior (2012) verificaram comportamento econômico semelhante entre os dois sistemas. O custo total do morango convencional foi 16% superior ao orgânico, com índices de lucratividade de 60,7% e 49,5%, respectivamente. A mão de obra se confirmou como o componente de maior participação nos custos em ambos os sistemas, representando 49,6% no cultivo orgânico e 29,3% no convencional.

Pelinski e Guerreiro (2004), numa análise mercadológica, evidenciaram maior viabilidade econômica para os produtos orgânicos, porém o preço pago no mercado pode alterar esse comportamento. Verificaram que a soja e o fumo orgânicos continuaram a ter maior viabilidade econômica que no sistema convencional, mesmo se fossem vendidos ao mesmo preço no mercado. Porém, a batata orgânica demonstra maior viabilidade econômica apenas se houver sobrevalorização de seus preços de venda.

Sistemas orgânicos de produção podem apresentar eficiência técnica em produtividade e qualidade comercial dos produtos, contudo se não for realizado manejo adequado esse sistema pode apresentar elevado custo, comprometendo a rentabilidade, principalmente no que tange à variável mão de obra, que pode ser superior ao cultivo tradicional pelo fato do não uso de agrotóxicos. Por outro lado, o aproveitamento e a reciclagem de resíduos locais e a não dependência dos insumos sintéticos externos à propriedade podem auxiliar significativamente na redução de custos.

Os sistemas de cultivo convencional em uso no Espírito Santo e no Brasil caracterizam-se pela elevada importação de insumos sintéticos que provocam aumento expressivo nos custos de produção, além da dependência do agricultor dos diversos fatores do mercado. Como exemplo, estudo realizado no Estado de São Paulo por Faria e Oliveira (2005) revelou que tanto os adubos/insumos quanto os pesticidas tiveram uma participação relativa maior que a mão de obra na safra das águas, representando 24% e 23%, contra 19%, respectivamente.

De maneira geral, existe o preconceito de que sistemas orgânicos são onerosos por se trabalhar com alto volume de material, na reciclagem e adubações e pela suposta maior demanda por mão de obra. Diante disso, objetivou-se, com

esse trabalho, realizar uma avaliação comparativa pormenorizada dos indicadores físicos e financeiros dos dois sistemas de cultivo analisando-se a participação relativa dos diversos componentes nos respectivos custos de produção.

Ao longo dos anos, foram definidos todos os índices de custos variáveis conforme o manejo, adotados no sistema orgânico de produção da Área Experimental de Agricultura Orgânica do Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper). Para o sistema convencional (sistema regional em uso pelos agricultores), adotaram-se os coeficientes técnicos médios dos sistemas de produção de cada cultura, conforme indicações de órgãos ligados à Secretaria de Agricultura do Espírito Santo.

O custo de produção foi calculado por meio das planilhas de coeficientes técnicos e exigência física de fatores de produção obedecendo à seguinte estrutura:

a) operações agrícolas: para cada operação levantou-se o número de horas de trabalho gastas por categoria de mão de obra, trator e/ou equipamentos envolvidos na operação;

b) materiais de consumo: constituídos pelos insumos que são utilizados no processo de produção, próprios ou adquiridos pelo produtor (sementes, agroquímicos, adubos e outros).

Os indicadores físicos e financeiros contemplaram a cadeia produtiva, envolvendo os custos relativos ao campo de produção, além dos custos com transporte, embalagem e venda dos produtos. Os preços utilizados nesse estudo foram baseados em reais (R\$), relativos aos valores médios do mês de outubro de 2010 realizando-se as avaliações econômicas por meio de planilhas informatizadas próprias.

Para os componentes que não tinham disponibilidade comercial, como composto orgânico e biofertilizante enriquecido, preparados localmente, foram realizados cálculos específicos de custos de acordo com o processo adotado. Verificou-se um custo unitário de R\$ 58,69 por tonelada de composto e de R\$ 0,06 por litro de biofertilizante, conforme detalhados nas Tabelas 1 e 2, respectivamente.

**Tabela 1.** Custo de produção de composto orgânico, baseado na produção de nove toneladas (pilha de 36 m<sup>3</sup>). Incaper, Domingos Martins/ES, 2010

Insumos	Quantidade	Valor (R\$)
B.1. Esterco de galinha como inoculante da pilha (40 kg m <sup>3</sup> )	1.440 kg	172,80
B.2. Esterco de galinha para adubação da capineira (350 m <sup>2</sup> )	100 kg	12,00
B.3. Óleo diesel (transporte de material)	4 l	8,12
B.4. Energia elétrica trituração do capim (motor 10 HP / 4 h)	29,44 kwh	5,37
B.5. Restos culturais para 18 m <sup>3</sup> (300 kg m <sup>3</sup> )	-	-
<b>Total (A)</b>		<b>198,29</b>
Serviços	Quantidade	Valor (R\$)
A.1. Roçada e transporte de capim e restos culturais	2,0 D/H	60,00

continua...

... conclusão

Serviços	Quantidade	Valor (R\$)
A.2. Adubação e manejo da capineira por 6 meses	3,0 D/H	90,00
A.3. Trituração do capim	0,5 D/H	15,00
A.4. Confecção	2,0 D/H	60,00
A.5. Reviramentos (5 vezes)	2,5 D/H	75,00
A.6. 10 Irrigações	1,0 D/H	30,00
<b>Total (B)</b>	-	<b>330,00</b>
<b>Custo total (A) + (B) para produção de 9 toneladas</b>	-	<b>528,29</b>
<b>Custo por tonelada</b>	-	<b>58,69</b>

**Tabela 2.** Custo de produção de biofertilizante líquido enriquecido com nitrogênio (N) e potássio (K), num sistema de 1.000 litros. Incaper, Domingos Martins/ES, 2010

Componentes	Quantidades	Valores (R\$)
Caixa d'água (cap. 1.000 L)	-	-
Composto orgânico	100 kg	5,69
Mamona triturada (hastes, folhas e bagas)	50 kg	0,00
Cinza vegetal	20 kg	0,00
Mão de obra (coleta de insumos, trituração, preparo e manejo do sistema por 10 dias)	1,2 d/h	36,00
Energia elétrica (motor 10 HP por 20 min.)	2,43 kwh	0,44
<b>Custo total (700 L)</b>	-	<b>42,13</b>
<b>Custo por litro</b>	-	<b>0,06</b>

Para a composição dos custos dos sistemas orgânicos, consideraram-se as produtividades médias acumuladas em 20 anos de manejo orgânico na Área Experimental de Agricultura Orgânica do Incaper. Para avaliação comparativa, a totalização de custos nos sistemas convencionais considerou os rendimentos médios desses cultivos na região produtora (que empregam a tecnologia recomendada) e os padrões de embalagens desse mercado, com seus respectivos custos e fretes, conforme a Tabela 3.

Para as adubações convencionais, contabilizou-se a prática mais usual dos agricultores da região, na utilização do formulado 18-00-36 e do superfosfato simples variando-se apenas a quantidade dependendo das exigências de cada cultura.

Para as sementes disponíveis no mercado, usou-se o preço corrente em lojas da região. Para as espécies de propagação vegetativa, em que a 'semente' é a reserva de parte da produção comercializável, como alho, batata e taro, utilizou-se a metodologia de custo de oportunidade, sendo os propágulos valorados com o preço de mercado do produto orgânico.

No caso específico do morango, o kit túnel baixo para cobertura de 500 m<sup>2</sup> de canteiros de morango, composto por lona leitosa, arco PVC e fitilho, tem um custo total de R\$ 1.695,00 cada. Portanto, para uma vida útil de três anos, o custo anual considerado foi de R\$ 565,00.

Para a contabilização do frete, utilizou-se do preço médio praticado no mercado para transporte de embalagens padrões, como sacos de 30 a 50 kg (R\$ 1,50); caixas

de madeira tipo 'K' (R\$ 1,50); sacos de 20 kg (R\$ 1,00) e sacos de 10 kg (R\$ 0,50). Por equivalência volumétrica, valorou-se o frete das embalagens de morango a R\$ 0,38 por caixa de 1,2 kg da fruta (convencional e orgânica) e a R\$ 0,10 para as demais embalagens orgânicas, como bandejas de isopor e produtos individuais em filme plástico, como a abóbora e o repolho.

**Tabela 3.** Padrões de embalagens e produtividades médias das 15 culturas em dois sistemas de produção visando à totalização de custos. Incaper, Domingos Martins/ES, 2010

Culturas	Orgânico <sup>1</sup>		Convencional <sup>2</sup>	
	Embalagem padrão	Produtividade (kg/ha)	Embalagem padrão	Produtividade (kg/ha)
Abóbora	Filme plástico/2 kg	7.323	Sacos 38 kg	8.500
Alho	Bandeja/0,5 kg	6.646	Sacos 10 kg	6.350
Batata	Bandeja/1 kg	17.201	Sacos 50 kg	17.411
Batata-baroa	Bandeja/0,5 kg	15.355	Caixa 20 kg	14.000
Batata-doce	Bandeja/1 kg	21.630	Caixa 22 kg	18.000
Cenoura	Bandeja/0,5 kg	23.547	Caixa 20 kg	28.000
Couve-flor	Bandeja/un.	12.643	Caixa 6 kg	15.000
Feijão	Sacolas 2 kg	2.169	Saco 50 kg	1.300
Milho	Saco 50 kg	8.541	Saco 50 kg	5.000
Morango	Caixeta 300 g	26.251	Caixa 1,2 kg	36.000
Pimentão	Bandeja/0,3 kg	22.209	Caixa 10 kg	30.000
Quiabo	Bandeja/0,3 kg	13.282	Caixa 14 kg	15.000
Repolho	Filme plástico/2 kg	56.553	Saco 25 kg	47.102
Taro	Bandeja/1 kg	24.569	Caixa 22 kg	25.000
Tomate	Bandeja/0,5 kg	38.518	Caixa 22 kg	68.200

<sup>1</sup> Média obtida na Área Experimental de Agricultura Orgânica do Incaper.

<sup>2</sup> Estimativa ajustada pela equipe técnica do Incaper da média de sistemas convencionais, com emprego da tecnologia recomendada.

### 3 COEFICIENTES TÉCNICOS DETALHADOS POR CULTURA

Os coeficientes técnicos detalhados para cada cultura, utilizados para a globalização dos custos e estimativas de receitas dos dois sistemas de produção, estão apresentados individualmente para cada uma das 15 espécies aqui analisadas.

Os resultados e as discussões serão apresentados por espécie, acrescidos de uma análise geral de custos e receitas de ambos os sistemas no final do capítulo.

### 3.1 ABÓBORA

Independente da forma de cultivo, a cultura da abóbora (*Cucurbita moschata*), juntamente com a do milho, foram as culturas de menor custo de produção. No sistema orgânico, o total de despesas foi inferior ao sistema convencional na faixa de 27%. Verificou-se que esse adicional de custo do sistema convencional é basicamente atribuído às despesas com adubos e corretivos, que atingiram o montante de R\$ 1.639,80, representando 33,35% do total de custos. A adubação com composto orgânico, insumo utilizado na agricultura ecológica em substituição aos fertilizantes químicos e corretivos, somou R\$ 880,35, equivalendo a 24,48% do total de custos. Os gastos com mão de obra nos sistemas orgânico e convencional foram semelhantes, somando 50 D/H e 58 D/H, respectivamente (Tabela 4).

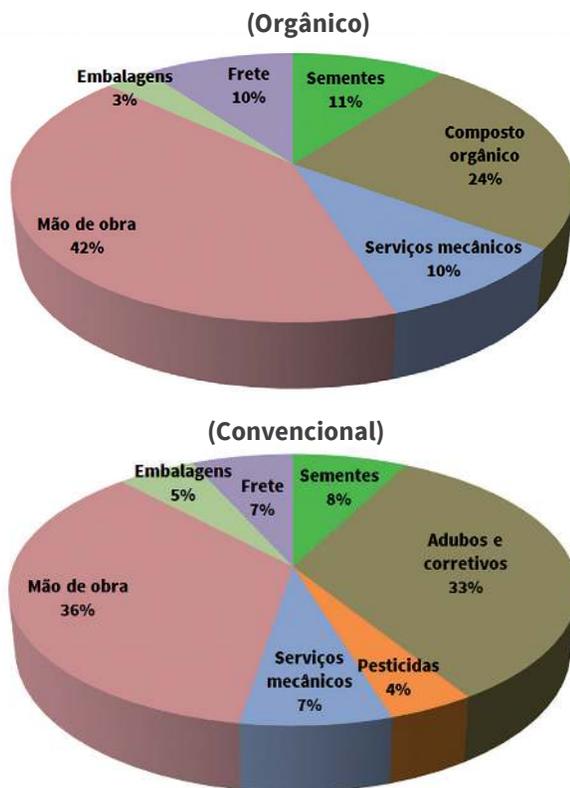
**Tabela 4.** Indicadores financeiros e consumo de mão de obra na cultura da abóbora (1 ha), em dois sistemas de produção. Incaper, Domingos Martins/ES, 2010<sup>1</sup>

Despesas	Orgânico		Convencional	
	Valor (R\$)	%	Valor (R\$)	%
Sementes/Mudas	377,50	10,50	377,50	7,68
Adubo orgânico (composto)	880,35	24,48	-	-
Adubos e corretivos	-	-	1.639,80	33,35
Caldas e produtos biológicos	-	-	-	-
Pesticidas	-	-	206,60	4,20
Outros insumos e materiais	-	-	-	-
Serviços mecânicos	360,00	10,01	360,00	7,32
Mão de obra (D/H)	(50) 1.500,00	41,71	(58) 1.740,00	35,38
Embalagens	112,00	3,11	257,60	5,24
Frete	366,00	10,18	336,00	6,83
<b>Total</b>	<b>3.595,85</b>	<b>100,00</b>	<b>4.917,50</b>	<b>100,00</b>

<sup>1</sup>Valores em R\$ (atualizados em outubro de 2010).

As participações percentuais dos componentes nos custos totais do sistema orgânico e convencional da abóbora estão ilustrados na Figura 1. Em ordem decrescente, observa-se que os componentes com maior participação nos custos do sistema orgânico foram a mão de obra e composto (42% e 24%, respectivamente), enquanto no convencional foram a mão de obra e os adubos/corretivos (36% e 33%, respectivamente).

Com produtividade média de 7.323 kg/ha, no sistema orgânico, o custo de produção por quilo do produto foi de R\$ 0,49. Apesar da maior produtividade no sistema convencional (8.500 kg), o custo unitário do quilo de abóbora foi maior (R\$ 0,58). A receita bruta obtida no sistema orgânico foi 20,6% maior em função do sobrepreço pago por esse tipo de produto no mercado. Os demais detalhamentos dos coeficientes técnicos e econômicos do cultivo da abóbora estão apresentados na Tabela 5.



**Figura 1.** Participação porcentual dos componentes no total do custo de produção de 1 ha de abóbora, em dois sistemas de produção. Incaper, Domingos Martins/ES, 2010.

**Tabela 5.** Coeficientes técnicos e econômicos para produção de 1 ha de abóbora em dois sistemas de produção. Incaper, Domingos Martins/ES, 2010<sup>1</sup>

Especificação	Un.	Valor unitário <sup>1</sup> (R\$)	Orgânico		Convencional	
			Qde	Valor total (R\$)	Qde	Valor total (R\$)
<b>1. Insumos:</b>						
Composto orgânico	t	58,69	15	880,35	-	-
Esterco de galinha	t	120,00	-	-	4	480,00
Semente Tetsukabuto	g	0,73	500	365,00	500	365,00
Semente Moranga	g	0,05	250	12,50	250	12,50
Super Simples	Kg	0,58	-	-	510	295,80
18-00-36	Kg	1,12	-	-	510	571,20
Calcário	t	80,00	-	-	3	240,00
FTE	Kg	1,32	-	-	40	52,80
Fungicidas	l	25,00	-	-	3	75,00
Inseticidas	kg	68,00	-	-	1	68,00
Herbicida	l	31,80	-	-	2	63,60
<b>2. Serviços:</b>						
Aração e gradagem	H/T	60,00	6	360,00	6	360,00
Aplicação de calcário	D/H	30,00	-	-	3	90,00
Preparo do Solo (covas)	D/H	30,00	5	150,00	5	150,00

continua...

... conclusão

Especificação	Un.	Valor unitário <sup>1</sup> (R\$)	Orgânico		Convencional	
			Qde	Valor total (R\$)	Qde	Valor total (R\$)
Adubação química	D/H	30,00	-	-	1	30,00
Distribuição de composto	D/H	30,00	6	180,00	-	-
Distribuição de esterco	D/H	30,00	-	-	3	90,00
Plantio	D/H	30,00	1	30,00	1	30,00
Desbaste	D/H	30,00	-	-	1	30,00
Adubação em cobertura	D/H	30,00	6	180,00	1	30,00
Capinas	D/H	30,00	5	150,00	10	300,00
Pulverizações	D/H	30,00	-	-	3	90,00
Irrigações	D/H	30,00	10	300,00	10	300,00
Colheita(s)	D/H	30,00	9	270,00	10	300,00
Classificação/Embalagem	D/H	30,00	4	120,00	5	150,00
Transporte interno	D/H	30,00	4	120,00	5	150,00
<b>3. Outros:</b>						
Embalagem orgânica (filme plástico 1000m <sup>2</sup> )	bobina	30,60	3,66	112,00	-	-
Embalagem convencional (saco 38 kg)	un.	1,15	-	-	224	257,60
Frete orgânico	un.	0,10	3.660	366,00	-	-
Frete convencional	un.	1,50	-	-	224	336,00
<b>Total de custos</b>	-	-	-	<b>3.595,85</b>	-	<b>4.917,50</b>
<b>Produção/Receita orgânica</b>	<b>Kg</b>	<b>0,77</b>	<b>7.323</b>	<b>5.638,71</b>	-	-
<b>Produção/Receita convencional</b>	<b>Kg</b>	<b>0,55</b>	-	-	<b>8.500</b>	<b>4.675,00</b>

<sup>1</sup>Valores em R\$ (atualizados em outubro de 2010).

<sup>2</sup>0,6 m de filme plástico, 38 cm largura, para embalagem individual de frutos com 2 kg.

### 3.2 ALHO

Observando a Tabela 6, verifica-se uma diferença de custos totais entre os sistemas, sendo que o cultivo orgânico mostrou-se 23,8% mais oneroso que o convencional. Essa diferença é atribuída aos maiores custos com alho-semente, embalagens e frete no sistema orgânico.

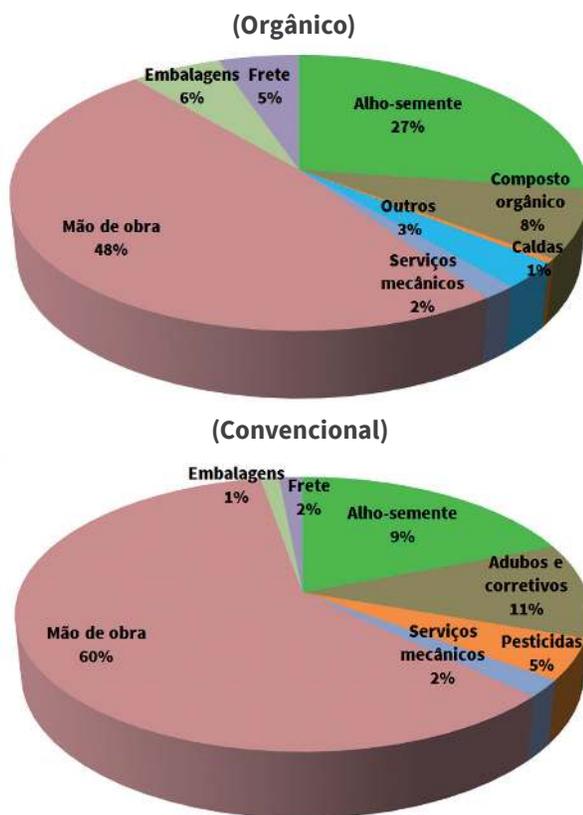
As participações porcentuais dos componentes nos custos totais do sistema orgânico e convencional do alho estão ilustrados na Figura 2. Na produção do alho (*Allium sativum*), os custos com maiores relevâncias foram os de mão de obra e do alho-semente, que representaram, respectivamente, 48,35% e 27,24% no sistema orgânico, enquanto no convencional essa participação foi de 60,09% e 19,11%.

Nos detalhamentos dos coeficientes técnicos e econômicos apresentados na Tabela 7, verifica-se que o cultivo orgânico revelou uma receita bruta 85% maior que o convencional, devido ao sobrepreço conseguido na comercialização do alho no mercado orgânico diferenciado, o que pode compensar os maiores custos desse sistema de cultivo.

**Tabela 6.** Indicadores financeiros e consumo de mão de obra na cultura do alho (1 ha), em dois sistemas de produção. Incaper, Domingos Martins/ES, 2010<sup>1</sup>

Despesas	Orgânico		Convencional	
	Valor (R\$)	%	Valor (R\$)	%
Alho-semente	6.000,00	27,24	3.416,00	19,11
Adubo orgânico (composto)	1.760,70	7,99	-	-
Adubos e corretivos	-	-	1.996,00	11,17
Caldas e produtos biológicos	103,50	0,47	-	-
Pesticidas	-	-	868,60	4,86
Outros insumos e materiais	672,00	3,05	-	-
Serviços mecânicos	360,00	1,63	360,00	2,01
Mão de obra (D/H)	(355) 10.650,00	48,35	(358) 10.740,00	60,09
Embalagens	1.309,28	5,94	216,45	1,21
Frete	1.169,20	5,31	277,50	1,55
<b>TOTAL</b>	<b>22.024,68</b>	<b>100,00</b>	<b>17.874,55</b>	<b>100,00</b>

<sup>1</sup>Valores em R\$ (atualizados em outubro de 2010).



**Figura 2.** Participação percentual dos componentes no total do custo de produção de 1 ha de alho, em dois sistemas de produção. Incaper, Domingos Martins/ES, 2010.

**Tabela 7.** Coeficientes técnicos para produção de 1 ha de alho em dois sistemas de produção. Inca-per, Domingos Martins/ES, 2010<sup>1</sup>

Especificação	Un.	Valor unitário <sup>1</sup> (R\$)	Orgânico		Convencional	
			Qde	Valor total (R\$)	Qde	Valor total (R\$)
<b>1. Insumos:</b>						
Composto orgânico	t	58,69	30	1.760,70	-	-
Esterco de galinha	t	120,00	-	-	10	1.200,00
Alho-semente orgânico	kg	7,50	800	6.000,00	-	-
Alho-semente convencional	kg	4,27	-	-	800	3.416,00
FTE	kg	1,32	-	-	40	24,00
Superfosfato Simples	kg	0,58	-	-	1.250	400,00
Calcário	t	80,00	-	-	3	132,00
18-00-36	kg	1,12	-	-	500	240,00
Calda bordalesa	l	0,069	1.500	103,50	-	-
Biofertilizante líquido enriquecido (4 vezes)	l	0,06	11.200	672,00	-	-
Fungicidas	kg	40,00	-	-	12	480,00
Inseticida	l	65,00	-	-	5	325,00
Herbicida	l	31,80	-	-	2	63,60
<b>2. Serviços:</b>						
Aração e gradagem	H/T	60,00	6	360,00	6	360,00
Aplicação de calcário	D/H	30,00	-	-	3	90,00
Obtenção de palhas	D/H	30,00	40	1.200,00	40	1.200,00
Preparo de mudas/sementes	D/H	30,00	20	600,00	20	600,00
Preparo de solo (canteiros)	D/H	30,00	30	900,00	30	900,00
Adubação química	D/H	30,00	-	-	4	120,00
Distribuição de composto	D/H	30,00	6	180,00	-	-
Distribuição de esterco	D/H	30,00	-	-	3	240,00
Plantio	D/H	30,00	50	1.500,00	50	1.500,00
Aplicação de cobertura morta	D/H	30,00	25	750,00	25	750,00
Adubação em cobertura	D/H	30,00	10	300,00	5	150,00
Capinas	D/H	30,00	30	900,00	20	600,00
Aplicação de herbicida	D/H	30,00	-	-	2	60,00
Pulverizações	D/H	30,00	-	-	23	690,00
Aplicação de calda bordalesa	D/H	30,00	16	480,00	-	-
Irrigações	D/H	30,00	30	900,00	30	900,00
Colheita(s)	D/H	30,00	30	900,00	30	900,00
Cura	D/H	30,00	15	450,00	15	450,00
Limpeza	D/H	30,00	25	750,00	25	750,00
Classificação/Embalagem	D/H	30,00	18	540,00	18	540,00
Transporte Interno	D/H	30,00	10	300,00	10	300,00

continua...

... conclusão

Especificação	Un.	Valor unitário <sup>1</sup> (R\$)	Orgânico		Convencional	
			Qde	Valor total (R\$)	Qde	Valor total (R\$)
<b>3. Outros:</b>						
Embalagem orgânica (bandeja 0,5 kg) <sup>2</sup>	mil	112,00	11,69	1.309,28	-	-
Embalagem convencional (saco 10 kg)	un.	0,39	-	-	555	216,45
Frete orgânico	un.	0,10	11.692	1.169,20	-	-
Frete convencional	un.	0,50	-	-	555	277,50
<b>Total de custo</b>				<b>22.024,68</b>		<b>17.874,55</b>
<b>Produção/Receita orgânica</b>	<b>kg</b>	<b>7,50</b>	<b>5.846<sup>3</sup></b>	<b>43.845,00</b>	-	-
<b>Produção/Receita convencional</b>	<b>kg</b>	<b>4,27</b>	-	-	<b>5.550<sup>3</sup></b>	<b>23.698,50</b>

<sup>1</sup> Valores em R\$ (atualizados em outubro de 2010).

<sup>2</sup> Bandejas de isopor e filme plástico, para embalagem de 0,5 kg.

<sup>3</sup> Quantidade já descontada a reserva de 800 kg de alho-semente.

### 3.3 BATATA

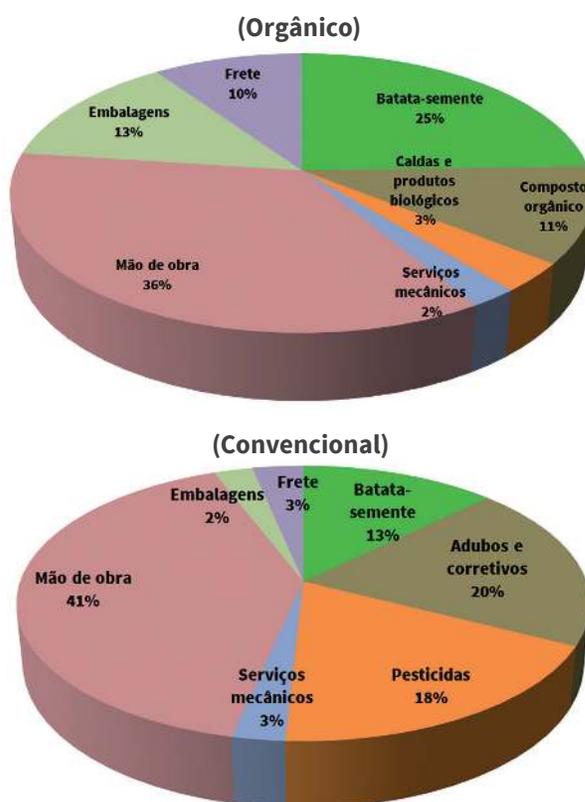
As análises indicaram uma totalização de custos semelhantes entre os sistemas de produção de batata (*Solanum tuberosum*). A explicação se baseia na compensação entre os maiores gastos com batata-semente, frete e embalagens no sistema orgânico, e com pesticidas e adubos/corretivos no convencional, uma vez que as despesas de mão de obra foram similares entre ambos (Tabela 8).

**Tabela 8.** Indicadores financeiros e consumo de mão de obra na cultura da batata (1 ha), em dois sistemas de produção. Incaper, Domingos Martins/ES, 2010<sup>1</sup>

Despesas	Orgânico		Convencional	
	Valor (R\$)	%	Valor (R\$)	%
Sementes/Mudas	3.888,00	24,51	1.800,00	12,85
Adubo orgânico (composto)	1.760,70	11,10	-	-
Aubos e corretivos	-	-	2.742,80	19,58
Caldas e produtos biológicos	540,80	3,41	-	-
Pesticidas	-	-	2.581,60	18,43
Outros insumos e materiais	-	-	-	-
Serviços mecânicos	360,00	2,27	360,00	2,57
Mão de obra (D/H)	(189) 5.670,00	35,75	(190) 5.700,00	40,68
Embalagens	2.102,10	13,25	358,80	2,56
Frete	1.540,10	9,71	468,00	3,34
<b>Total</b>	<b>15.861,70</b>	<b>100,00</b>	<b>14.011,20</b>	<b>100,00</b>

<sup>1</sup> Valores em R\$ (atualizados em outubro de 2010).

As participações percentuais dos componentes nos custos totais do sistema orgânico e convencional da batata estão ilustradas na Figura 3. Em ordem decrescente, os componentes com maior participação nos custos do sistema orgânico foram a mão de obra e a batata-semente (36% e 25%, respectivamente), enquanto no convencional foram a mão de obra, os adubos/corretivos e os pesticidas (41%, 20% e 18%, respectivamente).



**Figura 3.** Participação percentual dos componentes no total do custo de produção de 1 ha de batata, em dois sistemas de produção. Incaper, Domingos Martins/ES, 2010.

Com produtividades e custos semelhantes, nota-se que há uma receita bruta expressivamente maior na produção de batata orgânica, na ordem de 113%, devido ao sobrepreço pago ao produto, com valor de mercado 116% maior do que no convencional (Tabela 9).

**Tabela 9.** Coeficientes técnicos para produção de 1 ha de batata em dois sistemas de produção. Incaper, Domingos Martins/ES, 2010<sup>1</sup>

Especificação	Un.	Valor unitário <sup>1</sup> (R\$)	Orgânico		Convencional	
			Qde	Valor total (R\$)	Qde	Valor total (R\$)
<b>1. Insumos:</b>						
Composto orgânico	t	58,69	30	1.760,70	-	-
Calcário	t	80,00	-	-	3	240,00
Batata-semente orgânica	cx.	64,80	60	3.888,00	-	-
Batata-semente convencional	cx.	30,00	-	-	60	1.800,00
Super Simples	kg	0,58	-	-	2.100	1.218,00
FTE	kg	1,32	-	-	40	52,80
18-00-36	kg	1,12	-	-	1100	1232,00
Calda bordalesa	l	0,069	3.200	220,80	-	-
Inseticida natural (óleo de nim)	l	40,00	8	320,00	-	-
Espalhante adesivo	l	10,00	-	-	5	50,00
Fungicidas	kg	52,00	-	-	32	1664,00

continua...

... conclusão

Especificação	Un.	Valor unitário <sup>1</sup> (R\$)	Orgânico		Convencional	
			Qde	Valor total (R\$)	Qde	Valor total (R\$)
Inseticidas	l	67,00	-	-	12	804,00
Herbicida	l	31,80	-	-	2	63,60
<b>2. Serviços:</b>						
Aração e gradagem	H/T	60,00	6	360,00	6	360,00
Aplicação de calcário	D/H	30,00	-	-	3	90,00
Preparo de solo (sulcos)	D/H	30,00	10	300,00	10	300,00
Adubação química	D/H	30,00	-	-	6	180,00
Distribuição de composto	D/H	30,00	12	360,00	-	-
Plantio	D/H	30,00	15	450,00	15	450,00
Adubação em cobertura	D/H	30,00	8	240,00	3	90,00
Amontoa	D/H	30,00	20	600,00	20	600,00
Pulverizações de calda bordalesa	D/H	30,00	24	720,00	-	-
Pulverizações	D/H	30,00	-	-	33	990,00
Irrigações	D/H	30,00	20	600,00	20	600,00
Colheita(s)	D/H	30,00	50	1.500,00	50	1.500,00
Classificação/Embalagem	D/H	30,00	20	600,00	20	600,00
Transporte interno	D/H	30,00	10	300,00	10	300,00
<b>3. Outros:</b>						
Embalagem orgânica (bandeja 1,0 kg) <sup>2</sup>	mil	136,50	15,4	2.102,10	-	-
Embalagem convencional (saco 50 kg)	un.	1,15	-	-	312	358,80
Frete orgânico	un.	0,10	15.401	1.540,10	-	-
Frete convencional	un.	1,50	-	-	312	468,00
<b>Total de custos</b>				<b>15.861,70</b>	<b>14.011,20</b>	
<b>Produção/Receita orgânica</b>	<b>kg</b>	<b>2,16</b>	<b>15.401<sup>3</sup></b>	<b>33.266,16</b>	-	-
<b>Produção/Receita convencional</b>	<b>kg</b>	<b>1,00</b>	-	-	<b>15.611<sup>3</sup></b>	<b>15.611,00</b>

<sup>1</sup>Valores em R\$ (atualizados em outubro de 2010).

<sup>2</sup>Bandejas de isopor e filme plástico, para embalagem de 1 kg.

<sup>3</sup>Quantidade já descontada a reserva de 60 cx. de batata-semente para 1 ha (1.800 kg), para o próximo plantio.

### 3.4 BATATA-BAROA

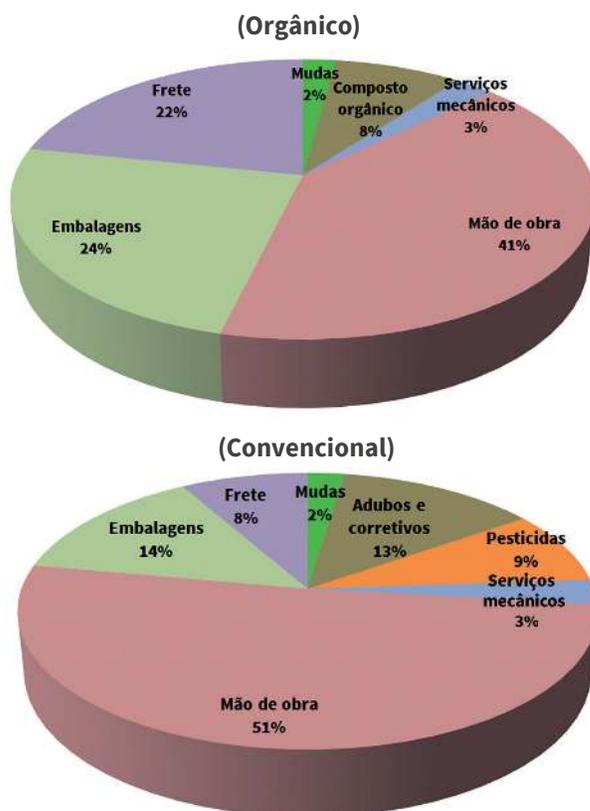
O custo de produção da batata-baroa (*Arracacia xanthorrhiza*) orgânica foi ligeiramente superior ao cultivo convencional. Devido à rusticidade dessa hortaliça, a mão de obra representa o maior peso no custo de produção, na fase de campo. No sistema orgânico, ela apresentou um dispêndio de R\$ 5.760,00, o que equivale a 41% das despesas totais, enquanto no sistema convencional esse valor foi de R\$ 6.450,00, representando 51% (Tabela 10).

As participações percentuais dos componentes nos custos totais da batata-baroa, ilustrados na Figura 4, revelam que, além da mão de obra, outros fatores relevantes no custo do sistema orgânico foram as embalagens e o frete, chegando ambos a onerar em 46% os gastos na produção. No sistema convencional, os fatores mais onerosos atrás da mão de obra foram as embalagens e os adubos/corretivos, que somaram 27%.

**Tabela 10.** Indicadores financeiros e consumo de mão de obra na cultura da batata-baroa (1 ha), em dois sistemas de produção. Incaper, Domingos Martins/ES, 2010<sup>1</sup>

Despesas	Orgânico		Convencional	
	Valor (R\$)	%	Valor (R\$)	%
Sementes/Mudas	300,00	2,13	300,00	2,37
Adubo orgânico (composto)	1.173,80	8,32	-	-
Aubos e corretivos	-	-	1.639,80	12,98
Caldas e produtos biológicos	-	-	-	-
Pesticidas	-	-	1.083,60	8,58
Outros insumos e materiais	-	-	-	-
Serviços mecânicos	360,00	2,55	360,00	2,85
Mão de obra (D/H)	(192) 5.760,00	40,84	(215) 6.450,00	51,06
Embalagens	3.439,52	24,39	1.750,00	13,85
Frete	3.071,00	21,77	1.050,00	8,31
<b>Total</b>	<b>14.104,32</b>	<b>100,00</b>	<b>12.633,40</b>	<b>100,00</b>

<sup>1</sup> Valores em R\$ (atualizados em outubro de 2010).



**Figura 4.** Participação porcentual dos componentes no total do custo de produção de 1 ha de batata-baroa, em dois sistemas de produção. Incaper, Domingos Martins/ES, 2010.

A receita bruta no cultivo orgânico foi de R\$ 29.174,50, contra R\$ 20.300,00 do convencional, ou seja, 44% maior, uma vez que o sobrepreço do mercado compensou os maiores custos de produção, conforme revela o detalhamento dos coeficientes técnicos na Tabela 11.

**Tabela 11.** Coeficientes técnicos para produção de 1 ha de batata-baroa em dois sistemas de produção. Incaper, Domingos Martins/ES, 2010<sup>1</sup>

Especificação	Un.	Valor unitário <sup>1</sup> (R\$)	Orgânico		Convencional	
			Qde	Valor total (R\$)	Qde	Valor total (R\$)
<b>1. Insumos:</b>						
Mudas (preparo = 10 D/H) <sup>2</sup>	un.	0,012	25.000	300,00	25.000	300,00
Composto orgânico	t	58,69	20	1.173,80	-	-
Esterco de galinha	t	120,00	-	-	5	600,00
Calcário dolomítico	t	80,00	-	-	3	240,00
Super Simples	kg	0,58	-	-	900	522,00
Cloreto de potássio	kg	0,45	-	-	500	225,00
FTE	kg	1,32	-	-	40	52,80
Fungicidas	kg	60,00	-	-	9	540,00
Inseticida	l	80,00	-	-	6	480,00
Herbicida	l	31,80	-	-	2	63,60
<b>2. Serviços:</b>						
Aração e gradagem	H/T	60,00	6	360,00	6	360,00
Distribuição calcário	D/H	30,00	-	-	3	90,00
Preparo de solo (sulcos)	D/H	30,00	6	180,00	6	180,00
Adubação química	D/H	30,00	-	-	4	120,00
Distribuição de composto	D/H	30,00	12	360,00	-	-
Distribuição de esterco	D/H	30,00	-	-	6	180,00
Plantio	D/H	30,00	10	300,00	10	300,00
Adubação em cobertura	D/H	30,00	8	240,00	3	90,00
Amontoa	D/H	30,00	15	450,00	15	450,00
Capinas	D/H	30,00	22	660,00	15	450,00
Pulverizações (17)	D/H	30,00	-	-	50	1.500,00
Irrigações	D/H	30,00	20	600,00	20	600,00
Colheita(s)	D/H	30,00	40	1.200,00	32	960,00
Lavagem	D/H	30,00	4	120,00	3	90,00
Classificação/Embalagem	D/H	30,00	45	1.350,00	40	1.200,00
Transporte interno	D/H	30,00	10	300,00	8	240,00
<b>3. Outros:</b>						
Embalagem orgânica (bandeja 0,5 kg) <sup>3</sup>	mil	112,00	30,71	3.439,52	-	-
Embalagem convencional (cx. 20 kg)	un.	2,50	-	-	700	1.750,00
Frete orgânico	un.	0,10	30.710	3.071,00	-	-
Frete	un.	1,50	-	-	700	1.050,00
<b>Total de custos</b>	-	-	-	<b>14.104,32</b>	-	<b>12.633,40</b>
<b>Produção/Receita orgânica</b>	<b>kg</b>	<b>1,90</b>	<b>15.355</b>	<b>29.174,50</b>	-	-
<b>Produção/Receita convencional</b>	<b>kg</b>	<b>1,45</b>	-	-	<b>14.000</b>	<b>20.300,00</b>

<sup>1</sup> Valores em R\$ (atualizados em outubro de 2010).

<sup>2</sup> No valor das mudas, estão computados apenas a mão de obra para prepará-las.

<sup>3</sup> Bandejas de isopor e filme plástico, para embalagem de 0,5 kg.

### 3.5 BATATA-DOCE

Os indicadores físicos e financeiros da cultura da batata-doce (*Ipomoea batatas*) apontam um diferencial de custo bem próximo entre os sistemas orgânico e convencional, os quais apresentam total das despesas na ordem de R\$ 11.115,90 e de R\$ 9.327,16, respectivamente (Tabela 12).

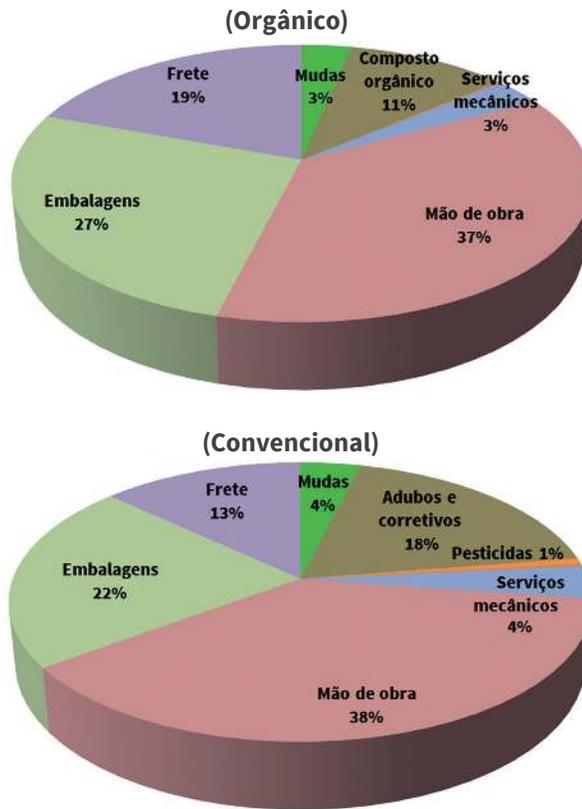
**Tabela 12.** Indicadores financeiros e consumo de mão de obra na cultura da batata-doce (1 ha), em dois sistemas de produção. Incaper, Domingos Martins/ES, 2010<sup>1</sup>

Despesas	Orgânico		Convencional	
	Valor (R\$)	%	Valor (R\$)	%
Sementes/mudas	366,30	3,30	366,30	3,93
Adubo orgânico (composto)	1.173,80	10,56	-	-
Adubos e corretivos	-	-	1.734,96	18,60
Caldas e produtos biológicos	-	-	-	-
Pesticidas	-	-	63,60	0,68
Outros insumos e materiais	20,30	0,18	20,30	0,22
Serviços mecânicos	360,00	3,24	360,00	3,86
Mão de obra (D/H)	(136) 4.080,00	36,70	(117) 3.510,00	37,63
Embalagens	2.952,50	26,56	2.045,00	21,93
Frete	2.163,00	19,46	1.227,00	13,16
<b>Total</b>	<b>11.115,90</b>	<b>100,00</b>	<b>9.327,16</b>	<b>100,00</b>

<sup>1</sup> Valores em R\$ (atualizados em outubro de 2010).

Em geral, o uso de insumos nessa cultura, na fase de campo, tanto no sistema orgânico quanto no convencional, é bem menor que em outras espécies. A mão de obra, frete e embalagens ultrapassam a casa dos 70% dos custos de produção em ambos os sistemas, conforme pode ser visto nas participações relativas dos componentes mostrados na Figura 5.

No cultivo de batata-doce, verificou-se que o sistema orgânico foi mais eficiente em produtividade e, aliado ao sobrepreço do mercado, revelou uma receita bruta 78% maior que no sistema convencional (Tabela 13).



**Figura 5.** Participação porcentual dos componentes no total do custo de produção de 1 ha de batata-doce, em dois sistemas de produção. Incaper, Domingos Martins/ES, 2010.

**Tabela 13.** Coeficientes técnicos para produção de 1 ha de batata-doce em dois sistemas de produção. Incaper, Domingos Martins/ES, 2010<sup>1</sup>

Especificação	Un.	Valor unitário <sup>1</sup> (R\$)	Orgânico		Convencional	
			Qde	Valor total (R\$)	Qde	Valor total (R\$)
<b>1. Insumos:</b>						
Mudas (preparo = 12 DH) <sup>2</sup>	un.	0,011	33.300	366,30	33.300	366,30
Composto orgânico	t	58,69	20	1.173,80	-	-
Esterco de galinha	t	120,00	-	-	5	600,00
Calcário	t	80,00	-	-	3	240,00
18-00-36	kg	1,12	-	-	333	372,96
Superfosfato Simples	kg	0,58	-	-	900	522,00
Óleo diesel	l	2,03	10	20,30	10	20,30
Herbicida	l	31,80	-	-	2	63,60
<b>2. Serviços:</b>						
Aração e gradagem	H/T	60,00	6	360,00	6	360,00
Distribuição de calcário	D/H	30,00	-	-	3	90,00
Enleiramento (microtrator)	D/H	30,00	1	30,00	1	30,00
Adução química	D/H	30,00	-	-	3	90,00
Distribuição de composto	D/H	30,00	5	150,00	-	-
Distribuição de esterco	D/H	30,00	-	-	2	60,00
Plantio	D/H	30,00	10	300,00	10	300,00

continua...

... conclusão

Especificação	Un.	Valor unitário <sup>1</sup> (R\$)	Orgânico		Convencional	
			Qde	Valor total (R\$)	Qde	Valor total (R\$)
Capinas	D/H	30,00	20	600,00	15	450,00
Pulverizações (Herbicidas)	D/H	30,00	-	-	1	30,00
Irrigações	D/H	30,00	10	300,00	10	300,00
Colheita(s)	D/H	30,00	50	1.500,00	40	1.200,00
Classificação/Embalagem	D/H	30,00	30	900,00	24	720,00
Transporte interno	D/H	30,00	10	300,00	8	240,00
<b>3. Outros:</b>						
Embalagem orgânica (bandeja 1 kg) <sup>3</sup>	mil	136,50	21,63	2.952,50	-	-
Embalagem convencional (cx. 22 kg)	un.	2,50	-	-	818	2.045,00
Frete orgânico	un.	0,10	21.630	2.163,00	-	-
Frete convencional	un.	1,50	-	-	818	1.227,00
<b>Total de custos</b>	-	-	-	<b>11.115,90</b>	-	<b>9.327,16</b>
<b>Produção/Receita orgânica</b>	<b>kg</b>	<b>0,77</b>	<b>21.630</b>	<b>16.655,10</b>	-	-
<b>Produção/Receita convencional</b>	<b>kg</b>	<b>0,52</b>	-	-	<b>18.000</b>	<b>9.360,00</b>

<sup>1</sup> valores em R\$ (atualizados em outubro de 2010).

<sup>2</sup> No valor das mudas, estão computados apenas a mão de obra para prepará-las.

<sup>3</sup> Bandejas de isopor e filme plástico, para embalagem de 1 kg.

### 3.6 CENOURA

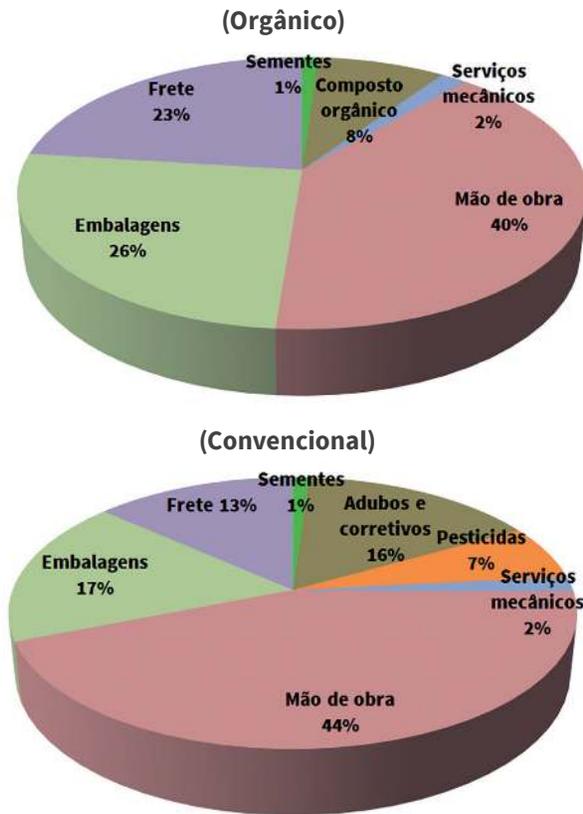
Os custos de produção da cenoura (*Daucus carota*) não se diferenciaram entre os sistemas, situando-se em torno de R\$ 20.000,00 e variando apenas a participação dos componentes, conforme mostra a Tabela 14.

**Tabela 14.** Indicadores financeiros e consumo de mão de obra na cultura da cenoura (1 ha), em dois sistemas de produção. Incaper, Domingos Martins/ES, 2010<sup>1</sup>

Despesas	Orgânico		Convencional	
	Valor (R\$)	%	Valor (R\$)	%
Sementes/Mudas	216,00	1,05	216,00	1,08
Adubo orgânico (composto)	1.760,70	8,60	-	-
Aubos e corretivos	-	-	3.158,72	15,78
Caldas e produtos biológicos	-	-	-	-
Pesticidas	-	-	1.307,00	6,53
Outros insumos e materiais	-	-	-	-
Serviços mecânicos	360,00	1,76	360,00	1,80
Mão de obra (D/H)	(272) 8.160,00	39,84	(292) 8.770,00	43,82
Embalagens	5.274,08	25,75	3.500,00	17,49
Frete	4.709,40	22,99	2.700,00	13,49
<b>Total</b>	<b>20.480,18</b>	<b>100,00</b>	<b>20.011,72</b>	<b>100,00</b>

<sup>1</sup> Valores em R\$ (atualizados em outubro de 2010).

A participação da mão de obra nos custos de produção dos sistemas também foi semelhante, representando 40% (272 D/H) e 44% (292 D/H) no total de despesas dos sistemas orgânico e convencional, respectivamente (Figura 6).



**Figura 6.** Participação porcentual dos componentes no total do custo de produção de 1 ha de cenoura, em dois sistemas de produção. Incaper, Domingos Martins/ES, 2010.

O cultivo da cenoura no sistema convencional se mostrou mais produtivo que no orgânico, com 28.000 kg ha<sup>-1</sup> e 23.547 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Devido à pequena diferença de preço entre as cenouras no mercado, com sobrepreço de apenas R\$ 0,04 por quilo do produto orgânico, a receita bruta do cultivo convencional também superou em 13% o mercado dos orgânicos (Tabela 15).

**Tabela 15.** Coeficientes técnicos para produção de 1 ha de cenoura em dois sistemas de produção. Incaper, Domingos Martins/ES, 2010<sup>1</sup>

Especificação	Un.	Valor unitário <sup>1</sup> (R\$)	Orgânico		Convencional	
			Qde	Valor total (R\$)	Qde	Valor total (R\$)
<b>1. Insumos:</b>						
Composto orgânico	t	58,69	30	1.760,70	-	-
Esterco de galinha	t	120,00	-	-	8	960,00
Sementes	kg	54,00	4	216,00	4	216,00
Espalhante adesivo	l	10,00	-	-	1	10,00
Super Simples	kg	0,58	-	-	2.000	1.160,00
18-00-36	kg	1,12	-	-	666	745,92
FTE	kg	1,32	-	-	40	52,80
Calcário	t	80,00	-	-	3	240,00
Inseticida	l	80,00	-	-	4	320,00
Fungicidas	kg	48,00	-	-	18	864,00
Herbicida	l	41,00	-	-	3	123,00
<b>2. Serviços:</b>						
Aração e gradagem	H/T	60,00	6	360,00	6	360,00
Aplicação de calcário	D/H	30,00	-	-	3	90,00
Preparo de solo (canteiros)	D/H	30,00	30	900,00	30	900,00
Aducação química	D/H	30,00	-	-	4	120,00
Distribuição de composto	D/H	30,00	6	180,00	-	-
Distribuição de esterco	D/H	30,00	-	-	3	90,00
Plantio	D/H	30,00	6	180,00	6	180,00
Desbaste	D/H	30,00	50	1.500,00	50	1.500,00
Aducação em cobertura	D/H	30,00	10	300,00	5	150,00
Capinas	D/H	30,00	30	900,00	20	600,00
Pulverizações	D/H	30,00	-	-	9	270,00
Irrigações	D/H	30,00	30	900,00	30	900,00
Colheita(s)	D/H	30,00	25	750,00	30	900,00
Lavagem	D/H	30,00	10	300,00	12	360,00
Classificação/Embalagem	D/H	30,00	66	1.980,00	79	2.370,00
Transporte interno	D/H	30,00	9	270,00	11	330,00
<b>3. Outros:</b>						
Embalagem orgânica (bandeja 0,5 kg) <sup>2</sup>	mil	112,00	47,09	5.274,08	-	-
Embalagem convencional (cx. 20 kg)	un.	2,50	-	-	1.400	3.500,00
Frete orgânico	un.	0,10	47.094	4.709,40	-	-
Frete convencional	un.	1,50	-	-	1.400	2.700,00
<b>Total de custos</b>	-	-	-	<b>20.480,18</b>	-	<b>20.011,72</b>
<b>Produção/Receita orgânica</b>	<b>kg</b>	<b>0,79</b>	<b>23.547</b>	<b>18.602,13</b>	-	-
<b>Produção/Receita convencional</b>	<b>kg</b>	<b>0,75</b>	-	-	<b>28.000</b>	<b>21.000,00</b>

<sup>1</sup>Valores em R\$ (atualizados em outubro de 2010).

<sup>2</sup>Bandejas de isopor e filme plástico, para embalagem de 0,5 kg.

## 3.7 COUVE-FLOR

O custo de produção de couve-flor (*Brassica oleracea* var. *Botrytis*) orgânica mostrou-se bem mais baixo que no sistema convencional, na faixa de 31,6%. Isso se deve principalmente aos menores gastos com adubação e embalagens, uma vez que o consumo de mão de obra foi semelhante entre os sistemas (Tabela 16).

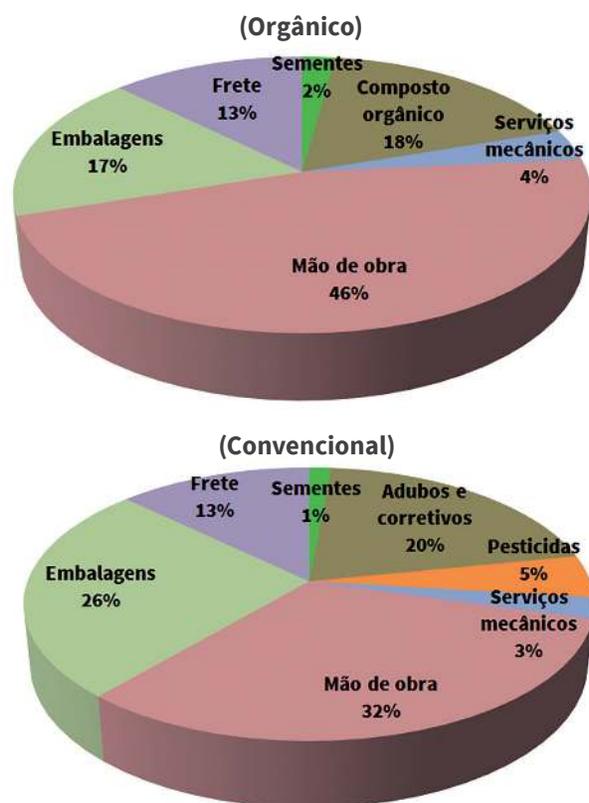
**Tabela 16.** Indicadores financeiros e consumo de mão de obra na cultura da couve-flor (1 ha), em dois sistemas de produção. Incaper, Domingos Martins/ES, 2010<sup>1</sup>

Despesas	Orgânico		Convencional	
	Valor (R\$)	%	Valor (R\$)	%
Sementes/Mudas	214,00	2,15	214,00	1,47
Adubo orgânico (composto)	1.760,70	17,71	-	-
Adubos e corretivos	-	-	2.968,40	20,41
Caldas e produtos biológicos	-	-	-	-
Pesticidas	-	-	729,60	5,02
Outros insumos e materiais	-	-	-	-
Serviços mecânicos	360,00	3,62	360,00	2,47
Mão de obra (D/H)	(154) 4.620,00	46,46	(165) 4.650,00	31,97
Embalagens	1.725,36	17,35	3.750,00	25,78
Frete	1.264,30	12,71	1.875,00	12,89
<b>Total</b>	<b>9.944,36</b>	<b>100,00</b>	<b>14.547,00</b>	<b>100,00</b>

<sup>1</sup>Valores em R\$ (atualizados em outubro de 2010).

As participações percentuais dos componentes nos custos totais do sistema orgânico e convencional da couve-flor estão ilustradas na Figura 7. Verifica-se que a mão de obra foi o componente de maior participação no sistema orgânico, com 46%. No convencional, essa participação foi de apenas 32%, devido ao maior custo de produção.

A produtividade média da couve-flor no cultivo convencional foi de 15.000 kg ha<sup>-1</sup> e no orgânico foi de 12.643 kg ha<sup>-1</sup>. O preço de mercado da couve-flor orgânica compensou a menor produtividade desse sistema, conferindo uma receita bruta de R\$ 17.447,34, contra R\$ 12.450,00 do convencional (Tabela 17).



**Figura 7.** Participação percentual dos componentes no total do custo de produção de 1 ha de couve-flor, em dois sistemas de produção. Incaper, Domingos Martins/ES, 2010.

**Tabela 17.** Coeficientes técnicos para produção de 1 ha de couve-flor em dois sistemas de produção. Incaper, Domingos Martins/ES, 2010<sup>1</sup>

Especificação	Un.	Valor unitário <sup>1</sup> (R\$)	Orgânico		Convencional	
			Qde	Valor total (R\$)	Qde	Valor total (R\$)
<b>1. Insumos:</b>						
Composto orgânico	t	58,69	30	1.760,70	-	-
Esterco de galinha	t	120,00	-	-	6	720,00
Sementes	g	1,07	200	214,00	200	214,00
18-00-36	kg	1,12	-	-	830	929,60
FTE	kg	1,32	-	-	40	52,80
Superfosfato Simples	kg	0,58	-	-	1.200	696,00
Calcário dolomítico	t	80,00	-	-	3	240,00
Espalhante adesivo	l	10,00	-	-	3	30,00
Cloreto de potássio	kg	1,10	-	-	300	330,00
Inseticidas	l	71,00	-	-	6	426,00
Fungicida	kg	35,00	-	-	6	210,00
Herbicida	l	31,80	-	-	2	63,60
<b>2. Serviços:</b>						
Aração e gradagem	H/T	60,00	6	360,00	6	360,00
Produção de mudas	D/H	30,00	2	60,00	2	60,00
Aplicação de calcário	D/H	30,00	-	-	3	90,00
Preparo de solo (covas)	D/H	30,00	7	210,00	7	210,00

continua...

... conclusão

Especificação	Un.	Valor unitário <sup>1</sup> (R\$)	Orgânico		Convencional	
			Qde	Valor total (R\$)	Qde	Valor total (R\$)
Adubação química	D/H	30,00	-	-	4	120,00
Distribuição de composto	D/H	30,00	12	360,00	-	-
Distribuição de esterco	D/H	30,00	-	-	6	180,00
Plantio	D/H	30,00	20	600,00	20	600,00
Adubação em cobertura	D/H	30,00	8	240,00	3	90,00
Capinas	D/H	30,00	25	750,00	20	600,00
Pulverizações	D/H	30,00	-	-	10	300,00
Irrigações (5 vezes)	D/H	30,00	30	900,00	30	900,00
Colheita(s)	D/H	30,00	10	300,00	12	300,00
Classificação/Embalagem	D/H	30,00	30	900,00	36	900,00
Transporte interno	D/H	30,00	10	300,00	12	300,00
<b>3. Outros:</b>						
Embalagem orgânica (bandeja 1,0 kg) <sup>2</sup>	mil	136,50	12,64	1.725,36	-	-
Embalagem convencional (grade 6 kg)	un.	1,50	-	-	2.500	3.750,00
Frete orgânico	un.	0,10	12.643	1.264,30	-	-
Frete convencional	un.	0,75	-	-	2.500	1.875,00
<b>Total de custos</b>	-	-	-	<b>9.944,36</b>	-	<b>14.547,00</b>
<b>Produção/Receita orgânica</b>	<b>kg</b>	<b>1,38</b>	<b>12.643</b>	<b>17.447,34</b>	-	-
<b>Produção/Receita convencional</b>	<b>kg</b>	<b>0,83</b>	-	-	<b>15.000</b>	<b>12.450,00</b>

<sup>1</sup> Valores em R\$ (atualizados em outubro de 2010).

<sup>2</sup> Bandejas de isopor e filme plástico, para embalagem de 1 unidade de 1 kg.

### 3.8 FEIJÃO

Na Tabela 18, verifica-se que, no sistema convencional de produção de feijão (*Phaseolus vulgaris*), o custo de produção está 40% maior que no sistema orgânico. Essa diferença se deve principalmente aos itens adubos/corretivos e pesticidas, elevando o custo por quilo para R\$ 2,88, enquanto no sistema orgânico esse custo foi de R\$ 1,23.

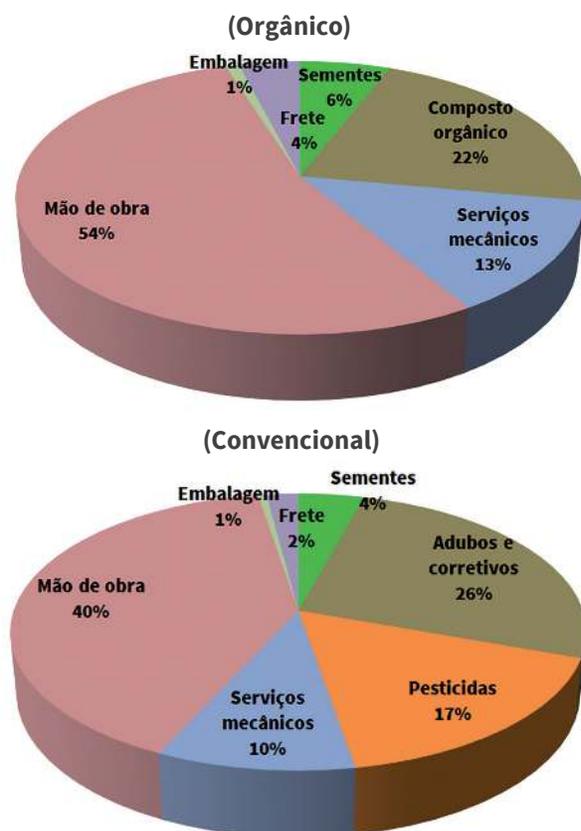
As participações percentuais dos componentes nos custos totais do sistema orgânico e convencional do feijão estão ilustradas na Figura 8. No cultivo orgânico, os maiores custos foram com mão de obra e composto orgânico, que participaram com 54% e 22%, respectivamente. No convencional, os maiores gastos foram com mão de obra, adubos/corretivos e pesticidas, que participaram com 40%, 26% e 17%, respectivamente.

Com receita bruta de R\$ 7.157,70, contra R\$ 3.250,00 do sistema convencional, o cultivo orgânico apresentou alta viabilidade econômica. O convencional, além de apresentar menor produtividade (1.300 kg/ha), alcança menor preço de mercado (R\$ 2,50/kg), quando comparado ao do produto orgânico (R\$ 3,30 Kg) como pode-se observar na Tabela 19.

**Tabela 18.** Indicadores financeiros e consumo de mão de obra na cultura do feijão (1 ha), em dois sistemas de produção. Incaper, Domingos Martins/ES, 2010<sup>1</sup>

Despesas	Orgânico		Convencional	
	Valor (R\$)	%	Valor (R\$)	%
Sementes / Mudas	160,00	5,97	160,00	4,27
Adubo orgânico (composto)	586,90	21,91	-	-
Adubos e corretivos	-	-	979,40	26,17
Caldas e produtos biológicos	-	-	-	-
Pesticidas	-	-	630,36	16,84
Outros insumos e materiais	-	-	-	-
Serviços mecânicos	360,00	13,44	360,00	9,62
Mão de obra (D/H)	(50) 1.440,00	53,75	(48) 1.515,00	40,48
Embalagens	23,76	0,89	20,28	0,54
Frete	108,40	4,05	78,00	2,08
<b>Total</b>	<b>2.679,06</b>	<b>100,00</b>	<b>3.743,04</b>	<b>100,00</b>

<sup>1</sup> Valores em R\$ (atualizados em outubro de 2010).h



**Figura 8.** Participação percentual dos componentes no total do custo de produção de 1 ha de feijão, em dois sistemas de produção. Incaper, Domingos Martins/ES, 2010.

**Tabela 19.** Coeficientes técnicos para produção de 1 ha de feijão em dois sistemas de produção. Incaper, Domingos Martins/ES, 2010<sup>1</sup>

Especificação	Un.	Valor unitário <sup>1</sup> (R\$)	Orgânico		Convencional	
			Qde	Valor total (R\$)	Qde	Valor total (R\$)
<b>1. Insumos:</b>						
Composto orgânico	t	58,69	10	586,90	-	-
Calcário	t	80,00	-	-	3	240,00
Sementes	kg	4,00	40	160,00	40	160,00
FTE	kg	1,32	-	-	40	52,80
Superfosfato Simples	kg	0,58	-	-	450	261,00
18-00-36	kg	1,12	-	-	380	425,60
Pastilha para expurgo	un.	1,67	-	-	8	13,36
Isca formicida	kg	7,00	-	-	2	14,00
Herbicida	l	45,00	-	-	5	225,00
Inseticida	l	18,00	-	-	6	108,00
Fungicida	kg	30,00	-	-	9	270,00
<b>2. Serviços:</b>						
Aração e gradagem	H/T	60,00	6	360,00	6	360,00
Aplicação de calcário	D/H	30,00	-	-	3	90,00
Adubação química	D/H	30,00	-	-	5	150,00
Plantio	D/H	30,00	3	90,00	3	90,00
Adubação em cobertura	D/H	30,00	8	240,00	4	120,00
Capinas	D/H	30,00	25	750,00	15	450,00
Pulverizações	D/H	30,00	-	-	7	210,00
Colheita(s)	D/H	30,00	6	150,00	5	150,00
Bateção	H/T	60,00	3	120,00	2	120,00
Classificação/Embalagem	D/H	30,00	2	30,00	1	30,00
Transporte interno	D/H	30,00	3	60,00	2	60,00
Expurgo	D/H	30,00	-	-	1	30,00
Aplicação de isca	D/H	30,00	-	-	0,5	15,00
<b>3. Outros:</b>						
Embalagem orgânica (sacolas 2 kg) <sup>2</sup>	mil	22,00	1,08	23,76	-	-
Embalagem convencional (saco rafia 50 kg)	un.	0,78	-	-	26	20,28
Frete orgânico	un.	0,10	1.084	108,40	-	-
Frete convencional	un.	3,00	-	-	26	78,00
<b>Total de custos</b>	-	-	-	<b>2.679,06</b>	-	<b>3.743,04</b>
<b>Produção/Receita orgânica</b>	<b>kg</b>	<b>3,30</b>	<b>2.169</b>	<b>7.157,70</b>	-	-
<b>Produção/Receita convencional</b>	<b>kg</b>	<b>2,50</b>	-	-	<b>1.300</b>	<b>3.250,00</b>

<sup>1</sup> Valores em R\$ (atualizados em outubro de 2010).<sup>2</sup> Sacolas plásticas com capacidade para 2 kg.

### 3.9 MILHO

Na cultura do milho (*Zea mays*) em rotação com as hortaliças em sistema orgânico, verificou-se um gasto com mão de obra 21% maior que no cultivo convencional da região. Porém, o custo total foi 15% menor. O maior custo do sistema tradicional de cultivo foi devido aos gastos com adubos e corretivos (Tabela 20).

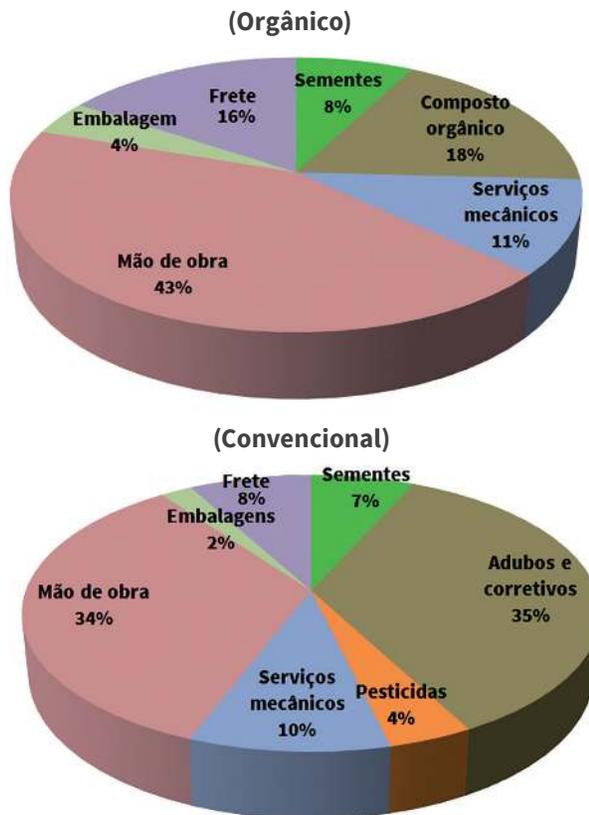
**Tabela 20.** Indicadores financeiros e consumo de mão de obra na cultura do milho (1 ha), em dois sistemas de produção. Incaper, Domingos Martins/ES, 2010<sup>1</sup>

Despesas	Orgânico		Convencional	
	Valor (R\$)	%	Valor (R\$)	%
Sementes/Mudas	254,00	7,80	254,00	6,79
Adubo orgânico (composto)	586,90	18,02	-	-
Adubos e corretivos	-	-	1.322,00	35,36
Caldas e produtos biológicos	-	-	-	-
Pesticidas	-	-	152,50	4,08
Outros insumos e materiais	-	-	-	-
Serviços mecânicos	360,00	11,05	360,00	9,63
Mão de obra (D/H)	(51) 1.410,00	43,29	(42) 1.272,00	34,02
Embalagens	133,38	4,09	78,00	2,09
Frete	513,00	15,75	300,00	8,02
<b>Total</b>	<b>3.257,28</b>	<b>100,00</b>	<b>3.738,50</b>	<b>100,00</b>

<sup>1</sup> Valores em R\$ (atualizados em outubro de 2010).

As participações da mão de obra, do composto orgânico e do frete nos custos totais apresentaram os gastos relativos no sistema orgânico, somando 43%, 18% e 16%, respectivamente. No cultivo convencional, destacaram-se os adubos/corretivos e a mão de obra com 35% e 34%, respectivamente (Figura 9).

No cultivo orgânico do milho, o baixo custo de produção se dá pela pequena quantidade de composto necessário para a adubação (10 t), uma vez que essa cultura do milho tem sido desenvolvida no efeito residual das adubações orgânicas realizadas no sistema, redundando em altas produtividades, conforme se confirma na média de 8.541 kg/ha. Dessa forma, o custo por quilo no sistema orgânico foi de R\$ 0,38, enquanto no convencional esse valor é mais elevado (R\$ 0,75). As receitas brutas geradas nos dois sistemas foram R\$ 5.978,70 e R\$ 2.900,00, respectivamente, revelando um diferencial de 106% a mais para o cultivo orgânico (Tabela 21).



**Figura 9.** Participação porcentual dos componentes no total do custo de produção de 1 ha de milho, em dois sistemas de produção. Incaper, Domingos Martins/ES, 2010.

**Tabela 21.** Coeficientes técnicos para produção de 1 ha de milho em dois sistemas de produção. Incaper, Domingos Martins/ES, 2010<sup>1</sup>

Especificação	Un.	Valor unitário <sup>1</sup> (R\$)	Orgânico		Convencional	
			Qde	Valor total (R\$)	Qde	Valor total (R\$)
<b>1. Insumos:</b>						
Composto orgânico	t	58,69	10	586,90	-	-
Calcário	t	80,00	-	-	3	240,00
Sementes	kg	12,70	20	254,00	20	254,00
FTE	kg	1,32	-	-	40	52,80
18-00-36	kg	1,12	-	-	660	739,20
Super Simples	kg	0,58	-	-	500	290,00
Pastilha para expurgo	un.	1,67	-	-	30	50,10
Isca formicida	kg	7,00	-	-	1	7,00
Herbicida	l	31,80	-	-	3	95,40
<b>2. Serviços:</b>						
Aração e gradagem	H/T	60,00	6	360,00	6	360,00
Aplicação de calcário	D/H	30,00	-	-	3	90,00
Adução química	D/H	30,00	-	-	4	120,00
Plantio	D/H	30,00	2	60,00	2	60,00

continua...

... conclusão

Especificação	Un.	Valor unitário <sup>1</sup> (R\$)	Orgânico		Convencional	
			Qde	Valor total (R\$)	Qde	Valor total (R\$)
Adubação em cobertura	D/H	30,00	8	240,00	2	60,00
Capinas	D/H	30,00	20	450,00	15	450,00
Colheita(s)	D/H	30,00	8	240,00	5	150,00
Debulha	H/T	60,00	1	60,00	0,7	42,00
Classificação/Embalagem	D/H	30,00	2	60,00	1,5	45,00
Transporte interno	D/H	30,00	10	300,00	7	210,00
Expurgo	D/H	30,00	-	-	1	30,00
Aplicação de isca	D/H	30,00	-	-	0,5	15,00
<b>3. Outros:</b>						
Embalagem (saco 50 kg) <sup>2</sup>	un.	0,78	171	133,38	100	78,00
Frete	un.	3,00	171	513,00	100	300,00
<b>Total de custos</b>	-	-	-	<b>3.257,28</b>	-	<b>3.738,50</b>
<b>Produção/Receita orgânica</b>	<b>kg</b>	<b>0,70</b>	<b>8.541</b>	<b>5.978,70</b>	-	-
<b>Produção/Receita convencional</b>	<b>kg</b>	<b>0,58</b>	-	-	<b>5.000</b>	<b>2.900,00</b>

<sup>1</sup> Valores em R\$ (atualizados em outubro de 2010).

<sup>2</sup> Embalagem (saco de rafia), capacidade para 50 kg, para os dois sistemas.

### 3.10 MORANGO

Na cultura do morango (*Fragaria vesca*), observa-se que ambos os sistemas de produção se mostraram altamente rentáveis, mesmo com os custos de produção relativamente elevados em relação a outras culturas. Os maiores custos se devem ao elevado consumo de mão de obra para o cultivo do morangueiro, com gastos totais de 526 e 617 D/H por hectare, nos sistemas orgânico e convencional, respectivamente. Essa diferença de gastos se deve à mão de obra demandada para as atividades de colheita/embalagem e pulverizações, que somam 313 D/H no orgânico e 400 D/H em função do maior volume de produção e do maior número de pulverizações com pesticidas no cultivo convencional (Tabelas 22 e 23).

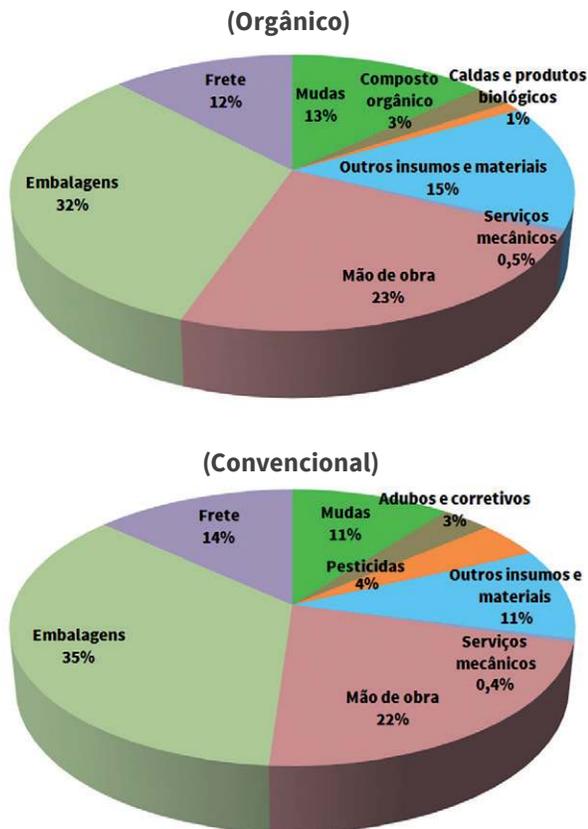
O custo de produção do sistema tradicional situou-se na faixa de 25% a mais que o orgânico, devido principalmente aos gastos adicionais com pesticidas e com mais embalagens para comportar a maior produção de frutos (Tabela 22). Esses resultados são semelhantes aos de Donadelli, Kano e Fernandes Júnior (2012), que verificaram um custo 16% maior para o convencional. As participações percentuais dos componentes nos custos totais do morangueiro, ilustrados na Figura 10, indicam uma distribuição muito semelhante dos componentes em ambos os sistemas de produção.

No sistema orgânico, verificou-se uma receita bruta de R\$ 175.881,70 com a produção de 26.251 kg ha<sup>-1</sup>. Mesmo com o menor preço de mercado do morango, a produtividade de 36.000 kg ha<sup>-1</sup> do sistema convencional proporcionou uma receita bruta de R\$ 180.000,00, ligeiramente superior ao cultivo orgânico (Tabela 23).

**Tabela 22.** Indicadores financeiros e consumo de mão de obra na cultura do morango (1 ha), em dois sistemas de produção. Incaper, Domingos Martins/ES, 2010<sup>1</sup>

Despesas	Orgânico		Convencional	
	Valor (R\$)	%	Valor (R\$)	%
Sementes/Mudas	9.000,00	13,27	9.000,00	10,63
Adubo orgânico (composto)	1.760,70	2,60	-	-
Adubos e corretivos	-	-	2.826,80	3,34
Caldas e produtos biológicos	748,00	1,10	-	-
Pesticidas	-	-	3.619,00	4,27
Outros insumos e materiais	9.983,00	14,72	8.975,00	10,60
Serviços mecânicos	360,00	0,53	360,00	0,43
Mão de obra (D/H)	(526) 15.780,00	23,27	(617) 18.510,00	21,86
Embalagens	21.875,00	32,25	30.000,00	35,42
Frete	8.312,50	12,26	11.400,00	13,46
<b>Total</b>	<b>67.819,20</b>	<b>100,00</b>	<b>84.690,80</b>	<b>100,00</b>

<sup>1</sup> Valores em R\$ (atualizados em outubro de 2010).



**Figura 10.** Participação porcentual dos componentes no total do custo de produção de 1 ha de morango, em dois sistemas de produção. Incaper, Domingos Martins/ES, 2010.

**Tabela 23.** Coeficientes técnicos para produção de 1 ha de morango em dois sistemas de produção. Incaper, Domingos Martins/ES, 2010<sup>1</sup>

Especificação	Un.	Valor unitário <sup>1</sup> (R\$)	Orgânico		Convencional	
			Qde	Valor total (R\$)	Qde	Valor total (R\$)
<b>1. Insumos:</b>						
Mudas	un.	0,15	60.000	9.000,00	60.000	9.000,00
Composto orgânico	t	58,69	30	1.760,70	-	-
Biofertilizante enriquecido (6 vezes)	l	0,06	16.800	1.008,00	-	-
Esterco de galinha	t	120,00	-	-	10	1.200,00
Calcário	t	80,00	-	-	3	240,00
FTE	kg	1,32	-	-	40	52,80
Superfosfato Simples	kg	0,58	-	-	2000	1.160,00
18-00-36	kg	1,12	-	-	1.200	1.334,00
Beauveria bassiana	kg	35,00	8	210,00	-	-
Óleo de nim (2 aplicações)	l	40,00	10	400,00	-	-
Calda bordalesa (4 pulverizações)	l	0,069	2000	138,00	-	-
Espalhante adesivo	l	10,00	-	-	10	100,00
Fungicidas	kg	74,30	-	-	30	2.229,00
Inseticidas	l	86,00	-	-	15	1.290,00
<b>2. Serviços:</b>						
Aração e gradagem	H/T	60,00	6	360,00	6	360,00
Aplicação de calcário	D/H	30,00	-	-	3	90,00
Preparo de solo (canteiros)	D/H	30,00	50	1.500,00	50	1.500,00
Aducação química	D/H	30,00	-	-	3	90,00
Distribuição de composto	D/H	30,00	6	180,00	-	-
Distribuição de esterco	D/H	30,00	-	-	3	90,00
Plantio	D/H	30,00	80	2.400,00	80	2.400,00
Aducação em cobertura	D/H	30,00	-	-	18	540,00
Cobertura com biofertilizante	D/H	30,00	12	360,00	-	-
Capinas	D/H	30,00	25	750,00	20	600,00
Aplicação de calda bordalesa	D/H	30,00	8	240,00	-	-
Pulverizações	D/H	30,00	5	150,00	50	1.500,00
Irrigações	D/H	30,00	20	600,00	20	600,00
Colheita/ Embalagem	D/H	30,00	300	9.000,00	350	10.500,00
Transporte interno	D/H	30,00	20	600,00	20	600,00
<b>3. Outros:</b>						
Plástico de polietileno (500m <sup>2</sup> )	bobina	183,00	12	2.195,00	12	2.195,00
Kit túnel plástico baixo (500 m <sup>2</sup> ) <sup>2</sup>	un.	565,00	12	6.780,00	12	6.780,00
Embalagem cap. 1,2 kg <sup>3</sup>	un.	0,56	21.875	12.250,00	30.000	16.800,00
Caixeta 0,3 kg (cumbuca) <sup>3</sup>	un.	0,11	87.500	9.625,00	120.000	13.200,00
Frete	un.	0,38	21.875	8.312,50	30.000	11.400,00
<b>Total de custos</b>	-	-	-	<b>67.819,20</b>	-	<b>84.690,80</b>
<b>Produção/Receita orgânica</b>	<b>kg</b>	<b>6,70</b>	<b>26.251</b>	<b>175.881,70</b>	-	-
<b>Produção/Receita convencional</b>	<b>kg</b>	<b>5,00</b>	-	-	<b>36.000</b>	<b>180.000,00</b>

<sup>1</sup> Valores em R\$ (atualizados em outubro de 2010).

<sup>2</sup> Custo anual do kit composto por lona leitosa, arco PVC e fitilho, considerando vida útil de três anos.

<sup>3</sup> Embalagem de papelão, com capacidade para quatro caixetas de 0,3 kg (1,2 kg), para os dois sistemas.

### 3.11 PIMENTÃO

Os indicadores financeiros da Tabela 24 indicam um custo de produção semelhante entre os dois sistemas de cultivo. Os maiores gastos com embalagens e frete no cultivo orgânico equivalem às despesas com adubos/corretivos e pesticidas no sistema convencional. O maior gasto verificado no cultivo convencional, ou seja, mão de obra, deve-se ao consumo de serviços adicionais para as operações de colheita, classificação e embalagem do maior volume produzido, uma vez que o total de gastos nas demais operações foi semelhante.

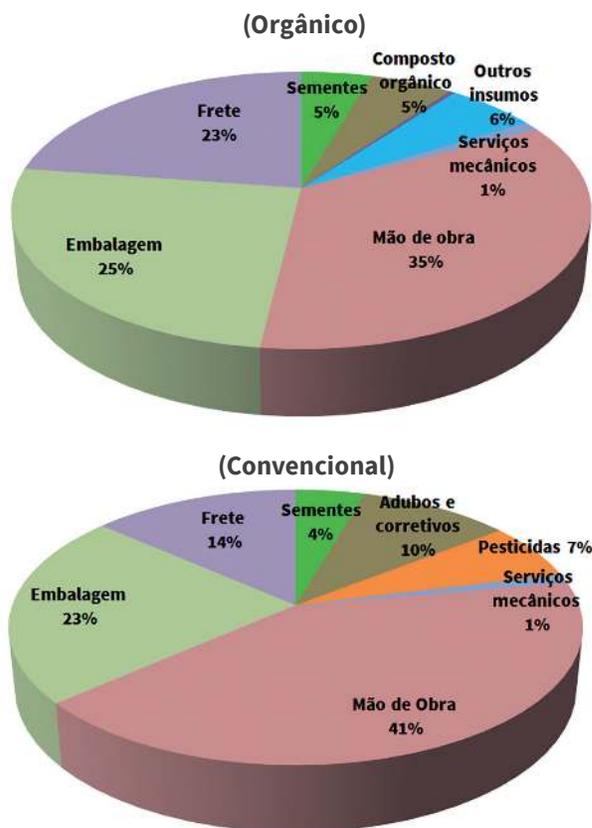
**Tabela 24.** Indicadores financeiros e consumo de mão de obra na cultura do pimentão (1 ha), em dois sistemas de produção. Incaper, Domingos Martins/ES, 2010<sup>1</sup>

Despesas	Orgânico		Convencional	
	Valor (R\$)	%	Valor (R\$)	%
Sementes/Mudas	1.500,00	4,59	1.500,00	4,55
Adubo orgânico (composto)	1.760,70	5,39	-	-
Adubos e corretivos	-	-	3.292,40	9,98
Caldas e produtos biológicos	110,40	0,34	-	-
Pesticidas	-	-	2.193,60	6,65
Outros insumos e materiais	1.920,00	5,88	-	-
Serviços mecânicos	360,00	1,10	360,00	1,09
Mão de obra (D/H)	(382) 11.310,00	34,63	(455) 13.650,00	41,37
Embalagem	8.291,36	25,39	7.500,00	22,73
Frete	7.403,00	22,67	4.500,00	13,64
<b>Total</b>	<b>32.655,46</b>	<b>100,00</b>	<b>32.996,00</b>	<b>100,00</b>

<sup>1</sup>Valores em R\$ (atualizados em outubro de 2010).

As participações percentuais dos componentes nos custos totais do sistema orgânico e convencional do pimentão (*Capsicum annuum*) também mostraram uma distribuição similar, havendo maior participação da mão de obra no cultivo convencional e do frete no orgânico (Figura 11).

Com a maior produtividade do sistema convencional (30.000 kg/ha), a receita bruta foi de R\$ 30.300,00, pouco inferior à receita do cultivo orgânico, que foi de R\$ 37.755,30, devido à grande diferença no preço de venda (Tabela 25).



**Figura 11.** Participação percentual dos componentes no total do custo de produção de 1 ha de pimentão, em dois sistemas de produção. Incaper, Domingos Martins/ES, 2010.

**Tabela 25.** Coeficientes técnicos para produção de 1 ha de pimentão em dois sistemas de produção. Incaper, Domingos Martins/ES, 2010<sup>1</sup>

Especificação	Un.	Valor unitário <sup>1</sup> (R\$)	Orgânico		Convencional	
			Qde	Valor total (R\$)	Qde	Valor total (R\$)
<b>1. Insumos:</b>						
Composto orgânico	t	58,69	30	1.760,70	-	-
Sementes	g	7,50	200	1.500,00	200	1.500,00
Calcário	t	80,00	-	-	3	240,00
Esterco de galinha	t	120,00	-	-	10	1.200,00
18-00-36	kg	1,12	-	-	830	929,60
Super Simples	kg	0,58	-	-	1.500	870,00
FTE	kg	1,32	-	-	40	52,80
Biofertilizante enriquecido (8 vezes)	l	0,06	32.000	1.920,00	-	-
Calda bordalesa (2 pulverizações)	l	0,069	1.600	110,40	-	-
Espalhante adesivo	l	10,00	-	-	5	50,00
Fungicidas	kg	40,00	-	-	40	1.600,00
Inseticidas	l	40,00	-	-	12	480,00
Herbicida	l	31,80	-	-	2	63,60

continua...

... conclusão

Especificação	Un.	Valor unitário <sup>1</sup> (R\$)	Orgânico		Convencional	
			Qde	Valor total (R\$)	Qde	Valor total (R\$)
<b>2. Serviços:</b>						
Aração e gradagem	H/T	60,00	6	360,00	6	360,00
Produção de mudas	D/H	30,00	4	120,00	4	120,00
Aplicação de calcário	D/H	30,00	-	-	3	90,00
Preparo de solo (covas)	D/H	30,00	12	360,00	12	360,00
Adubação química	D/H	30,00	-	-	6	180,00
Distribuição de composto	D/H	30,00	12	360,00	-	-
Distribuição de esterco	D/H	30,00	-	-	6	180,00
Plantio	D/H	30,00	20	600,00	20	600,00
Tutoramento	D/H	30,00	45	1.350,00	45	1.350,00
Amarrio e desbrota	D/H	30,00	50	1.500,00	50	1.500,00
Cobertura com biofertilizante	D/H	30,00	16	480,00	-	-
Adubação em cobertura	D/H	30,00	-	-	3	90,00
Capinas	D/H	30,00	20	450,00	15	450,00
Aplicação de calda bordalesa	D/H	30,00	8	240,00	-	-
Pulverizações	D/H	30,00	-	-	40	1.200,00
Irrigações	D/H	30,00	30	900,00	30	900,00
Colheita(s)	D/H	30,00	100	3.000,00	136	4.080,00
Classificação/Embalagem	D/H	30,00	50	1.500,00	65	1.950,00
Transporte interno	D/H	30,00	15	450,00	20	600,00
<b>3. Outros:</b>						
Embalagem orgânica (bandeja 0,3 kg) <sup>2</sup>	mil	112,00	74,03	8.291,36	-	-
Embalagem convencional (cx. 10 kg)	un.	2,50	-	-	3.000	7.500,00
Frete orgânico	un.	0,10	74.030	7.403,00	-	-
Frete convencional	un.	1,50	-	-	3.000	4.500,00
<b>Total de custos</b>	-	-	-	<b>32.655,46</b>	-	<b>32.996,00</b>
<b>Produção/Receita orgânica</b>	<b>kg</b>	<b>1,70</b>	<b>22.209</b>	<b>37.755,30</b>	-	-
<b>Produção/Receita convencional</b>	<b>kg</b>	<b>1,01</b>	-	-	<b>30.000</b>	<b>30.300,00</b>

<sup>1</sup>Valores em R\$ (atualizados em outubro de 2010).<sup>2</sup>Bandejas de isopor e filme plástico, para embalagem de 0,3 kg.

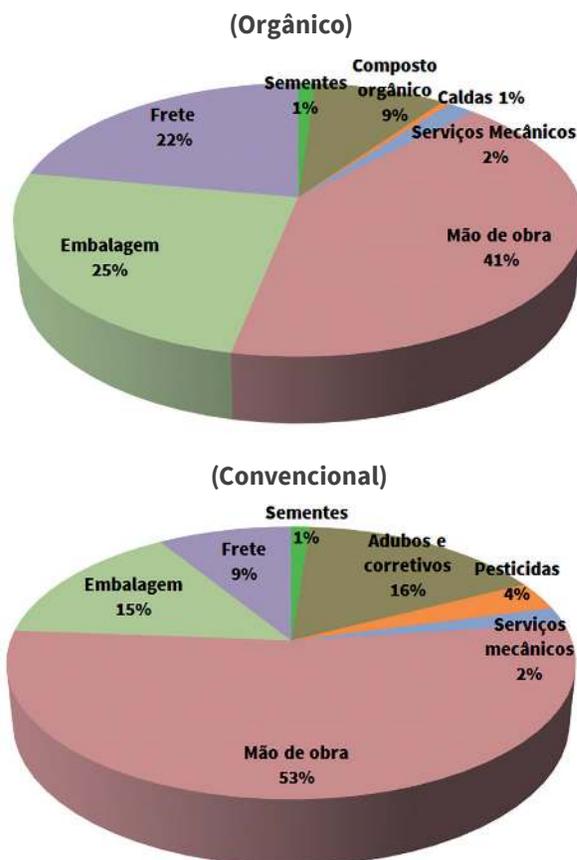
### 3.12 QUIABO

Os custos totais foram semelhantes entre os cultivos orgânicos e convencionais de quiabo (*Abelmoschus esculentus*), identificando-se apenas diferenças nas participações percentuais dos componentes de cada sistema, conforme os dados da Tabela 26 e as ilustrações da Figura 12. As embalagens e o frete tiveram participação mais expressiva no cultivo orgânico, enquanto a mão de obra e os adubos/corretivos tiveram maior impacto sobre os custos do sistema convencional. O maior gasto com mão de obra no convencional se deve ao adicional de 30 D/H para pulverizações e 15 D/H a mais nas operações de colheitas.

**Tabela 26.** Indicadores financeiros e consumo de mão de obra na cultura do quiabo (1 ha), em dois sistemas de produção. Incaper, Domingos Martins/ES, 2010<sup>1</sup>

Despesas	Orgânico		Convencional	
	Valor (R\$)	%	Valor (R\$)	%
Sementes/Mudas	224,00	1,12	224,00	1,24
Adubo orgânico (composto)	1.760,70	8,78	-	-
Aubos e corretivos	-	-	2.928,00	16,26
Caldas e produtos biológicos	110,00	0,55	-	-
Pesticidas	-	-	611,60	3,40
Outros insumos e materiais	-	-	-	-
Serviços mecânicos	360,00	1,79	360,00	2,00
Mão de obra (D/H)	(274) 8.220,00	40,98	(320) 9.600,00	53,31
Embalagem	4.958,24	24,72	2.677,50	14,87
Frete	4.427,30	22,07	1.606,50	8,92
<b>Total</b>	<b>20.060,24</b>	<b>100,00</b>	<b>18.007,60</b>	<b>100,00</b>

<sup>1</sup> Valores em R\$ (atualizados em outubro de 2010).



**Figura 12.** Participação porcentual dos componentes no total do custo de produção de 1 ha de quiabo, em dois sistemas de produção. Incaper, Domingos Martins/ES, 2010.

Com uma receita bruta de R\$ 19.923,00 em função, principalmente, do sobrepreço pago pelo mercado orgânico, contra um custo de R\$20.060,24, esse sistema mostrou-se menos deficitário que o convencional, cuja receita bruta foi de R\$ 13.950,00, contra um custo de R\$ 18.007,60 (Tabela 27).

**Tabela 27.** Coeficientes técnicos para produção de 1 ha de quiabo em dois sistemas de produção. Incaper, Domingos Martins/ES, 2010<sup>1</sup>

Especificação	Un.	Valor unitário <sup>1</sup> (R\$)	Orgânico		Convencional	
			Qde	Valor total (R\$)	Qde	Valor total (R\$)
<b>1. Insumos:</b>						
Composto orgânico	t	58,69	30	1.760,70	-	-
Sementes	g	0,028	8.000	224,00	8.000	224,00
Calcário	t	80,00	-	-	3	240,00
Esterco de galinha	t	120,00	-	-	10	1.200,00
18-00-36	kg	1,12	-	-	660	739,20
Super Simples	kg	0,58	-	-	1.200	696,00
FTE	kg	1,32	-	-	40	52,80
Calda bordalesa (2 pulverizações)	l	0,069	1.600	110,00	-	-
Espalhante adesivo	l	10,00	-	-	5	50,00
Fungicidas	kg	25,00	-	-	12	300,00
Inseticidas	l	33,00	-	-	6	198,00
Herbicida	l	31,80	-	-	2	63,60
<b>2. Serviços:</b>						
Aração e gradagem	H/T	60,00	6	360,00	6	360,00
Produção de mudas	D/H	30,00	4	120,00	4	120,00
Aplicação de calcário	D/H	30,00	-	-	3	90,00
Preparo de solo (covas)	D/H	30,00	12	360,00	12	360,00
Adução química	D/H	30,00	-	-	6	180,00
Distribuição de composto	D/H	30,00	12	360,00	-	-
Distribuição de Esterco	D/H	30,00	-	-	6	180,00
Plantio	D/H	30,00	20	600,00	20	600,00
Adução em cobertura	D/H	30,00	8	240,00	3	90,00
Capinas	D/H	30,00	15	450,00	15	450,00
Aplicação de calda bordalesa	D/H	30,00	8	240,00	-	-
Pulverizações	D/H	30,00	-	-	30	900,00
Irrigações	D/H	30,00	30	900,00	30	900,00
Colheita(s)	D/H	30,00	100	3.000,00	115	3.450,00
Classificação/Embalagem	D/H	30,00	50	1.500,00	58	1.740,00
Transporte interno	D/H	30,00	15	450,00	18	540,00
<b>3. Outros:</b>						
Embalagem orgânica (bandeja 0,3 kg) <sup>2</sup>	mil	112,00	44,27	4.958,24	-	-
Embalagem convencional (cx. 14 kg)	un.	2,50	-	-	1.071	2.677,50
Frete orgânico	un.	0,10	44.273	4.427,30	-	-
Frete convencional	un.	1,50	-	-	1.071	1.606,50

continua...

... conclusão

Especificação	Un.	Valor unitário <sup>1</sup> (R\$)	Orgânico		Convencional	
			Qde	Valor total (R\$)	Qde	Valor total (R\$)
<b>Total de custos</b>	-	-		<b>20.060,24</b>	-	<b>18.007,60</b>
<b>Produção/Receita orgânica</b>	<b>kg</b>	<b>1,50</b>		<b>19.923,00</b>	-	-
<b>Produção/Receita convencional</b>	<b>kg</b>	<b>0,93</b>		-	<b>15.000</b>	<b>13.950,00</b>

<sup>1</sup> Valores em R\$ (atualizados em outubro de 2010).

<sup>2</sup> Bandejas de isopor e filme plástico, para embalagem de 0,3 kg.

### 3.13 REPOLHO

O custo de produção da cultura do repolho (*Brassica oleracea* var. *capitata*) no sistema orgânico foi 21% menor que no convencional, totalizando R\$ 11.099,67 contra R\$ 14.096,00 por hectare, respectivamente. Os gastos com adubos/corretivos e pesticidas foram as causas das maiores onerações no cultivo tradicional (Tabela 28).

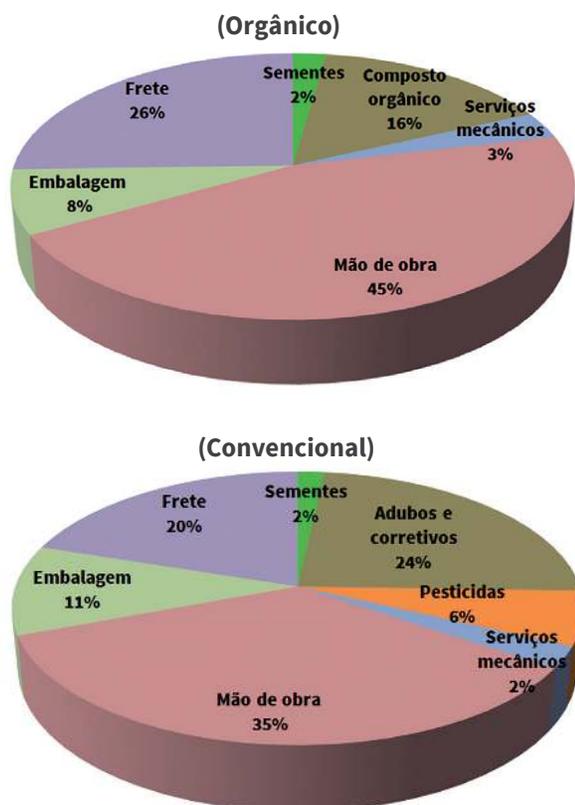
**Tabela 28.** Indicadores financeiros e consumo de mão de obra na cultura do repolho (1 ha), em dois sistemas de produção. Incaper, Domingos Martins/ES, 2010<sup>1</sup>

Despesas	Orgânico		Convencional	
	Valor (R\$)	%	Valor (R\$)	%
Sementes/Mudas	246,00	2,22	246,00	1,75
Adubo orgânico (composto)	1.760,70	15,86	-	-
Adubos e corretivos	-	-	3.342,40	23,71
Caldas e produtos biológicos	-	-	-	-
Pesticidas	-	-	903,60	6,41
Outros insumos e materiais	-	-	-	-
Serviços mecânicos	360,00	3,24	360,00	2,55
Mão de obra	(171) 5.040,00	45,41	(164) 4.920,00	34,90
Embalagem	865,37	7,80	1.504,00	10,67
Frete	2.827,60	25,47	2.820,00	20,01
<b>Total</b>	<b>11.099,67</b>	<b>100,00</b>	<b>14.096,00</b>	<b>100,00</b>

<sup>1</sup> Valores em R\$ (atualizados em outubro de 2010).

A ausência de problemas fitossanitários no sistema orgânico dispensa pulverizações com caldas, limitando-se apenas ao uso do composto como insumo necessário à produção (R\$ 1.760,70), ao passo que, no sistema convencional, o total de gastos com insumos atinge R\$ 4.246,00 (esterco, adubos químicos e pesticidas).

As participações percentuais dos componentes nos custos totais do sistema orgânico e convencional do repolho, ilustrados na Figura 13, revelaram a mão de obra e o frete como os maiores gastos no sistema orgânico e a mão-de-obra e os adubos/corretivos no convencional.



**Figura 13.** Participação porcentual dos componentes no total do custo de produção de 1 ha de repolho, em dois sistemas de produção. Incaper, Domingos Martins/ES, 2010.

Considerando as produtividades do repolho (56.553 kg/ha e 47.102 kg/ha para os sistemas orgânico e convencional, respectivamente), a receita bruta do sistema orgânico foi de R\$ 25.448,85, 74% maior que a do cultivo convencional, que foi de R\$ 14.601,62. Esse fato está relacionado à baixa remuneração do produto no mercado convencional, ao sobrepreço pago pelo mercado orgânico e às diferenças no rendimento comercial (Tabela 29).

**Tabela 29.** Coeficientes técnicos para produção de 1 ha de repolho em dois sistemas de produção. Incaper, Domingos Martins/ES, 2010<sup>1</sup>

Especificação	Un.	Valor unitário <sup>1</sup> (R\$)	Orgânico		Convencional	
			Qde	Valor total (R\$)	Qde	Valor total (R\$)
<b>1. Insumos:</b>						
Composto orgânico	t	58,69	30	1.760,70	-	-
Sementes	g	0,082	300	246,00	300	246,00
Esterco de galinha	t	80,00	-	-	8	960,00
Calcário	t	120,00	-	-	3	240,00
Super Simples	Kg	1,12	-	-	2.000	1.160,00
18-00-36	kg	0,58	-	-	830	929,60
FTE	kg	1,32	-	-	40	52,80
Oxicloreto de cobre	kg	15,00	-	-	2	30,00
Espalhante adesivo	l	10,00	-	-	2	20,00
Fungicidas	l	25,00	-	-	6	150,00
Inseticidas	kg	80,00	-	-	8	640,00
Herbicida	l	31,80	-	-	2	63,60
<b>2. Serviços:</b>						
Aração e gradagem	H/T	60,00	6	360,00	6	360,00
Produção de mudas	D/H	30,00	3	90,00	3	90,00
Aplicação de calcário	D/H	30,00	-	-	3	90,00
Preparação de solo (covas)	D/H	30,00	12	360,00	12	360,00
Adubação química	D/H	30,00	-	-	6	180,00
Distribuição de composto	D/H	30,00	22	660,00	-	-
Distribuição de esterco	D/H	30,00	-	-	10	300,00
Plantio	D/H	30,00	34	1.020,00	34	1.020,00
Adubação em cobertura	D/H	30,00	8	240,00	5	150,00
Capinas	D/H	30,00	25	600,00	20	600,00
Pulverizações	D/H	30,00	-	-	10	300,00
Irrigações (5 vezes)	D/H	30,00	30	900,00	30	900,00
Colheita(s)	D/H	30,00	7	270,00	7	210,00
Classificação/Embalagem	D/H	30,00	22	660,00	18	540,00
Transporte interno	D/H	30,00	8	240,00	6	180,00
<b>3. Outros:</b>						
Embalagem orgânica (filme plástico 1000 m) <sup>2</sup>	mil	30,60	28,28	865,37	-	-
Embalagem convencional (saco 25 kg)	un.	0,80	-	-	1.880	1.504,00
Frete orgânico	un.	0,10	28.276	2.827,60	-	-
Frete convencional	un.	1,50	-	-	1.880	2.820,00
<b>Total de custos</b>	-	-	-	<b>11.099,67</b>	-	<b>14.096,00</b>
<b>Produção/Receita orgânica</b>	<b>kg</b>	<b>0,45</b>	<b>56.553</b>	<b>25.448,85</b>	-	-
<b>Produção/Receita convencional</b>	<b>kg</b>	<b>0,31</b>	-	-	<b>47.102</b>	<b>14.601,62</b>

<sup>1</sup>Valores em R\$ (atualizados em outubro de 2010).

<sup>2</sup>0,6 m de filme plástico, 38 cm de largura, para embalagem individual de cabeças com 2 kg.

## 3.14 TARO

Os indicadores físicos e financeiros da cultura do taro (*Colocasia esculenta*) estão contidos na Tabela 30. Observam-se custos totais muito similares entre os dois sistemas, inclusive com demanda de mão de obra muito parecida totalizando 157 D/H no cultivo orgânico e 149 D/H no convencional.

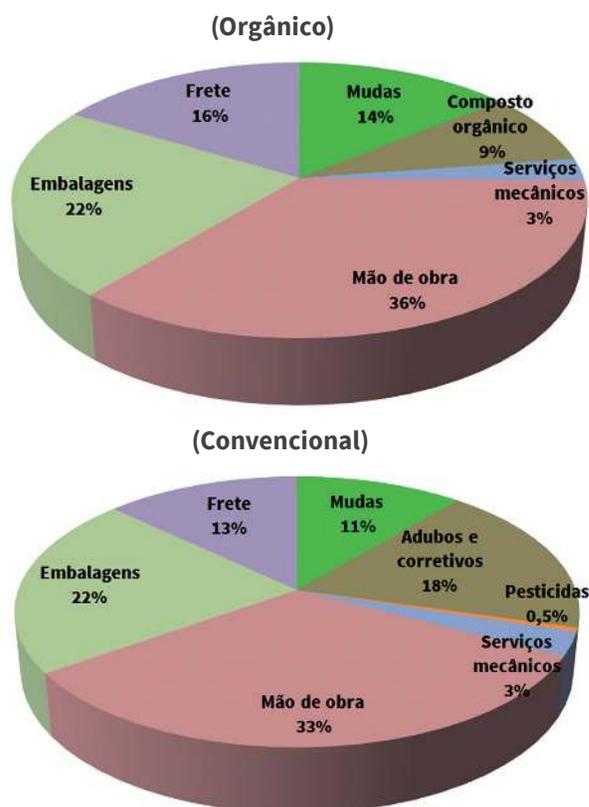
**Tabela 30.** Indicadores financeiros e consumo de mão de obra na cultura do taro (1 ha), em dois sistemas de produção. Incaper, Domingos Martins/ES, 2010<sup>1</sup>

Despesas	Orgânico		Convencional	
	Valor (R\$)	%	Valor (R\$)	%
Sementes/Mudas	1.940,00	14,13	1.460,00	11,17
Adubo orgânico (composto)	1.173,80	8,55	-	-
Aubos e corretivos	-	-	2.384,40	18,24
Caldas e produtos biológicos	-	-	-	-
Pesticidas	-	-	63,60	0,49
Outros insumos e materiais	-	-	-	-
Serviços mecânicos	360,00	2,62	360,00	2,75
Mão de obra	(157) 4.920,00	35,83	(149) 4.260,00	32,59
Embalagens	3.080,80	22,44	2.840,00	21,73
Frete	2.256,90	16,44	1.704,00	13,04
<b>Total</b>	<b>10.665,08</b>	<b>100,00</b>	<b>10.889,00</b>	<b>100,00</b>

<sup>1</sup>Valores em R\$ (atualizados em outubro de 2010).

Os componentes com maior participação relativa nos custos totais dos dois sistemas foram a mão de obra e as embalagens, que representaram 36% e 22% no cultivo orgânico e 33% e 22% no convencional, respectivamente, conforme ilustrado na Figura 14.

Os coeficientes técnicos na Tabela 31 indicam que, com rendimento de 22.569 kg ha<sup>-1</sup> para venda, o sistema orgânico obteve receita bruta de R\$ 21.831,93, enquanto o convencional, com produtividade de 23.000 kg ha<sup>-1</sup> para venda, obteve receita bruta de R\$ 16.790,00, mostrando que o cultivo orgânico, apesar de ser um pouco menos produtivo em relação ao convencional, gerou receita bruta 30% maior em função do sobrepreço pago no mercado de produtos orgânicos.



**Figura 14.** Participação porcentual dos componentes no total do custo de produção de 1 ha de taro, em dois sistemas de produção. Incaper, Domingos Martins/ES, 2010.

**Tabela 31.** Coeficientes técnicos para produção de 1 ha de taro em dois sistemas de produção. Incaper, Domingos Martins/ES, 2010<sup>1</sup>

Especificação	Un.	Valor unitário <sup>1</sup> (R\$)	Orgânico		Convencional	
			Qde	Valor total (R\$)	Qde	Valor total (R\$)
<b>1. Insumos:</b>						
Composto orgânico	t	58,69	20	1.173,80	-	-
Rizomas-semente orgânicos	kg	0,97	2.000	1.940,00	-	-
Rizomas-semente convencionais	kg	0,73	2.000	-	2.000	1.460,00
Esterco de galinha	t	120,00	-	-	10	1.200,00
Calcário	t	80,00	-	-	3	240,00
Super Simples	kg	0,58	-	-	900	522,00
18-00-36	kg	1,12	-	-	330	369,60
FTE	kg	1,32	-	-	40	52,80
Herbicida	l	31,80	-	-	2	63,60
<b>2. Serviços:</b>						
Aração e gradagem	H/T	60,00	6	360,00	6	360,00
Aplicação de calcário	D/H	30,00	-	-	3	90,00

continua...

...conclusão

Especificação	Un.	Valor unitário <sup>1</sup> (R\$)	Orgânico		Convencional	
			Qde	Valor total (R\$)	Qde	Valor total (R\$)
Preparo de solo (sulcos)	D/H	30,00	10	300,00	10	300,00
Pulverização herbicida	D/H	30,00	-	-	1	30,00
Adubação química	D/H	30,00	-	-	4	120,00
Distribuição de composto	D/H	30,00	12	360,00	-	-
Distribuição de esterco	D/H	30,00	-	-	6	180,00
Plantio	D/H	30,00	10	300,00	10	300,00
Adubação em cobertura	D/H	30,00	8	240,00	3	90,00
Amontoa	D/H	30,00	15	450,00	15	450,00
Capinas	D/H	30,00	15	300,00	10	300,00
Irrigações	D/H	30,00	10	300,00	10	300,00
Colheita(s)	D/H	30,00	30	900,00	30	750,00
Limpeza/Toalete	D/H	30,00	12	420,00	12	360,00
Classificação/Embalagem	D/H	30,00	25	1.050,00	25	750,00
Transporte interno	D/H	30,00	10	300,00	10	240,00
<b>3. Outros:</b>						
Embalagem orgânica (bandeja 1 kg) <sup>2</sup>	mil	136,50	22,57	3080,80	-	-
Embalagem convencional (cx. 22 kg)	un.	2,50	-	-	1.136	2840,00
Frete orgânico	un.	0,10	22.569	2.256,90	-	-
Frete convencional	un.	1,50	-	-	1.136	1.704,00
<b>Total de custos</b>	-	-	-	<b>10.665,08</b>	-	<b>10.889,08</b>
<b>Produção/Receita orgânica</b>	<b>kg</b>	<b>0,97</b>	<b>22.569<sup>3</sup></b>	<b>21.831,93</b>	-	-
<b>Produção/Receita convencional</b>	<b>kg</b>	<b>0,73</b>	-	-	<b>23.000<sup>3</sup></b>	<b>16.790,00</b>

<sup>1</sup>Valores em R\$ (atualizados em outubro de 2010).<sup>2</sup>Bandejas de isopor e filme plástico, para embalagem de 1kg.<sup>3</sup>Quantidade já descontada a reserva de 2.000 kg de rizomas-semente para o próximo plantio de 1 ha.

### 3.15 TOMATE

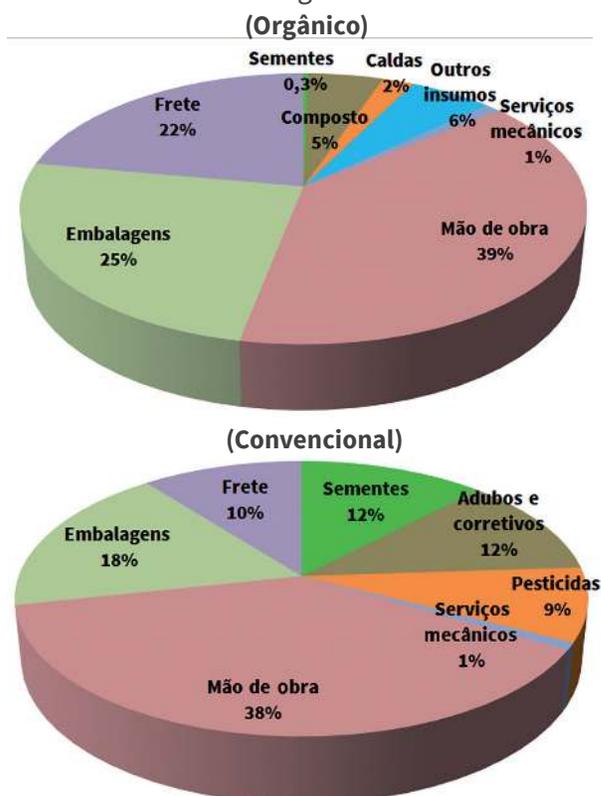
O uso intensivo de adubos/corretivos e pesticidas na cultura do tomate (*Lycopersicon esculenta*) convencional representa um gasto de R\$ 8.902,40 por hectare, sendo esse um dos diferenciais de custo de produção desse sistema em relação ao cultivo orgânico, que contempla um gasto total de R\$ 4.412,30 com composto, caldas/produtos biológicos e biofertilizante líquido (Tabela 32). Os maiores gastos com mão de obra no cultivo convencional (557 D/H), em relação ao orgânico (458 D/H), se devem à despesa de 46 D/H a mais para pulverizações e de 70 D/H a mais para as colheitas, classificação e embalagem do maior volume de produção (Tabela 33).

**Tabela 32.** Indicadores financeiros e consumo de mão de obra na cultura do tomate (1 ha), em dois sistemas de produção. Incaper, Domingos Martins/ES, 2010<sup>1</sup>

Despesas	Orgânico		Convencional	
	Valor (R\$)	%	Valor (R\$)	%
Sementes/Mudas	103,20	0,30	5.360,00	12,26
Adubo orgânico (composto)	1.760,70	5,06	-	-
Aubos e corretivos	-	-	5.116,80	11,70
Caldas e produtos biológicos	731,60	2,10	-	-
Pesticidas	-	-	3.785,60	8,66
Outros insumos e materiais	1.920,00	5,52	-	-
Serviços mecânicos	360,00	1,03	360,00	0,82
Mão de obra	(458) 13.590,00	39,05	(557) 16.710,00	38,21
Embalagens	8.628,48	24,80	7.750,00	17,72
Frete	7.703,60	22,14	4.650,00	10,63
<b>Total</b>	<b>34,797,58</b>	<b>100,00</b>	<b>43.732,40</b>	<b>100,00</b>

<sup>1</sup>Valores em R\$ (atualizados em outubro de 2010).

As participações percentuais dos componentes nos custos totais do sistema orgânico e convencional são bastante distintas. No cultivo orgânico, há uma maior participação relativa da mão de obra, embalagens e frete, que somam 86% do custo. No convencional, há uma distribuição mais regular da participação dos componentes, conforme se visualiza na Figura 15.



**Figura 15.** Participação percentual dos componentes no total do custo de produção de 1 ha de tomate, em dois sistemas de produção. Incaper, Domingos Martins/ES, 2010.

Em consequência do alto consumo de insumos químicos, a produtividade no sistema convencional é bastante superior ao sistema orgânico. Porém, mesmo com rendimento de frutos 44% menor, quando se considera que o custo de produção foi 20% mais baixo e o preço de venda 108% mais alto, a receita bruta no sistema orgânico foi 18% maior, conforme se verifica no detalhamento dos coeficientes técnicos da Tabela 33. Esses dados se assemelham aos obtidos por Luz, Shinzato e Silva (2007), em que o tomate orgânico apresentou custo de produção 17,1% mais baixo que o convencional e lucratividade até 113,6% maior, muito próxima àquela obtida no trabalho ora em questão que foi de 94%.

**Tabela 33.** Coeficientes técnicos para produção de 1 ha de tomate em dois sistemas de produção. Incaper, Domingos Martins/ES, 2010<sup>1</sup>

Especificação	Un.	Valor unitário <sup>1</sup> (R\$)	Orgânico		Convencional	
			Qde	Valor total (R\$)	Qde	Valor total (R\$)
<b>1. Insumos:</b>						
Composto orgânico	t	58,69	30	1.760,7	-	-
Esterco de galinha	t	120,00	-	-	10	1.200,00
Sementes orgânicas varietais <sup>2</sup>	g	1,29	80	103,20	-	-
Sementes convencionais híbridas	g	67,00	-	-	80	5.360,00
Calcário	t	80,00	-	-	3	240,00
Superfosfato Simples	kg	0,58	-	-	2.000	1.160,00
18-00-36	kg	1,12	-	-	2.200	2.464,00
FTE	kg	1,32	-	-	40	52,80
Biofertilizante líquido enriquecido (8 vezes)	l	0,06	32.000	1.920,00	-	-
Fosfito	l	26,00	5	130,00	-	-
Bacillusthuringiensis	kg	80,00	2	160,00	-	-
Calda bordalesa (8 pulverizações)	l	0,069	6.400	441,60	-	-
Espalhante adesivo	l	10,00	-	-	12	120,00
Fungicidas/Bactericidas	kg	35,00	-	-	70	2.450,00
Inseticidas	l	48,00	-	-	24	1.152,00
Herbicida	l	31,80	-	-	2	63,60
<b>2. Serviços:</b>						
Aração e gradagem	H/T	60,00	6	360,00	6	360,00
Produção de mudas	D/H	30,00	4	120,00	4	120,00
Aplicação de calcário	D/H	30,00	-	-	3	90,00
Preparo de solo (sulcos,covas ou canteiros)	D/H	30,00	12	360,00	12	360,00
Adução química	D/H	30,00	-	-	7	210,00
Distribuição de composto	D/H	30,00	12	360,00	-	-
Distribuição de esterco	D/H	30,00	-	-	6	180,00
Plantio	D/H	30,00	20	600,00	20	600,00
Estaqueamento	D/H	30,00	45	1.350,00	45	1.350,00
Aplicação de biofertilizante líquido	D/H	30,00	16	480,00	-	-

continua...

... conclusão

Especificação	Un.	Valor unitário <sup>1</sup> (R\$)	Orgânico		Convencional	
			Qde	Valor total (R\$)	Qde	Valor total (R\$)
Adução em cobertura	D/H	30,00	8	240,00	3	90,00
Amontoa	D/H	30,00	12	360,00	12	360,00
Capinas	D/H	30,00	20	450,00	15	450,00
Pulverizações	D/H	30,00	62	1.860,00	108	3.240,00
Irrigações	D/H	30,00	30	900,00	30	900,00
Colheita(s)	D/H	30,00	43	1.290,00	73	2.190,00
Amarrio, desbrota e capação	D/H	30,00	105	3.150,00	105	3.150,00
Classificação/Embalagem	D/H	30,00	54	1.620,00	94	2.820,00
Transporte interno	D/H	30,00	15	450,00	20	600,00
<b>3. Outros:</b>						
Embalagem orgânica (bandeja 0,5 kg) <sup>3</sup>	mil	112,00	77,04	8.628,48	-	-
Embalagem convencional (cx. 22 kg)	un.	2,50	-	-	3.100	7.750,00
Frete orgânico	un.	0,10	77.036	7.703,60	-	-
Frete convencional	un.	1,50	-	-	3.100	4.650,00
<b>Total de custos</b>	-	-	-	<b>34.797,58</b>		<b>43.732,40</b>
<b>Produção/Receita orgânica</b>	<b>kg</b>	<b>1,75</b>	<b>38.518</b>	<b>67.406,50</b>	-	-
<b>Produção/Receita convencional</b>	<b>kg</b>	<b>0,84</b>	-	-	<b>68.200</b>	<b>57.288,00</b>

<sup>1</sup> Valores em R\$ (atualizados em outubro de 2010).

<sup>2</sup> Custo de sementes considerando o valor comercial de 25 kg de frutos e mão de obra de 2 D/H para coleta e preparo.

<sup>3</sup> Embalagem (caixa) com capacidade para 22 kg.

#### 4 ANÁLISE GERAL DE CUSTOS E RECEITAS

Na média geral das 15 espécies analisadas, a Tabela 34 indica pequena diferença no custo de produção entre o sistema orgânico e o convencional. Mostra ainda que a participação relativa da mão de obra nos dois sistemas avaliados foi semelhante, revelando gasto médio de 228 D/H no cultivo orgânico e gerando uma despesa de R\$ 6.810,00, ou seja, 40,4% de todo o custo de produção desse sistema. No sistema convencional utilizou-se 250 D/H totalizando R\$ 7.465,80, ou seja, 39,8% do custo de produção. A mão de obra confirmou-se como o principal componente na composição dos gastos no processo produtivo dos dois sistemas.

A Figura 16 mostra a média da participação relativa dos componentes nos sistemas orgânicos e convencionais. Em ordem decrescente, no cultivo orgânico, os itens de maior participação nos custos de produção das espécies trabalhadas foram: mão de obra, embalagens, frete e composto orgânico totalizando 85,5%. No convencional foram: mão de obra, adubos/corretivos, embalagens e frete totalizando 82,5%.

A participação da mão de obra nos custos, verificada no trabalho ora analisado, foi de 40,4% e 39,8% nos sistemas orgânico e convencional, respectivamente. Na cultura do tomate, esses índices foram 39,0% e 38,2%, dados esses que diferem de Faria e Oliveira (2005), que relataram uma participação relativa de 19% em duas

épocas, tanto na safra de tomate, no período das águas quanto na época da seca ficando abaixo dos custos com adubos e pesticidas. A explicação dessa diferença reside no fato desse estudo analisar o sistema convencional dentro dos limites de uso racional de insumos, na média regional, enquanto que Faria e Oliveira (2005) analisaram a realidade de uso de um agricultor que emprega controle calendarizado de pesticidas duas vezes por semana.

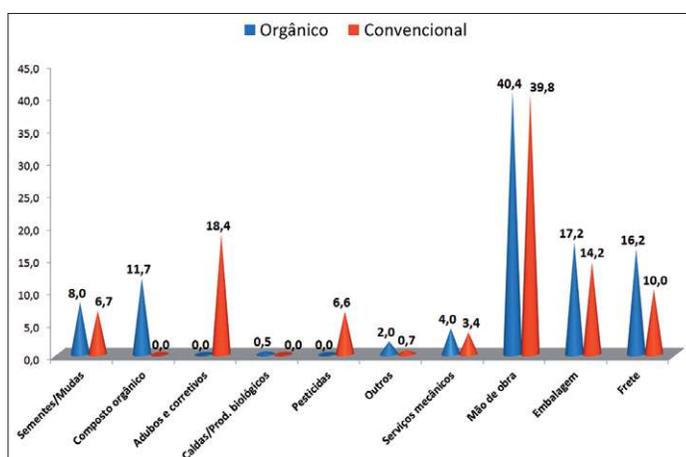
**Tabela 34.** Média de custos e da participação relativa dos diversos fatores para a produção de 1 ha de hortaliças em dois sistemas de cultivo. Incaper, Domingos Martins/ES, 2010<sup>1</sup>

Despesas	Orgânico		Convencional	
	Valor (R\$)	%	Valor (R\$)	%
Sementes/Mudas	1.652,60	8,02	1.659,59	6,74
Adubo orgânico (composto)	1.428,12	11,66	0,00	0,00
Adubos e corretivos	0,00	0,00	2.538,18	18,44
Caldas e produtos biológicos	156,29	0,53	0,00	0,00
Pesticidas	0,00	0,00	1.253,36	6,61
Outros insumos e materiais	967,69	1,96	599,69	0,72
Serviços mecânicos	360,00	3,99	360,00	3,45
Mão de obra	(228) 6.810,00	40,39	(250) 7.465,80	39,82
Embalagens	4.318,08	17,25	4.283,18	14,25
Frete	3.189,02	16,20	2.332,80	9,96
<b>Total</b>	<b>18.881,80</b>	<b>100,00</b>	<b>20.492,59</b>	<b>100,00</b>

<sup>1</sup> Valores em R\$ (atualizados em outubro de 2010). Total de 15 espécies por sistema.

Para uma compreensão mais apurada dos coeficientes técnicos e financeiros, análises específicas devem ser feitas por cultura. Exemplo disso, é que o comportamento financeiro do morango no estudo aqui analisado se assemelha ao obtido por Donadelli, Kano e Fernandes Júnior (2012), comprovando que o fruto é uma cultura rentável nos dois sistemas de cultivo. Porém, os índices de lucratividade de 60,7% e 49,5% e participação da mão de obra com 49,6% e 29,3% no cultivo orgânico e convencional, respectivamente, relatados por Donadelli, Kano e Fernandes Júnior (2012) diferiram dos dados do trabalho ora analisado. Eles revelaram índices de lucratividade de 159% e 112% e participações da mão de obra com 23,3% e 21,9%, respectivamente. Esses índices dependem do comportamento de preços no dia e no mercado analisado. Os resultados apurados podem apresentar comportamento significativamente diferente dependendo da quantidade de oferta do produto no momento posterior.

Verificou-se ainda que os gastos com composto e outros insumos no sistema orgânico se equipararam às despesas com adubos e corretivos empregados no cultivo convencional, tendo participação relativa nos custos em torno de 13,7% e 18,4%, respectivamente. Outra constatação importante foi que os custos com proteção de plantas em ambos os sistemas foram bastante diferentes. No sistema orgânico, gastou-se, em média, 0,5% com caldas e produtos biológicos, enquanto no convencional, gastou-se 6,6% (Figura 16).



**Figura 16.** Média da participação relativa por cento dos diversos fatores nos custos de produção, em dois sistemas de cultivo. Incaper, Domingos Martins/ES, 2010<sup>1</sup>.

Na Tabela 35, verifica-se que não existe uma relação direta entre custo total por hectare e o custo do quilo do produto. No sistema orgânico, as culturas com menores custos por hectare que os convencionais foram a abóbora, couve-flor, feijão, milho, morango, repolho e tomate. Porém, as que apresentaram menores custos do quilo do produto foram apenas a abóbora, couve-flor, feijão, milho e repolho, pois a cultura do morango, apesar do menor custo de produção no cultivo orgânico, revelou um custo do quilo do produto similar ao convencional. Para a cultura do tomate, houve uma relação invertida, uma vez que no cultivo orgânico, apesar de revelar um custo de produção 20% menor, o quilo do produto orgânico foi 41% mais caro, devido ao menor rendimento comercial.

O cultivo convencional de alho, batata, batata-baroa, batata-doce e quiabo foi mais barato que o orgânico. As culturas de cenoura, pimentão e taro apresentaram custos semelhantes em ambos os sistemas produtivos.

De uma forma geral, o custo médio do hectare no sistema orgânico foi 7,9% menor que no convencional, porém o quilo do produto foi praticamente o mesmo, diferenciando-se em apenas 2,6%. A relação entre as receitas brutas médias de R\$ 35.240,19 e R\$ 28.410,94 dos sistemas orgânico e convencional e seus respectivos custos médios da Tabela 35 conferiram índices de lucratividade de 86,6% e 38,6%, respectivamente.

O sistema orgânico de produção apresentou receitas líquidas positivas em quase todas as culturas, conforme se verifica na Tabela 36, exceto para a cultura do quiabo, que revelou receita negativa de R\$ 137,24 no cultivo orgânico e de R\$ 4.057,60 no convencional, por hectare.

Para a cultura da cenoura, a receita líquida do cultivo orgânico foi de R\$ 712,12, inferior em 30% em relação à receita obtida no sistema convencional. Para todas as demais culturas, no cultivo orgânico, obtiveram-se receitas líquidas superiores ao convencional, com razões variando de 1,1 para o morango até 168,7 para a batata-doce.

**Tabela 35.** Custos de produção comparativos para 1 ha de diversas culturas em sistema orgânico e convencional. Incaper, Domingos Martins/ES, 2010<sup>1</sup>

Culturas	Sistemas				Diferencial por hectare (A/B)
	Orgânico (A)		Convencional (B)		
	(R\$/ha)	(R\$/kg)	(R\$/ha)	(R\$/kg)	
Abóbora	3.595,85	0,49	4.917,50	0,58	-26,9
Alho	22.024,68	3,31	17.874,55	2,81	23,2
Batata	15.861,70	0,92	14.011,20	0,80	13,2
Batata-baroa	14.104,32	0,92	12.633,40	0,90	11,6
Batata-doce	11.115,90	0,51	9.327,16	0,52	19,2
Cenoura	20.480,18	0,87	20.001,72	0,71	2,4
Couve-flor	9.944,36	0,79	14.547,00	0,97	-31,6
Feijão	2.679,06	1,24	3.743,04	2,88	-28,4
Milho	3.257,28	0,38	3.738,50	0,75	-12,9
Morango	67.819,20	2,58	84.690,80	2,35	-19,9
Pimentão	32.655,46	1,47	32.996,00	1,10	-1,0
Quiabo	20.060,24	1,51	18.007,60	1,20	11,4
Repolho	11.099,67	0,20	14.096,00	0,30	-21,3
Taro	13.731,50	0,56	13.072,00	0,52	5,0
Tomate	34.797,58	0,90	43.732,40	0,64	-20,4
<b>Custo Médio</b>	<b>18.881,80</b>	<b>1,11</b>	<b>20.492,59</b>	<b>1,14</b>	<b>-7,9</b>

<sup>1</sup> Valores em R\$ (atualizados em outubro de 2010).

A média geral de receita líquida obtida no sistema orgânico de produção foi de R\$16.358,39, situando-se 106,58% acima do resultado alcançado no cultivo convencional, que foi de R\$ 7.918,35. Porém, devido à cultura do morango ser diferenciada e por apresentar alta rentabilidade em ambos os sistemas produtivos, as médias de receitas líquidas para as demais hortaliças reduziram-se para R\$ 9.808,09 e R\$ 1.676,15 por hectare, respectivamente, se não contabilizarmos a cultura do morango.

**Tabela 36.** Receitas líquidas comparativas para 1 ha de diversas culturas em sistema orgânico e convencional. Incaper, Domingos Martins/ES, 2010<sup>1</sup>

Culturas	Sistemas		Razão (A/B)
	Orgânico (A)	Convencional (B)	
	(R\$)	(R\$)	
Abóbora	2.042,86	- 242,50	-
Alho	21.820,32	5.823,95	3,7
Batata	17.404,46	1.599,80	10,9
Batata-baroa	15.070,18	7.666,60	2,0
Batata-doce	5.539,20	32,84	168,7
Cenoura	712,12	988,28	0,7
Couve-flor	7.502,98	- 2.097,00	-
Feijão	4.478,64	-493,04	-
Milho	2.721,42	-838,50	-
Morango	108.062,50	95.309,20	1,1
Pimentão	5.099,84	- 2.696,00	-
Quiabo	-137,24	- 4.057,60	-
Repolho	14.349,18	505,62	28,4
Taro	8.100,43	3.718,00	2,2
Tomate	32.608,92	13.555,60	2,4
<b>Média Geral</b>	<b>16.358,39</b>	<b>7.918,35</b>	<b>2,1</b>

<sup>1</sup> Valores em R\$ (atualizados em outubro de 2010).

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O sistema orgânico de produção confirmou grande viabilidade econômica, sendo mais expressiva quando se obtém maiores preços nos respectivos mercados. Cabe destacar que o sobrepreço verificado nos produtos orgânicos depende da estrutura de comercialização local e que muitas vezes os agricultores, por falta de organização ou compreensão dos instrumentos de comercialização, não conseguem preços diferenciados pela produção.

A média de custo de produção por hectare de hortaliças orgânicas foi 8% menor que a média alcançada no cultivo convencional.

O índice de lucratividade do sistema orgânico, obtido pela relação entre a receita bruta e o custo de produção, foi de 86,6%, enquanto no convencional esse percentual foi de 38,6%.

O gasto com mão de obra foi ligeiramente menor no sistema orgânico e confirmou ser o componente de maior participação nos custos de ambos os

sistemas de produção, situando-se na faixa de 40,4% no orgânico e 39,8% no convencional.

Os custos com a utilização de composto orgânico e outros insumos no cultivo orgânico somaram R\$ 2.395,81 e se equipararam aos custos com adubos e corretivos empregados no sistema convencional, que somaram R\$ 2.538,18.

Os sistemas orgânicos de abóbora, morango, repolho e tomate apresentaram custo de produção menor que os sistemas convencionais. Já no cultivo de alho, batata, batata-baroa, batata-doce e quiabo, verificou-se o contrário.

As culturas de cenoura, pimentão e taro apresentam custos de produção semelhantes nos sistemas orgânicos e convencionais.

A maioria das culturas olerícolas no cultivo orgânico revelou receita líquida superior ao convencional, com razões variando de 1,1 para o morango até 168,7 para a batata-doce. As exceções foram a cenoura, que revelou receita líquida inferior ao convencional, na faixa de 30%, e o quiabo que revelou receita líquida negativa em ambos os sistemas.

## 6 REFERÊNCIAS

- DONADELLI, A.; KANO, C.; FERNANDES JÚNIOR, F. Estudo de caso: análise econômica entre o custo de produção de morango orgânico e convencional. **Pesquisa & Tecnologia**, São Paulo, v. 9, n. 2, jul./dez. 2012.
- FERGUSON, C. E. **Microeconomia**. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 1976. 616 p.
- FARIA, F. F.; OLIVEIRA, J. T. A. **Matriz de coeficientes técnicos da cultura do tomate de mesa**: base para cálculo dos custos de produção e colheita. Relatório Técnico. Campinas: Universidade Estadual de Campinas/FEA, 2005. 30 p.
- GARCIA, R. D. C. Custos de produção de olerícolas em sistema orgânico. In: SOUZA, J. L. **Agricultura orgânica**: tecnologias para a produção de alimentos saudáveis. Vitória: Incaper, 2005. 2 v. 257 p.
- GONÇALVES, M. M.; MEDEIROS, C. A. B.; REICHERT, L. J. Comparação dos parâmetros técnicos e econômicos de sistemas orgânicos de produção de batata. **Rev. Bras. Agroecologia**, Porto Alegre, v. 2, n. 1, fev. 2007.
- LEFWICH, R. H. **O sistema de preços e alocação de recursos**. 2. ed. São Paulo: Pioneira, 1973. 399 p.
- LUZ, J. M. Q.; SHINZATO, A. V.; SILVA, M. A. D. Comparação dos sistemas de produção de tomate convencional e orgânico em cultivo protegido. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 23, n. 2, p.7-15, abr./jun. 2007.
- MATSUNAGA, M.; BEMELMANS, P. F. Metodologia de custo de produção utilizada pelo IEA. **Agricultura em São Paulo**, São Paulo, v. 23, n. 1, p. 123-139, 1976.
- MIGUEL, F. B.; GRIZOTTO, R. K.; FURLANETO, F. P. B. Custo de produção de alface em sistema de cultivo orgânico. **Pesquisa & Tecnologia**, São Paulo, v. 7, n. 2, jul./dez. 2010.

PELINSKI, A.; GUERREIRO, E. Os benefícios da agricultura orgânica em relação à convencional: ênfase em produtos selecionados. **Publ. UEPG Ci. Hum., Ci. Soc. Apl., Ling., Letras e Artes**, Ponta Grossa, v. 12, n. 2, p. 49-72, dez. 2004.

REIS, A. J. dos. **Teoria econômica**. Notas de aula. Lavras: UFLA, 1990. 262 p.

REIS, A. J. dos; GUIMARÃES, J. M. P. Custo de produção na agricultura. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 12, n. 143, p. 15-22, 1986.

SCHUH, G. E. Considerações teóricas sobre custo de produção na agricultura. **Agricultura em São Paulo**, São Paulo, v. 23, n. 1, p. 97-122, 1976.



# EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DE SISTEMAS ORGÂNICOS DE PRODUÇÃO

Jacimar Luis de Souza  
Vicente Wagner Dias Casali  
Ricardo Henrique Silva Santos  
Paulo Roberto Cecon

Este capítulo demonstra, por meio de um estudo com dez culturas durante dez anos, que a eficiência energética na produção de hortaliças orgânicas é maior que no sistema convencional, gastando-se menos energia do que se consome no processo produtivo. Um hectare plantado com hortaliças orgânicas demanda 4.571 Mcal ha<sup>-1</sup> e no cultivo convencional demanda 6.766 Mcal ha<sup>-1</sup>. Assim, o sistema orgânico economiza 2.195 Mcal para cada hectare plantado, sendo importante considerar que, além do aspecto quantitativo, as fontes de energias de origem fóssil nos sistemas orgânicos são bem menores que nos cultivos convencionais, o que auxilia na preservação das reservas finitas de petróleo.

## 1 INTRODUÇÃO

Visando a garantir alimentação, proteção, transporte, saúde, diversão e bens de serviço ao ser humano, muita energia é investida, independente da forma e da fonte energética. Nos agroecossistemas, a energia está na forma de radiação solar que alimenta a fotossíntese, gerando biomassa; apresenta-se na condição de trabalho humano, animal ou mecânico; ou ainda contida em combustíveis, adubos, ferramentas, sementes e demais insumos da agricultura (MELLO, 1989).

Nas últimas décadas, a agricultura tem inserido quantidades cada vez maiores de energia nos sistemas produtivos visando a aumentar os rendimentos físicos. No modelo mais usual atualmente, a quantidade de energia investida na produção de alimentos muitas vezes tem sido maior do que o retorno conseguido em valor energético dos produtos, proporcionando baixa eficiência e balanço negativo (PIMENTEL; DAZHONG; GIAMPIETRO, 1990; GLIESSMAN, 2000). Segundo Maff (2000), citado por Ozkan, Kurklu e Akcaoz (2004), sistemas orgânicos de produção, que priorizam o uso de insumos de menores custos energéticos que aqueles industrializados tendem ao menor gasto energético e, conseqüentemente, à maior eficiência que sistemas convencionais.

O Brasil investe 2,6 kcal para produzir 1 kcal de alimentos. Assim, a relação entre a quantidade de energia investida pela quantidade gerada, ou seja, o balanço energético é de 0,38. Os países desenvolvidos já estão investindo mais de 5,0 kcal; os EUA gastam 9 kcal e o Japão 12 kcal. É interessante notar que nos diversos países, à medida que a demanda energética aumenta na agricultura, também aumentam as necessidades de adubos minerais e de agrotóxicos (ALMEIDA, 2005).

Os sistemas de monocultura do modelo convencional de produção, baseados na agroquímica, causam redução na eficiência energética. Isso ocorre devido à retirada da cobertura do solo, que induz a perdas por evaporação e por erosão, além da grande dependência de insumos externos como adubos minerais e agrotóxicos, ambos de alto custo energético. Nesse sentido, o emprego de práticas como rotações de culturas e manejo com espécies para adubação verde podem ser alternativas para o aumento da eficiência dos sistemas produtivos contribuindo para maior cobertura do solo e para a fixação de carbono (C) e nitrogênio (N) (LI et al., 2002; SANTOS et al., 2000; URI; ATWOOD; SANABRIA, 1998).

Ferraro Júnior (1999) argumenta que a transição para a sustentabilidade pressupõe a identificação de sistemas eficientes em longo prazo, e que avaliações meramente financeiras têm horizonte demasiadamente curto. Estas estão sujeitas a distorções impostas pelas flutuações do mercado, o que não é o caso das avaliações em torno dos fluxos de energia. Por isso, as análises energéticas têm proporcionado maior segurança nos estudos de longo prazo, assim como nos estudos comparativos entre culturas, sistemas e atividades agropecuárias, desenvolvidos em diversos locais, regiões e países.

A definição de sustentabilidade é muito variável, englobando a necessidade de simples ajustes no atual padrão produtivo, até aqueles que abordam conceitos de longo prazo. Porém, análises de sustentabilidade devem tomar por base a eficiência

energética. Portanto, sistemas orgânicos de produção, que sejam tecnicamente eficazes, ecologicamente corretos, economicamente viáveis e socialmente justos, tornam-se insustentáveis se não forem energeticamente eficientes.

## 2 ANÁLISES ENERGÉTICAS

Em trabalho realizado ao longo de dez anos (1991 a 2000), na região Região Serrana do Estado do Espírito Santo, caracterizaram-se os balanços energéticos de sistemas orgânicos em relação aos convencionais e realizaram-se análises de sustentabilidade e eficiência energéticas desses sistemas produtivos. Os 15 talhões da Área Experimental de Agricultura Orgânica do Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper) foram caracterizados individualmente e os plantios sucessivos nesses talhões foram utilizados para avaliar o desempenho produtivo das diversas culturas olerícolas no sistema orgânico.

Os métodos de produção, além de seguirem os princípios da agroecologia (SOUZA; RESENDE, 2003), foram aplicados conforme as determinações da legislação brasileira (Lei nº 10.831, de 23 de dezembro de 2003, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - Mapa). Entre os métodos empregados, destacam-se: compostagem orgânica; adubação verde; manejo de ervas espontâneas; cobertura viva e morta; rotação e sucessão de culturas, controle alternativo de pragas e doenças.

A mensuração energética consistiu na transformação de todos os coeficientes técnicos (materiais, insumos e serviços) em unidades de energia ou unidades calóricas equivalentes. A unidade de medida de energia adotada foi a quilocaloria (1 kcal = 1.000 cal), por ser comumente utilizada na literatura (CAMPOS, T.; CAMPOS, A., 2004) e ser unidade de mais fácil compreensão. O limite de contabilidade energética de cada cultura compreendeu as fases desde o preparo do solo até a entrega do produto no mercado, englobando os gastos com embalagem e frete. Os coeficientes técnicos (indicadores físicos) foram propostos por Souza (2005) no acompanhando e monitorando do sistema orgânico de produção de dez culturas olerícolas, na Área Experimental de Agricultura Orgânica do Incaper. Os desempenhos das produções orgânicas, extrapoladas para um hectare de cada hortaliça, foram obtidos durante o período de 1991 a 2000.

Foram comparadas as quantidades de energia embutidas apenas nos produtos comerciais (produtividade após a seleção e classificação), relacionando-se com o total de energia investida na produção (embutida nos insumos, serviços, equipamentos e frete), obtendo-se assim o balanço energético de cada plantio de cada cultura. Os números de plantios e períodos de cultivo que originaram as médias apresentadas no trabalho em questão estão apresentados na Tabela 1. Os valores obtidos para o balanço energético podem ser menores que 1,0 (indicando balanço negativo, pois a energia gerada na forma de produtos foi menor do que aquela consumida no processo produtivo); iguais a 1,0 (indicando balanço nulo, pois a energia gerada na forma de produtos foi igual àquela consumida no processo

produtivo); ou maiores que 1,0 (indicando balanço positivo, pois a energia gerada na forma de produtos foi maior do que aquela consumida no processo produtivo).

**Tabela 1.** Caracterização das espécies de hortaliças submetidas ao estudo de balanço energético em sistema orgânico. Incaper, Domingos Martins/ES, 2006<sup>1</sup>

Nome comum	Nome científico	Número de plantios	Período dos cultivos
Abóbora	<i>Cucurbita moschata</i>	12	1991 a 2000
Alho	<i>Allium sativum</i>	14	1991 a 1999
Batata	<i>Solanum tuberosum</i>	8	1991 a 1997
Batata-baroa	<i>Arracacia xanthorrhiza</i>	9	1991 a 2000
Batata-doce	<i>Ipomoea batatas</i>	13	1991 a 2000
Cenoura	<i>Daucus carota</i>	17	1991 a 1999
Couve-flor	<i>B. oleracea</i> var. <i>botrytis</i>	12	1992 a 1999
Repolho	<i>B. oleracea</i> var. <i>capitata</i>	15	1991 a 1999
Taro	<i>Colocasia esculenta</i>	6	1992 a 1999
Tomate	<i>Lycopersicon esculentum</i>	9	1992 a 2000

**Fonte:** SOUZA, 2005.

Como referenciais comparativos, foram utilizados os coeficientes técnicos médios das mesmas espécies de hortaliças e a produtividade média usualmente alcançada na região, nos sistemas convencionais de cultivo (SOUZA, 2005). Esses componentes foram transformados em valores calóricos de forma análoga à metodologia aplicada no sistema orgânico de produção. Os dados energéticos do sistema convencional constituíram a referência com a qual foram comparados os desempenhos dos cultivos orgânicos.

Os valores calóricos adotados para insumos, materiais, produtos e serviços estão detalhados em Souza (2006) e apresentados resumidamente a seguir:

- **Insumos orgânicos:** adotou-se o valor de 15 kcal.kg<sup>-1</sup> para resíduos vegetais e esterco de gado e o valor de 30 kcal.kg<sup>-1</sup> para outras fontes de esterco. Para o composto orgânico e o biofertilizante enriquecido, realizaram-se cálculos do processo de produção local. O composto totalizou 25,7 kcal.kg<sup>-1</sup> a 50% de umidade final (forma utilizada nas adubações das culturas). O biofertilizante líquido somou 13 kcal.L<sup>-1</sup>.

- **Sementes e mudas:** para sementes botânicas e propágulos vegetativos multiplicados no próprio sistema orgânico, foram feitos cálculos dos gastos envolvidos nos processos inserindo gastos com mão de obra na seleção, armazenamento e preparo das sementes e propágulos. Baseou-se nos valores de 2.400 kcal.dia<sup>-1</sup> para a mão de obra, 0 kcal.kg<sup>-1</sup> para restos culturais (FERRARO JÚNIOR, 1999) e nos conteúdos calóricos dos produtos segundo Franco (1999). Quanto às sementes adquiridas no mercado (abóbora, cenoura, couve-flor e repolho), optou-se pelo método que avalia os custos energéticos pelos custos

financeiros da matriz energética brasileira (MELLO, 1989). A obtenção do valor energético da moeda se deu pela razão entre o consumo de energia primária (kcal) e o Produto Interno Bruto (PIB) em reais, no ano de 2004, ou seja, 1.008,4 kcal.real<sup>-1</sup>.

- **Adbos minerais e corretivos:** N = 14.930 kcal.kg<sup>-1</sup> (FELIPE JÚNIOR et al., 1984 apud FERRARO JÚNIOR, 1999); fósforo (P) e potássio (K) = 3.000 kcal e 1.600 Kcal.kg<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e de K<sub>2</sub>O, respectivamente (LOCKERETZ, 1980); micronutrientes = 1.291 kcal.kg<sup>-1</sup>, estimados pela matriz energética brasileira de 1.008,4 kcal.real<sup>-1</sup>; calcário dolomítico = 132.822 kcal.t<sup>-1</sup> (MACEDÔNIO; PICCHIONI, 1985); cal virgem = 2.408 kcal.kg<sup>-1</sup> (MELLO, 1989); sulfato de cobre (CuSO<sub>4</sub>) = 400 kcal.kg<sup>-1</sup>, valor similar ao sulfato de potássio (K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) e magnésio (Mg), relatados por Ferraro Júnior (1999).

- **Calda bordalesa:** 18,6 kcal.L<sup>-1</sup>, cálculo baseado nos componentes e serviços.

- **Óleo diesel:** 8.484 kcal.L<sup>-1</sup> (BRASIL, 2005).

- **Agrotóxicos:** herbicidas = 83.572 kcal.L<sup>-1</sup>; inseticidas = 60.393 kcal.L<sup>-1</sup>; fungicidas = 50.083 kcal.kg<sup>-1</sup>; outros pesticidas: acaricidas, espalhantes = 64.683 kcal.kg<sup>-1</sup> ou kcal.L<sup>-1</sup> (PIMENTEL, 1980).

- **Energia elétrica:** 860 kcal.kwh<sup>-1</sup> (BRASIL, 2005).

- **Serviços mecânicos:** aração = 136.010 kcal.ha<sup>-1</sup>, gradagem = 47.976 kcal.ha<sup>-1</sup> e destorroamento com rotativa de microtrator = 10.035 kcal.ha<sup>-1</sup> (FERRARO JÚNIOR, 1999).

- **Serviços manuais:** os gastos calóricos das diversas atividades executadas foram obtidos por estimativa, proporcionalmente ao esforço necessário na realização de cada atividade, balizados no valor médio de 2.400 kcal.dia<sup>-1</sup> ou 300 kcal.ha<sup>-1</sup> (GLIESSMAN, 2000; FERRARO JÚNIOR, 1999).

- **Irrigação:** os valores calóricos foram estimados para cada cultura, baseando-se nos dados médios do consumo de água na irrigação e nos valores médios de 0,131 kwh.m<sup>-3</sup> de água e 860 kcal.kwh<sup>-1</sup> (LIMA; FERREIRA; CHRISTOFIDIS, 2005).

- **Embalagens plásticas:** baseou-se no peso das embalagens e no valor energético dos plásticos (inclusive isopor/poliestireno) - 9.000 kcal.kg<sup>-1</sup> (SAKURAI, 2004; INSTITUTO DE PESQUISA TECNOLÓGICA, 2005).

- **Caixas e engradados de madeira:** valor calculado em 75 kcal por unidade, para cada utilização (considerou-se a reutilização em 30 vezes). Baseou-se nos gastos para cada unidade, na base de 3 kg de madeira processada - 597 kcal.kg<sup>-1</sup>, 0,25 horas de serviço (500 kcal.h<sup>-1</sup>) e 30 gramas de pregos (11.090 kcal.kg<sup>-1</sup>).

- **Frete:**  $880 \text{ kcal} \cdot (\text{t} \cdot \text{km})^{-1}$ , obtido pela razão entre o custo energético total do setor, relatados no BEN 2005 (BRASIL, 2005) e o volume de carga transportada (AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES, 2005).

- **Valor calórico dos produtos:** utilizaram-se os valores médios descritos por Franco (1999), tendo por base o peso fresco das hortaliças.

A análise de sustentabilidade energética foi baseada no atendimento de valores mínimos em duas variáveis:

1. No sistema de produção deve haver saldo de energia, isto é, o conteúdo de energia nos produtos colhidos (saídas) deve ser igual ou superior à energia introduzida no sistema (entradas), com balanço energético igual ou superior a 1,00.
2. A produção de energia por unidade de área deve ser igual ou superior a  $58.064 \text{ kcal} \cdot \text{ha}^{-1}$  por dia. Este último valor baseia-se em: a) na necessidade humana de consumo calórico diário *per capita* de aproximadamente  $3.000 \text{ kcal} \cdot \text{dia}^{-1}$ ; b) na *demanda mínima* de energia para atender à subsistência de 6 bilhões de pessoas ( $3 \times 6 \times 10^{12} \text{ kcal} \cdot \text{dia}^{-1}$ ) e na área cultivada no mundo ( $0,31 \times 10^9 \text{ ha}$ ) (FERRARO JÚNIOR, 1999).

As variáveis analisadas foram: produtividade, saída de energia, entrada de energia, balanço energético e participação dos componentes nos gastos totais. As análises estatísticas aplicadas às variáveis, dentro do sistema orgânico de produção, foram baseadas na estatística descritiva. Na análise da participação porcentual dos componentes nos custos calóricos de cada cultura, não foi aplicado o teste de médias comparando o sistema orgânico com o convencional, pois a distribuição porcentual dos componentes é peculiar de cada sistema produtivo. Esses dados permitiram apenas a análise técnica e a apresentação gráfica ilustrativa do sistema orgânico, referenciando ao cultivo convencional da região.

Na avaliação comparativa de cada cultura e da média do sistema orgânico em relação à referência populacional (sistema convencional), foi empregado o teste 't' considerando as duas situações seguintes:

1. Comparação entre duas médias, na mesma cultura, em dois sistemas de produção (orgânico e convencional, as quais foram feitas com a aplicação do "teste 't' comparando duas médias independentes, quando a média populacional é conhecida". A produção convencional é conhecida e foi considerada a referência populacional com a qual foi comparada a média amostral do sistema orgânico.
2. Comparação entre as médias gerais dos sistemas orgânico e convencional por meio da aplicação do "teste 't' na comparação de duas médias independentes de populações normais, com variâncias desconhecidas". Nesse caso, analisou-se comparativamente as médias gerais de cada variável entre os dois sistemas de produção.

### 3 ANÁLISE E BALANÇO ENERGÉTICO DOS SISTEMAS

Os valores de produtividade, saídas, entradas e balanços energéticos das diversas culturas analisadas são apresentados na Tabela 2. As planilhas completas, com o detalhamento dos coeficientes técnicos de cada cultura nos dois sistemas de cultivo avaliados podem ser vistas nos Anexos de A a T.

Os níveis médios de produtividade e os respectivos conteúdos de energia das hortaliças nos sistemas orgânico e convencional, representados pelas saídas na colheita, foram semelhantes para todas as culturas. Não houve diferença estatística na maioria das espécies, exceto para o repolho que produziu mais biomassa e energia no cultivo orgânico e para o tomate, que produziu mais biomassa e energia no convencional. Verificou-se média de 12.696.712 kcal.ha<sup>-1</sup> exportada (saída) do sistema orgânico, estatisticamente igual à exportação do convencional, que foi de 13.025.950 kcal.ha<sup>-1</sup>.

**Tabela 2.** Médias do desempenho produtivo e energético de dez culturas olerícolas em sistema orgânico e convencional de produção, no período de 1991 a 2000. Incaper, Domingos Martins/ES, 2006<sup>1</sup>

Culturas	Sistemas	Produtividade comercial (kg ha <sup>-1</sup> )	Saídas de energia (B) (Mil kcal.ha <sup>-1</sup> )	Entradas de energia (A) (Mil kcal.ha <sup>-1</sup> )	Balanços (B/A)
Abóbora	Orgânico	7.325 a	2.930,3 a	1.598,5 b	1,81 a
	Convencional	8.500 a	3.400,0 a	3.990,0 a	0,85 b
Alho	Orgânico	6.102 a	8.177,0 a	4.539,3 b	1,72 a
	Convencional	6.130 a	8.509,0 a	7.083,4 a	1,20 b
Batata	Orgânico	19.451 a	15.269,1 a	5.225,8 b	2,74 a
	Convencional	25.000 a	19.625,0 a	9.918,1 a	1,98 a
Batata-baroa	Orgânico	15.355 a	19.204,2 a	4.095,2 a	4,38 a
	Convencional	15.000 a	18.750,0 a	3.625,5 a	5,17 a
Batata-doce	Orgânico	21.630 a	27.145,1 a	3.873,0 a	6,58 a
	Convencional	18.000 a	22.590,0 a	3.500,2 a	6,45 a
Cenoura	Orgânico	23.535 a	11.767,5 a	6.057,7 a	1,85 b
	Convencional	28.000 a	14.000,0 a	6.036,5 a	2,32 a
Couve-flor	Orgânico	13686 a	4.105,8 a	3.325,0 b	1,19 a
	Convencional	15.000 a	4.500,0 a	4.504,8 a	1,00 a
Repolho	Orgânico	55.320 a	13.830,0 a	3.351,9 b	4,07 a
	Convencional	47.102 b	11.775,5 b	7.275,4 a	1,62 b
Taro	Orgânico	23.805 a	15.901,9 a	4.978,5 a	3,14 a
	Convencional	20.000 a	13.360,0 a	5.089,2 a	2,63 a
Tomate	Orgânico	34.545 b	8.636,3 b	8.665,6 b	0,97 a
	Convencional	55.000 a	13.750,0 a	16.641,5 a	0,83 b
<b>Média</b>	<b>Orgânico</b>	<b>22.075 A</b>	<b>12.696,7 A</b>	<b>4.571,2 A</b>	<b>2,78 A</b>
	<b>Convencional</b>	<b>23.795 A</b>	<b>13.026,0 A</b>	<b>6.766,5 A</b>	<b>1,93 A</b>

<sup>1</sup>Médias marcadas com a mesma letra, nas colunas dentro de cada cultura e dentro da média, não diferem entre si pelo teste 't', ao nível de 5% de probabilidade.

As entradas de energia foram significativamente menores no cultivo orgânico de abóbora, alho, batata, couve-flor, repolho e tomate, enquanto os cultivos orgânicos de batata-baroa, batata-doce, cenoura e taro apresentaram entradas similares ao convencional (Tabela 2). Na comparação média entre os sistemas, o gasto de energia foi considerado estatisticamente equivalente, apesar da diferença numérica (orgânico = 4.571.159 kcal.ha<sup>-1</sup> e convencional = 6.766.464 kcal.ha<sup>-1</sup>).

O menor investimento energético foi verificado no cultivo orgânico da abóbora (1.598.512 kcal.ha<sup>-1</sup>) e o maior no cultivo convencional de tomate nos plantios a céu aberto (16.641.459 kcal.ha<sup>-1</sup>). O total dos gastos energéticos para cultivo convencional de tomate em ambiente protegido, relatado por Ozkan, Kurklu e Akcaoz (2004), foi de 30.431.381 kcal.ha<sup>-1</sup>. Os resultados, na sua maioria, indicam uma economia energética associada ao uso de insumos orgânicos, em relação aos dispêndios para a produção de alimentos com insumos industriais.

As análises indicam que os balanços energéticos são significativamente mais elevados no cultivo orgânico para abóbora, alho, repolho e tomate em relação a sua produção comercial. Apenas o cultivo convencional de cenoura apresentou-se mais eficiente em termos energéticos que o orgânico. Nas demais culturas, os sistemas se equivaleram em eficiência energética.

O balanço energético médio do sistema orgânico como um todo foi 2,78, contra 1,93 do convencional, não se diferenciando estatisticamente pelo teste 't', ao nível de 5% de probabilidade. Não é possível descartar que o pequeno número de amostras e a alta variabilidade nos dados tenham influenciado o resultado. A superioridade do sistema orgânico em termos de eficiência energética foi relatada por Maff (2000), citado por Ozkan, Kurklu e Akcaoz (2004), que indicou balanço energético médio de 5,31 para cultivos orgânicos de hortaliças. Esse valor assemelha-se aos observados no trabalho aqui analisado para o cultivo orgânico de repolho (4,07), de batata-baroa (4,38) e de batata-doce (6,58), o que confirma a alta eficiência do sistema orgânico de produção.

Pimentel e Burgess (1980), para a cultura do milho, também comprovaram que o aporte de insumos industrializados e mecanização aumentaram sobremaneira o aporte de energia, reduzindo o balanço energético. Esses resultados são similares àqueles relatados por Mello (1989), quando avaliou a eficiência energética de quatro sistemas de produção de milho em Santa Catarina. Foi verificado que a produção desse cereal com adubo orgânico e colheita manual teve balanço energético de 6,61 calorias por unidade. No sistema com adubo mineral e colheita mecânica, os gastos de energia foram maiores, fazendo com que o balanço energético fosse reduzido para 4,55 calorias por unidade.

Constatou-se ainda que o maior aporte de energia, não necessariamente se relaciona com balanço energético menos favorável. Contrariamente, dentro dos limites avaliados, verificou-se que maiores entradas de energia na produção de todas as culturas relacionaram-se diretamente com maiores balanços energéticos. Tal comportamento se deve ao fato de o aumento na produtividade das hortaliças ser o fator determinante no aumento das entradas de energia, na fase de cultivo, pelo crescimento do gasto com mão de obra na colheita, com embalagens e com

frete. Porém, a produtividade provoca aumento mais acentuado na quantidade de energia que sai do sistema nas colheitas (saídas), comparado ao aumento provocado nas entradas, favorecendo então o balanço energético.

#### 4 PARTICIPAÇÃO DOS COMPONENTES NO CUSTO ENERGÉTICO

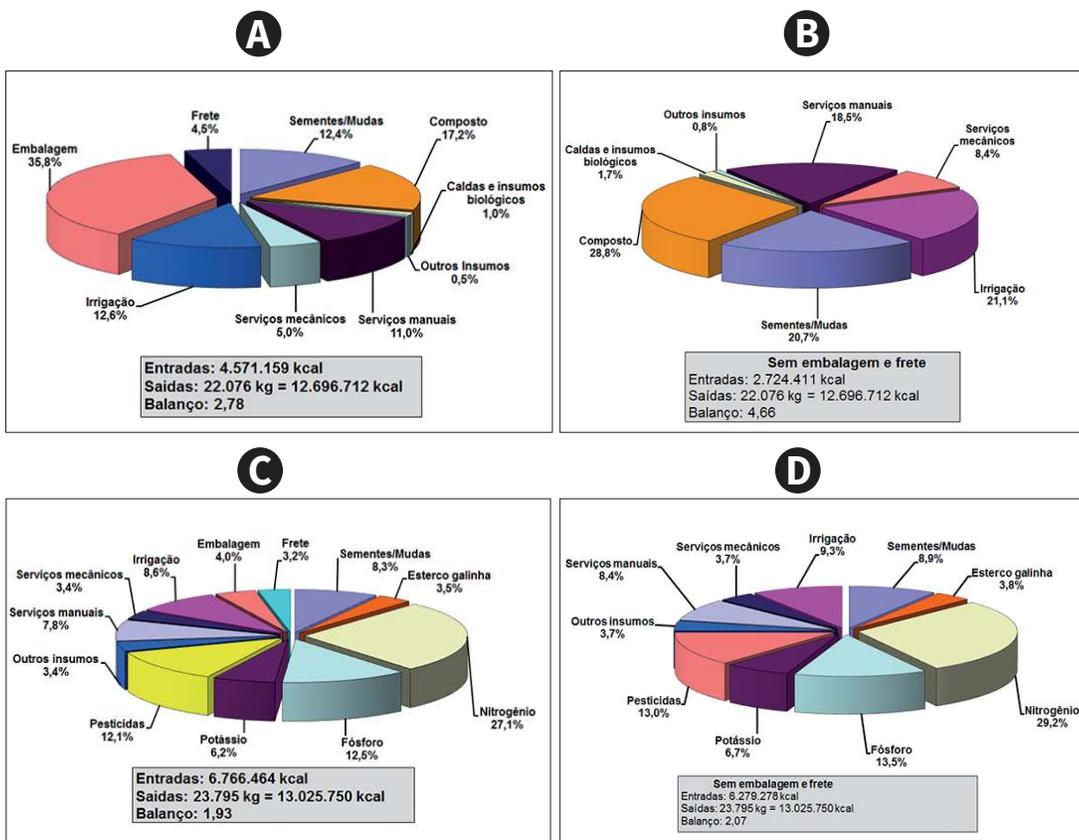
As participações detalhadas dos componentes nos custos calóricos de cada cultura no sistema orgânico estão apresentadas na Tabela 3. As médias de participações nos cultivos orgânico e convencional estão ilustradas na Figura 1. A embalagem foi o componente de maior custo energético no sistema orgânico, com média de 35,8%. No convencional, as embalagens representaram apenas 4,0% e o N foi o componente mais oneroso, com 27,1% do total, em consonância com resultados obtidos por Gândara (1998) quando verificou que os adubos minerais foram os componentes que mais oneraram energeticamente o cultivo convencional de alface e beterraba.

**Tabela 3.** Participação porcentual dos componentes nos custos energéticos totais de dez culturas olerícolas em sistema orgânico. UFV: Viçosa/MG, 2006<sup>1</sup>

Culturas	Componentes (%)							
	Composto	Sementes ou mudas	Caldas e insumos	Serviço mecânico	Mão de obra	Irrigação	Embalagem	Frete
Abóbora	24,1	25,6	0,0	11,5	7,8	22,6	4,4	4,0
Alho	17,2	25,7	2,7	4,1	18,4	12,3	18,5	1,1
Batata	15,3	19,2	3,0	3,6	10,6	13,8	31,4	3,1
Batata-baroa	13,8	1,0	0,0	4,9	13,3	13,6	50,3	3,1
Batata-doce	21,5	1,5	0,0	5,4	10,9	8,8	47,3	4,6
Cenoura	13,7	8,6	0,0	3,4	9,4	8,4	53,2	3,3
Couve-flor	23,6	1,9	0,0	5,6	8,3	14,5	42,6	3,5
Repolho	23,3	12,3	0,0	5,5	10,3	14,2	20,1	14,3
Taro	10,5	28,2	0,0	3,7	9,4	10,3	33,8	4,1
Tomate	9,2	0,1	9,0	2,2	12,0	7,9	56,2	3,4
<b>Média</b>	<b>17,2</b>	<b>12,4</b>	<b>1,5</b>	<b>5,0</b>	<b>11,0</b>	<b>12,6</b>	<b>35,8</b>	<b>4,5</b>
<b>Desvio Pad.</b>	<b>5,6</b>	<b>11,4</b>	<b>-</b>	<b>2,5</b>	<b>3,1</b>	<b>4,3</b>	<b>17,2</b>	<b>3,6</b>
<b>CV (%)</b>	<b>32,4</b>	<b>91,9</b>	<b>-</b>	<b>50,8</b>	<b>27,7</b>	<b>34,2</b>	<b>48,1</b>	<b>80,5</b>

<sup>1</sup> Os valores, para cada espécie, são médias de vários cultivos no período de 1991 a 2000.

Ressalta-se que as embalagens plásticas, por representarem alto dispêndio energético (exceto para a cultura da abóbora), foram as principais responsáveis pela limitação da eficiência nos cultivos orgânicos, e que a redução ou eliminação desses custos favoreceriam grandemente o balanço energético (Figura 1).



**Figura 1.** Média da participação relativa dos componentes nos custos calóricos da produção de hortaliças, em dois sistemas de cultivo, com e sem contabilização de embalagens e frete. (A) – Orgânico com embalagem e frete; (B) – Orgânico sem embalagem e frete; (C) – Convencional com embalagem e frete; (D) – Convencional sem embalagem e frete. Incaper, Domingos Martins/ES, 2006.

Os componentes destinados à fertilização participaram de forma bastante diferenciada nos custos energéticos dos dois sistemas. No sistema orgânico, somaram 17,2%, com emprego apenas de composto (Figura 1 A). No convencional, somaram 49,3%, com uso de esterco de galinha (3,5%), N (27,1%), K (6,2%) e P (12,5%) (Figura 1 C).

A participação da adubação orgânica com composto variou de 9,2% no tomate, até 24,1% na abóbora, encerrando uma média de 17,2% no sistema orgânico, com o desvio padrão de 5,58. Gândara (1998), estudando balanços energéticos no sistema orgânico de produção de alface e beterraba, no Distrito Federal, verificou que o composto orgânico representou 78% e 76% dos custos energéticos da produção de um hectare dessas culturas, respectivamente. Esses índices são superiores aos observados no estudo analisado neste capítulo. Isso justifica-se, pois no trabalho de Gândara (1998), observou-se diferença metodológica em três aspectos: (1) a contabilização energética foi realizada apenas na fase de campo, não se considerando a fase de colheita, embalagem e frete, como no presente estudo; (2) a dosagem de composto contabilizada na alface e na beterraba foi 134,0 t.ha<sup>-1</sup>, ao passo que nas espécies aqui avaliadas,

empregou-se de 15 a 30 t.ha<sup>-1</sup>; (3) o valor calórico por tonelada do composto foi 52.940 kcal, contra um valor de 25.700 kcal adotado no trabalho ora analisado.

As participações dos componentes, considerando apenas a fase de campo (sem contabilizar embalagem e frete), estão apresentadas nas Figuras 1B (sistema orgânico) e 1D (sistema convencional). Verifica-se que o total de custos no cultivo orgânico é reduzido de 4.571.159 kcal.ha<sup>-1</sup> para 2.724.411 kcal.ha<sup>-1</sup>, ou seja, diminuição de 40,4%. No sistema convencional, pelo fato de já possuir gasto calórico pequeno com embalagens, essa redução foi menos intensa, em torno de 7,2% (de 6.766.464 kcal.ha<sup>-1</sup> para 6.279.278 kcal.ha<sup>-1</sup>).

No sistema orgânico, a grande redução dos gastos, principalmente ocasionado pela ausência das embalagens, elevou a eficiência energética, aumentando o balanço de 2,78 até 4,66 kcal.kcal<sup>-1</sup> (Figuras 1A e 1B). A participação dos quatro principais componentes ficou assim: composto orgânico (28,8%), irrigação (21,1%), sementes e mudas (20,7%) e serviços manuais (18,5%) (Figura 1B).

Destaca-se que, na avaliação em que se inseriu o custo energético de embalagem e frete, a mão de obra situou-se na quinta posição em termos de dispêndio de energia, e na avaliação sem inserir embalagem e frete, situou-se na quarta posição, portanto não sendo considerado componente limitante energeticamente em cultivo orgânico de hortaliças (Figuras 1A e 1B).

Diante dos altos custos energéticos das embalagens, deve-se considerar que maiores produtividades no cultivo orgânico de hortaliças, apesar de representarem melhor balanço de energia, significam também maior custo relativo com embalagens, uma vez que esse gasto aumentaria em maior proporção do que os demais com outros componentes. Isso pode ser comprovado nas ilustrações da Figura 2, para as culturas de abóbora, alho e tomate.

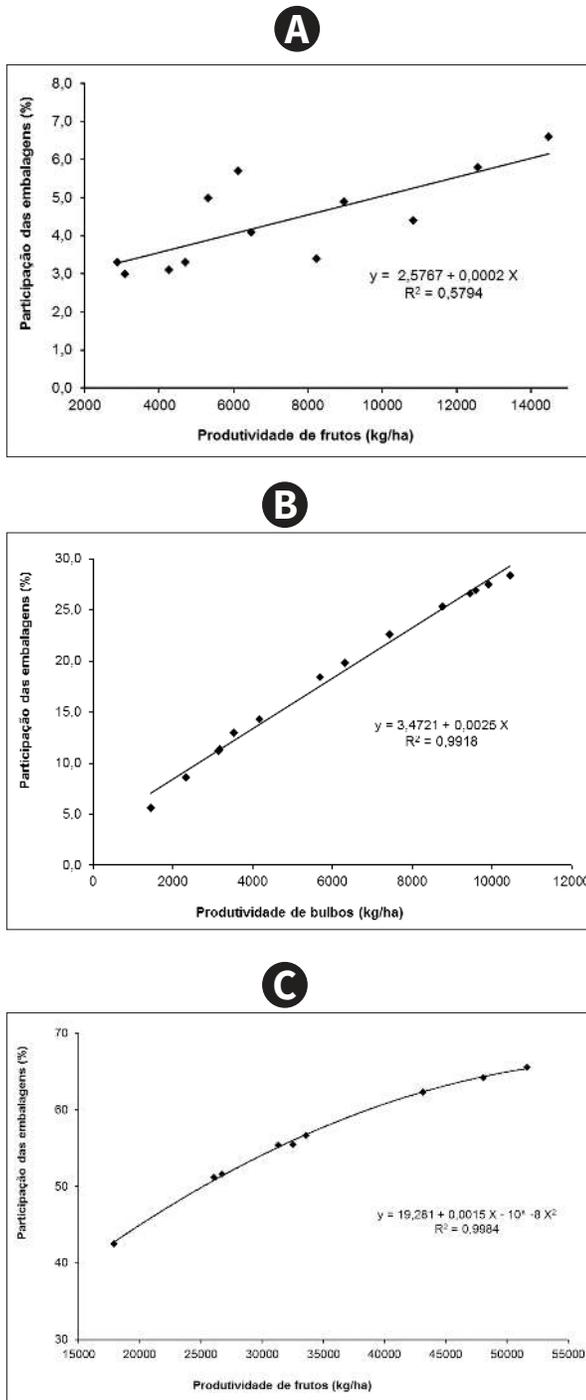
Os elevados custos energéticos das embalagens induzem a três reflexões importantes. A primeira é que a cadeia de alimentos orgânicos demonstra que a produção tem caráter agroecológico e orgânico, mas o mercado mantém toda a estrutura convencional, não priorizando redução de custos energéticos.

A segunda reforça a importância de priorizar vias de comercialização de maior aproximação do produtor com o consumidor, por meio de feiras livres e entregas por cestas, sem emprego de embalagens plásticas.

A terceira confirma a necessidade de desenvolvimento de alternativas de embalagens ecológicas para redução da poluição ambiental e minimização de custos energéticos na produção orgânica.

## **5 ANÁLISE DE SUSTENTABILIDADE**

Conforme definido na metodologia do estudo em questão, a análise de sustentabilidade energética foi baseada no atendimento de valores mínimos em duas variáveis: (1) o do balanço energético do sistema que deve ser superior a 1,00 e (2) a produção de energia por unidade de área que deve ser igual ou superior a 58.064 kcal.ha<sup>-1</sup> por dia.



**Figura 2.** Estimativa da relação entre as produtividades de abóbora (A), alho (B) e tomate (C), com as respectivas participações das embalagens nos custos energéticos totais de cada cultura. Incaper, Domingos Martins/ES, 2006.

Em relação à primeira variável, referente ao saldo de energia gerado pelo balanço energético, observaram-se resultados bastante variáveis tanto entre as culturas como entre os sistemas (Tabela 4). No sistema orgânico, verificaram-se valores de 0,97 da cultura do tomate até 6,58 da cultura da batata-doce. No

convencional, verificaram-se valores de 0,83 da cultura do tomate até 6,45 da cultura da batata-doce. A maioria dos cultivos foi sustentável em termos de transformação de energia, à exceção da produção de abóbora no sistema convencional e de tomate em ambos.

**Tabela 4.** Produtividades, balanços energéticos e produtividades mínimas para balanços iguais a 1,00. Incaper, Domingos Martins/ES, 2006

Culturas	Sistemas	Produtividade média alcançada (kg ha <sup>-1</sup> )	Balanço energético alcançado (kcal kcal <sup>-1</sup> )	Produtividade para balanço energético igual a 1,00 (kg ha <sup>-1</sup> )
Abóbora ( <i>Cucurbita moschata</i> )	Orgânico	7.326	1,81	4.048
	Convencional	8.500	0,85	10.000
Alho ( <i>Allium sativum</i> )	Orgânico	6.102	1,72	3.548
	Convencional	6.350	1,20	5.292
Batata ( <i>Solanum tuberosum</i> )	Orgânico	19.451	2,74	7.099
	Convencional	25.000	1,98	12.626
Batata-baroa ( <i>Arracacia xanthorrhiza</i> )	Orgânico	15.355	4,38	3.506
	Convencional	15.000	5,17	2.901
Batata-doce ( <i>Ipomoeas batata</i> )	Orgânico	21.630	6,58	3.287
	Convencional	18.000	6,45	2.791
Cenoura ( <i>Daucus carota</i> )	Orgânico	23.535	1,85	12.722
	Convencional	28.000	2,32	12.069
Couve-flor ( <i>Brassica oleracea</i> var. <i>botrytis</i> )	Orgânico	13.686	1,19	11.501
	Convencional	15.000	1,00	15.000
Repolho ( <i>Brassica oleracea</i> var. <i>capitata</i> )	Orgânico	55.320	4,07	13.592
	Convencional	47.102	1,62	29.075
Taro ( <i>Colocasia esculenta</i> )	Orgânico	23.805	3,14	7.581
	Convencional	20.000	2,63	7.605
Tomate ( <i>Lycopersicon esculentum</i> )	Orgânico	34.545	0,97	35.613
	Convencional	55.000	0,83	66.265
<b>Média Orgânica</b>		<b>22.075</b>	<b>2,78</b>	<b>10.250</b>
<b>Média Convencional</b>		<b>23.795</b>	<b>1,93</b>	<b>16.362</b>

No sistema orgânico, constatou-se que as produtividades necessárias para que os balanços energéticos sejam iguais a 1,00 foram relativamente baixas, tais como 12.722 kg ha<sup>-1</sup> para a cenoura e 13.592 kg ha<sup>-1</sup> para o repolho. No convencional, necessitam-se rendimentos maiores para se alcançar essa

sustentabilidade, devido aos níveis elevados de aportes de energia resultantes do emprego de insumos industrializados.

Em relação à segunda variável, as quantidades de energia produzidas por unidade de área por ciclo e por dia são apresentadas na Tabela 5. A média do sistema orgânico foi 80.421 kcal.ha<sup>-1</sup> por dia, considerada sustentável em nível de subsistência. As produções calóricas individuais de todas as culturas também podem ser consideradas sustentáveis, pois foram similares ou superiores a 58.064 kcal.ha<sup>-1</sup> por dia, exceto a cultura da abóbora, que produziu apenas 26.639 kcal. A cultura mais eficiente foi a da batata, com produção de 157.414 kcal.ha<sup>-1</sup> por dia. Os cultivos orgânicos de batata-doce, repolho e cenoura também se destacaram com bom nível de produção de energia por área.

**Tabela 5.** Produção total e diária de energia no cultivo orgânico de dez culturas olerícolas. Incaper, Domingos Martins/ES, 2006<sup>1</sup>

Culturas (ciclo) <sup>1</sup>	Sistema orgânico	
	Produção total de energia por ha por ciclo (kcal)	Produção de energia por ha por dia (kcal)
Abóbora (110 dias)	2.930.333	26.639
Alho (145 dias)	8.176.967	56.393
Batata (97 dias)	15.269.133	157.414
Batata-baroa (324 dias)	19.204.167	59.272
Batata-doce (228 dias)	27.145.119	119.057
Cenoura (111 dias)	11.767.471	106.013
Couve-flor (113 dias)	4.105.775	36.334
Repolho (120 dias)	13.829.967	115.250
Taro (291 dias)	15.901.851	54.646
Tomate (118 dias)	8.636.333	73.189
<b>Média (158 DIAS)</b>	<b>12.696.712</b>	<b>80.421</b>

<sup>1</sup> Ciclo médio de cada cultura no sistema orgânico, no período de 1991 a 2000 (SOUZA, 2005).

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

De maneira geral, o cultivo orgânico de hortaliças apresenta balanço energético positivo, contendo mais energia nos produtos colhidos do que a quantidade demandada nos seus processos produtivos. Foi comprovada maior eficiência energética nos cultivos orgânicos de abóbora, alho, repolho e tomate. O cultivo convencional de cenoura foi energeticamente mais eficiente que o orgânico. Nas demais culturas, os sistemas se equivaleram em eficiência energética.

## 7 REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES. **Transportes terrestres, números do setor**. Brasília, 2005. Disponível em: <<http://www.antt.gov.br/destaques/ANTTemNumeros2005>>. Acesso em: 8 dez. 2005.

ALMEIDA, A. F. **Educação ambiental e qualidade de vida**. CBSSI, São Paulo. Disponível em: <<http://www.cbssi.com.br/revista01.htm>>. Acesso em: 15 set. 2005.

CAMPOS, T. C.; CAMPOS, A. C. Balanços energéticos agropecuários: uma importante ferramenta como indicativo de sustentabilidade de agroecossistemas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 6, p. 1977-1985, 2004.

FERRARO JÚNIOR, L. A. **Proposição de método de avaliação de sistemas de produção e de sustentabilidade**. 1999, 131 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo-ESALQ, Piracicaba, 1999.

FRANCO, G. **Tabela de composição química dos alimentos**. 9. ed. São Paulo: Atheneu, 1999. 307 p.

GÂNDARA, F. C. **Produção de biomassa e balanço energético em agroecossistemas de produção de hortaliças, no Distrito Federal**. 1998. 70 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade de Brasília, Brasília, 1998.

GLIESSMAN, S. R. **Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável**. Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS, 2000. 653 p.

GLIESSMAN, S. R. (Org). **Agroecology: researching the ecological basis for sustainable agriculture**. New York: Springer-Verlag, 1990. p. 305-321. (Ecological Studies, 78).

INSTITUTO DE PESQUISA TECNOLÓGICA. **Linhas e Projetos de Pesquisa: plástico biodegradável**. 2005. Disponível em: <<http://www.ipt.br/atividades/inovacao/exemplos/plastico/definicao>>. Acesso em: 10 nov. 2005.

LI, F.; GAO, C.; ZHAO, H.; LI, X. Soil conservation effectiveness and energy efficiency of alternative rotations and continuous wheat cropping in the Loess Plateau of northwest China. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 91, p. 101-111, 2002.

LIMA, J. E. F. W.; FERREIRA, R. S. A.; CHRISTOFIDIS, D. **O uso da irrigação no Brasil**. 2005. Disponível em: <<http://www.cf.org.br/cf2004/irrigacao.doc>>. Acesso em: 16 nov. 2005.

LOCKERETZ, W. Energy inputs for nitrogen, phosphorus, and potash fertilizers. In: PIMENTEL, D. (Org.). **Handbook of energy utilization in agriculture**. Florida: CRC Press, 1980. p. 23-26.

MACEDÔNIO, A. C.; PICCHIONI, S. A. **Metodologia para o cálculo do consumo de energia fóssil no processo de produção agropecuária**. Curitiba: Secretaria da Agricultura, 1985. 99 p.

MELLO, R. Um modelo para análise energética de agroecossistemas. **Revista de Administração de Empresas**, São Paulo, v. 29, n. 4, p. 45-61, 1989.

BRASIL. Ministério das Minas e Energia. **Boletim Energético Nacional** – BEM 2005. Brasília, 2005. 129 p.

OZKAN, B.; KURKLU, A.; AKCAOZ, H. An input-output energy analysis in greenhouse vegetable production: a case study for Antalya region of Turkey. **Biomass & Bioenergy**, v. 26, n. 1, p. 89-95, 2004.

PIMENTEL, D. (Org.). **Handbook of energy utilization in agriculture**. Florida: CRC Press, 1980. 475 p.

PIMENTEL, D.; BURGESS, M. Energy inputs in corn production. In: PIMENTEL, D. (Org.). **Handbook of energy utilization in agriculture**. Florida: CRC Press, 1980. p. 67-84.

PIMENTEL, D.; DAZHONG, W.; GIAMPIETRO, M. Technological changes in energy use in U.S. agricultural production. In: GLIESSMAN, S. R. (Org.). **Agroecology: researching the ecological basis for sustainable agriculture**. New York: Springer-Verlag, 1990. p. 305-321. (Ecological Studies, 78).

SAKURAI, K. **HDT 17: Metodo sencillo del analisis de residuos solidos**. Organización Panamericana de la Salud. 2004. Disponível em: <<http://www.bvsde.ops-oms.org/sde/ops-sde/bv-residuos.shtml>>. Acesso em: 20 jul. 2004.

SANTOS, H. P.; FONTANELI, R. S.; IGNACZAK, J. C.; ZOLDAN, S. M. Conversão e balanço energético de sistemas de produção de grãos com pastagens sob plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 4, p. 743-752, 2000.

SOUZA, J. L. de. **Agricultura Orgânica: tecnologias para a produção de alimentos saudáveis**. 2 v. Vitória: Incaper, 2005. 257 p.

SOUZA, J. L. de. **Balanço energético em cultivos orgânicos de hortaliças**. 2006. 257 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Departamento de Fitotecnia - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2006.

SOUZA, J. L. de; RESENDE, P. **Manual de Horticultura Orgânica**. Viçosa, MG: Aprenda Fácil, 2003. 560 p., il.

URI, N. D.; ATWOOD, J. D.; SANABRIA, J. The environmental benefits and costs of conservation tillage. **The Science of the Total Environment**, v. 216, p. 13-32, 1998.

## ANEXOS

**ANEXO A - Coeficientes energéticos médios de produção de 1 ha de abóbora em sistema orgânico de produção – Área Experimental do Incaper, 2006**

Especificação	Un.	Valor unitário (kcal)	Gastos		
			Qde	Valor total (kcal)	(%)
<b>1. Insumos:</b>					
Composto orgânico	t	25.700	15	385.500	24,1
Semente Tetsukabuto	g	756	500	378.000	23,6
Semente Moranga	g	121	250	30.250	2,0
<b>2. Serviços:</b>					
<b>Mecânicos:</b>					
					<b>11,5</b>
Aração	-	136.010	-	136.010	-
Gradagem	-	47.976	-	47.976	-
<b>Manuais:</b>					
					<b>7,8</b>
Preparo do solo (covas)	D/H	4.000	5	20.000	-
Distribuição de composto	D/H	3.600	6	21.600	-
Plantio	D/H	1.500	1	1.500	-
Desbaste	D/H	1.500	1	1.500	-
Adução em cobertura	D/H	3.600	6	21.600	-
Capinas	D/H	4.000	5	20.000	-
Colheita(s)	D/H	2.400	9,7	23.280	-
Classificação/Embalagem	D/H	1.000	4,7	4.700	-
Transporte interno	D/H	2.400	4,7	11.280	-
<b>3. Outros:</b>					
Irrigação	-	360.340	-	360.340	22,6
Embalagem (nº frutos = 3.490)	mil	21.060	3,49	73.499	4,4
Frete (distância = 10 km)	t km <sup>-1</sup>	880	73,26	64.467	4,0
<b>Total de gastos (A-Entradas)</b>	-	-	-	<b>1.598.512</b>	<b>100,0</b>
<b>Produção comercial (B-Saídas)</b>	<b>kg</b>	<b>400</b>	<b>7.325</b>	<b>2.930.333</b>	-
<b>Balço energético (B/A)</b>	-	-	-	<b>1,81</b>	-
<b>Produção proteica (C)</b>	<b>kg</b>	-	<b>8,79</b>	-	-
<b>Custo energético de proteínas (A/C)</b>	-	-	-	<b>229.644</b>	-

**ANEXO B - Coeficientes energéticos médios da produção de 1 ha de abóbora no sistema convencional de produção – Região Centro-Serrana do Espírito Santo, 2006**

Especificação	Un.	Valor unitário (kcal)	Gastos		
			Qde	Valor total (kcal)	(%)
<b>1. Insumos:</b>					
Esterco de galinha	t	30.000	4	120.000	3,0
Semente Tetsukabuto	g	756	500	378.000	9,5
Semente Moranga	g	121	250	30.250	0,8
Calcário (3 t ha <sup>-1</sup> a cada 3 anos)	t	132.822	1	132.822	3,3
Nitrogênio (18-00-36)	kg	2.687	510	1.370.370	34,3
Fósforo (Super Simples)	kg	600	510	306.000	7,7
Potássio (18-00-36)	kg	576	510	293.760	7,4
FTE	kg	1.291	40	51.640	1,3
Decis 25 CE	L	60.393	1	60.393	1,5
Microzol	L	50.083	6	300.498	7,5
Espalhante adesivo	L	64.683	1	64.683	1,6
<b>2. Serviços:</b>					
<b>Mecânicos:</b>					<b>4,6</b>
Aração	-	136.010	-	136.010	-
Gradagem	-	47.976	-	47.976	-
<b>Manuais:</b>					<b>3,2</b>
Aplicação de calcário	D/H	1.500	3	4.500	-
Preparo do solo	D/H	4.000	5	20.000	-
Adução química	D/H	1.500	1	1.500	-
Distribuição de esterco	D/H	3.200	3	9.600	-
Plantio	D/H	1.500	1	1.500	-
Desbaste	D/H	1.500	1	1.500	-
Adução em cobertura	D/H	1.500	1	1.500	-
Capinas	D/H	4.000	10	40.000	-
Pulverizações	D/H	2.400	3	7.200	-
Colheita(s)	D/H	2.400	10	24.000	-
Classificação/Embalagem	D/H	1.000	5	5.000	-
Transporte interno	D/H	2.400	5	12.000	-
<b>3. Outros:</b>					
Irrigação	-	360.340	-	360.340	9,0
Embalagem (sacos cap. 50 kg)	un.	630	213	134.190	3,4
Frete (distância = 10 km)	t km <sup>-1</sup>	880	85	74.800	1,9
<b>Total de gastos (A-Entradas)</b>	-	-	-	<b>3.990.032</b>	<b>100,0</b>
<b>Produção comercial (B-Saídas)</b>	<b>kg</b>	<b>400</b>	<b>8.500</b>	<b>3.400.000</b>	-
<b>Balanco energético (B/A)</b>	-	-	-	<b>0,85</b>	-
<b>Produção proteica (C)</b>	<b>kg</b>	-	<b>10,2</b>	-	-
<b>Custo energético de proteínas (A/C)</b>	-	-	-	<b>391.180</b>	-

**ANEXO C - Coeficientes energéticos médios de produção de 1 ha de alho em sistema orgânico de produção – Área Experimental do Incaper, 2006**

Especificação	Un.	Valor unitário (kcal)	Gastos		
			Qde	Valor total (kcal)	(%)
<b>1. Insumos:</b>					
Composto orgânico	t	25.700	30	771.000	17,2
Alho-semente	kg	1.439	800	1.151.200	25,7
Calda bordalesa	L	19	6.400	121.600	2,7
<b>2. Serviços:</b>					
<b>Mecânicos:</b>					
					<b>4,1</b>
Aração	-	136.010	-	136.010	-
Gradagem	-	47.976	-	47.976	-
<b>Manuais:</b>					
					<b>18,4</b>
Obtenção de palhas	D/H	3.200	40	128.000	-
Preparo de solo (canteiros)	D/H	4.000	30	120.000	-
Distribuição de composto	D/H	3.600	6	21.600	-
Plantio	D/H	1.500	50	75.000	-
Aplicação de cobertura morta	D/H	3.200	25	80.000	-
Adubação em cobertura orgânica	D/H	3.600	10	36.000	-
Capinas	D/H	4.000	30	120.000	-
Aplicação de calda bordalesa	D/H	2.400	16	38.400	-
Colheita	D/H	2.400	30	72.000	-
Cura	D/H	2.400	15,1	36.240	-
Limpeza	D/H	2.400	24,7	59.280	-
Classificação/Embalagem	D/H	1.000	18,9	18.900	-
Transporte interno	D/H	2.400	9,9	23.760	-
<b>3. Outros:</b>					
Irrigação	-	547.820	-	547.820	12,3
Embalagem (500 g)	mil	72.000	12,20	878.400	18,5
Frete (distância = 10 km)	t km <sup>-1</sup>	880	61,02	53.698	1,1
<b>Total de gastos (A-Entradas)</b>	-	-	-	<b>4.539.328</b>	<b>100,0</b>
<b>Produção comercial (B-Saídas)</b>	<b>kg</b>	<b>1340</b>	<b>6.102</b>	<b>8.176.967</b>	-
<b>Balanco energético (B/A)</b>	-	-	-	<b>1,72</b>	-
<b>Produção proteica (C)</b>	<b>kg</b>	-	<b>32,34</b>	-	-
<b>Custo energético de proteínas (A/C)</b>	-	-	-	<b>185.947</b>	-

**ANEXO D - Coeficientes energéticos médios da produção de 1 ha de alho no sistema convencional de produção – Região Centro-Serrana do Espírito Santo, 2006**

Especificação	Un.	Valor unitário (kcal)	Gastos		
			Qde	Valor total (kcal)	(%)
<b>1. Insumos:</b>					
Esterco de galinha	t	30.000	10	300.000	4,2
Alho-semente	kg	1.439	800	1.151.200	16,3
Calcário (3 t ha <sup>-1</sup> a cada 3 anos)	t	132.822	1	132.822	1,9
Nitrogênio (18-00-36)	kg	2.687	500	1.343.500	19,0
Fósforo (Super Simples)	kg	600	1.250	750.000	10,6
Potássio (18-00-36)	kg	576	500	288.000	4,0
FTE	kg	1.291	40	51.640	0,7
Bórax	kg	1.291	15	19.365	0,3
Sulfato de zinco	kg	1.291	8	10.328	0,1
Gesagard 800	kg	83.572	2	167.144	2,3
Dithane PM	kg	50.083	10	500.830	7,1
Manzate 800	kg	50.083	10	500.830	7,1
Decis 25 CE	L	60.393	1	60.363	0,8
Espalhante adesivo	L	64.683	1	64.683	0,9
<b>2. Serviços:</b>					
<b>Mecânicos:</b>					
					<b>2,6</b>
Aração	-	136.010	-	136.010	-
Gradagem	-	47.976	-	47.976	-
<b>Manuais:</b>					
					<b>11,1</b>
Aplicação de calcário	D/H	1.500	3	4.500	-
Obtenção de palhas	D/H	3.200	40	128.000	-
Preparo de solo (canteiros)	D/H	4.000	30	120.000	-
Adubação química	D/H	1.500	4	6.000	-
Aplicação de esterco	D/H	3.200	8	25.600	-
Plantio	D/H	1.500	50	75.000	-
Aplicação de cobertura morta	D/H	3.200	25	80.000	-
Adubação em cobertura mineral	D/H	1.500	5	7.500	-
Capinas	D/H	4.000	20	80.000	-
Aplicação de herbicida	D/H	2.400	2	4.800	-
Pulverizações	D/H	2.400	23	55.200	-
Colheita	D/H	2.400	30	72.000	-
Cura	D/H	2.400	15	36.000	-
Limpeza	D/H	2.400	25	60.000	-
Classificação/Embalagem	D/H	1.000	5	5.000	-
Transporte interno	D/H	2.400	10	24.000	-
<b>3. Outros:</b>					
Irrigação	-	547.820	-	547.820	7,8
Embalagem (sacos cap. 10 kg)	un.	270	635	171.450	2,4
Frete (distância = 10 km)	t km <sup>-1</sup>	880	63,50	55.880	0,8
<b>Total de gastos (A-Entradas)</b>	-	-	-	<b>7.083.441</b>	<b>100,0</b>
<b>Produção comercial (B-Saídas)</b>	<b>kg</b>	<b>1.340</b>	<b>6.350</b>	<b>8.509.000</b>	-
<b>Balanco energético (B/A)</b>	-	-	-	<b>1,20</b>	-
<b>Produção proteica (C)</b>	<b>kg</b>	-	<b>33,65</b>	-	-
<b>Custo energético de proteínas (A/C)</b>	-	-	-	<b>210.503</b>	-

**ANEXO E - Coeficientes energéticos médios da produção de 1 ha de batata em sistema orgânico de produção – Área Experimental do Incaper, 2006**

Especificação	Un.	Valor unitário (kcal)	Gastos		
			Qde	Valor total (kcal)	(%)
<b>1. Insumos:</b>					
Composto orgânico	t	25.700	30	771.000	15,3
Batata-semente	kg	805	1.200	966.000	19,2
Calda bordalesa	L	19	8.000	152.000	3,0
<b>2. Serviços:</b>					
<b>Mecânicos:</b>					
					<b>3,6</b>
Aração	-	136.010		136.010	-
Gradagem	-	47.976		47.976	-
<b>Manuais:</b>					
					<b>10,6</b>
Preparo de solo (sulcos)	D/H	4.000	10	40.000	-
Distribuição de composto	D/H	3.600	12	43.200	-
Plantio	D/H	1.500	15	22.500	-
Adução em cobertura orgânica	D/H	3.600	8	28.800	-
Amontoa	D/H	4.000	20	80.000	-
Aplicação de calda bordalesa	D/H	2.400	24	57.600	-
Colheita	D/H	4.000	50	200.000	-
Classificação/Embalagem	D/H	1.000	30,6	30.600	-
Transporte interno	D/H	2.400	14,8	35.520	-
<b>3. Outros:</b>					
Irrigação	-	694.880	-	694.880	13,8
Embalagem (1 kg)	mil	90.000	19,45	1.750.500	31,4
Frete (distância = 10 km)	t km <sup>-1</sup>	880	194,51	171.169	3,1
<b>Total de gastos (A-Entradas)</b>	-	-	-	<b>5.226.811</b>	<b>100,0</b>
<b>Produção comercial (B-Saídas)</b>	<b>kg</b>	<b>785</b>	<b>19.451</b>	<b>15.269.133</b>	-
<b>Balanco energético (B/A)</b>	-	-	-	<b>2,74</b>	-
<b>Produção proteica (C)</b>	<b>kg</b>	-	<b>35,01</b>	-	-
<b>Custo energético de proteínas (A/C)</b>	-	-	-	<b>182.106</b>	-

**ANEXO F - Coeficientes energéticos médios da produção de 1 ha de batata no sistema convencional de produção – Região Centro-Serrana do Espírito Santo, 2006**

Especificação	Un.	Valor unitário (kcal)	Gastos		
			Qde	Valor total (kcal)	(%)
<b>1. Insumos:</b>					
Batata-semente	kg	805	1.200	966.000	9,7
Calcário (3 t ha <sup>-1</sup> a cada 3 anos)	t	132.822	1	132.822	1,3
Nitrogênio (18-00-36)	kg	2.687	1.055	2.834.785	28,7
Fósforo (Super Simples)	kg	600	2.100	1.260.000	12,7
Potássio (18-00-36)	kg	576	1.055	607.680	6,1
FTE	kg	1.291	40	51.640	0,5
Decis 25 CE	L	60.393	2	120.786	1,2
Pi-Rimor 500 PM	kg	60.393	2	120.786	1,2
Ridomil-Mancozeb BR	kg	50.083	10	500.830	5,0
Dithane PM	kg	50.083	10	500.830	5,0
Curzate M	kg	50.083	12	600.996	6,1
Espalhante adesivo	L	64.683	5	323.415	3,3
<b>2. Serviços:</b>					
<b>Mecânicos:</b>					
					<b>1,9</b>
Aração	-	136.010	-	136.010	
Gradagem	-	47.976	-	47.976	
<b>Manuais:</b>					
					<b>4,9</b>
Aplicação de calcário	D/H	1.500	3	4.500	-
Preparo de solo (sulcos)	D/H	4.000	10	40.000	-
Adução química	D/H	1.500	6	9.000	-
Plantio	D/H	1.500	15	22.500	-
Adução em cobertura mineral	D/H	1.500	3	4.500	-
Amontoa	D/H	4.000	20	80.000	-
Pulverizações	D/H	2.400	33	79.200	-
Colheita (s)	D/H	4.000	50	200.000	-
Classificação/Embalagem	D/H	1.000	20	20.000	-
Transporte interno	D/H	2.400	10	24.000	-
<b>3. Outros:</b>					
Irrigação	-	694.880	-	694.880	7,0
Embalagem (sacos cap. 50 kg)	un.	630	500	315.000	3,2
Frete (distância = 10 km)	t km <sup>-1</sup>	880	250	220.000	2,2
<b>Total de gastos (A-Entradas)</b>	-	-	-	<b>9.918.136</b>	<b>100,0</b>
<b>Produção comercial (B-Saídas)</b>	<b>kg</b>	<b>785</b>	<b>25.000</b>	<b>19.625.000</b>	-
<b>Balanco energético (B/A)</b>	-	-	-	<b>1,98</b>	-
<b>Produção proteica (C)</b>	<b>kg</b>	-	<b>45</b>	-	-
<b>Custo energético de proteínas (A/C)</b>	-	-	-	<b>220.403</b>	-

**ANEXO G** - Coeficientes energéticos médios da produção de 1 ha de batata-baroa em sistema orgânico de produção – Área Experimental do Incaper, 2006

Especificação	Un.	Valor unitário (kcal)	Gastos		
			Qde	Valor total (kcal)	(%)
<b>1. Insumos:</b>					
Composto orgânico	t	25.700	20	514.000	13,8
Rebentos (mudas)	mil	1.295	27,8	36.001	1,0
<b>2.Serviços:</b>					
<b>Mecânicos:</b>					
					<b>4,9</b>
Aração	-	136.010	-	136.010	-
Gradagem	-	47.976	-	47.976	-
<b>Manuais:</b>					
					<b>13,3</b>
Preparo de solo (Leiras)	D/H	4.000	6	24.000	-
Distribuição de composto	D/H	3.600	12	43.200	-
Plantio	D/H	1.500	10	15.000	-
Adução em cobertura orgânica	D/H	3.600	8	28.800	-
Amontoa	D/H	4.000	15	60.000	-
Capinas	D/H	4.000	22	88.000	-
Colheita (s)	D/H	4.000	40	160.000	-
Lavagem	D/H	2.400	4	9.600	-
Classificação/Embalagem	D/H	1.000	53,3	53.300	-
Transporte interno	D/H	2.400	9,6	23.040	-
<b>3. Outros:</b>					
Irrigação	-	507.400	-	507.400	13,6
Embalagem (500 g)	mil	72.000	30,71	2.211.120	50,4
Frete (distância = 10 km)	t km <sup>-1</sup>	880	153,55	135.124	3,1
<b>Total de gastos (A-Entradas)</b>	-	-	-	<b>4.095.246</b>	<b>100,0</b>
<b>Produção comercial (B-Saídas)</b>	<b>kg</b>	<b>1.250</b>	<b>15.355</b>	<b>19.204.167</b>	-
<b>Balanco energético (B/A)</b>	-	-	-	<b>4,38</b>	-
<b>Produção proteica (C)</b>	<b>kg</b>	-	<b>23,03</b>	-	-
<b>Custo energético de proteínas (A/C)</b>	-	-	-	<b>203.660</b>	-

**ANEXO H - Coeficientes energéticos médios da produção de 1 ha de batata-baroa no sistema convencional de produção – Região Centro-Serrana do Espírito Santo, 2006**

Especificação	Un.	Valor unitário (kcal)	Gastos		
			Qde	Valor total (kcal)	(%)
<b>1. Insumos:</b>					
Esterco de galinha	t	30.000	5	150.000	4,1
Rebentos (mudas)	mil	1.295	27,8	36.001	1,0
Calcário (3 t ha <sup>-1</sup> a cada 3 anos)	t	132.822	1	132.822	3,7
Fósforo (Super Simples)	kg	600	900	540.000	14,9
Potássio (KCl)	kg	960	150	144.000	4,0
FTE	kg	1.291	40	51.640	1,4
Omite 300 PM	L	64.683	3	194.049	5,4
Gesagard 800	kg	83.572	2	167.144	4,6
Pi-Rimor 500 PM	kg	60.393	5	301.965	8,3
Dithane PM	kg	50.083	10	500.830	13,8
<b>2. Serviços:</b>					
<b>Mecânicos:</b>					
					<b>5,1</b>
Aração	-	136.010	-	136.010	
Gradagem	-	47.976	-	47.976	
<b>Manuais:</b>					
					<b>14,8</b>
Aplicação de calcário	D/H	1.500	3	4.500	-
Preparo de solo (leiras)	D/H	4.000	6	24.000	-
Adução química	D/H	1.500	4	6.000	-
Distribuição de esterco	D/H	3.200	6	19.200	-
Plantio	D/H	1.500	10	15.000	-
Adução em cobertura mineral	D/H	1.500	3	4.500	-
Amontoa	D/H	4.000	15	60.000	-
Capinas	D/H	4.000	15	60.000	-
Pulverizações	D/H	2.400	50	120.000	-
Colheita	D/H	4.000	40	160.000	-
Lavagem	D/H	2.400	4	9.600	-
Classificação/Embalagem	D/H	1.000	30	30.000	-
Transporte interno	D/H	2.400	10	24.000	-
<b>3. Outros:</b>					
Irrigação	-	507.400	-	507.400	14,0
Embalagem (caixas tipo K)	un.	75	625	46.875	1,3
Frete (distância = 10 km)	t km <sup>-1</sup>	880	150	132.000	3,6
<b>Total de gastos (A-Entradas)</b>	-	-	-	<b>3.625.512</b>	<b>100,0</b>
<b>Produção comercial (B-Saídas)</b>	<b>kg</b>	<b>1.250</b>	<b>15.000</b>	<b>18.750.000</b>	-
<b>Balanco energético (B/A)</b>	-	-	-	<b>5,17</b>	-
<b>Produção proteica (C)</b>	<b>kg</b>	-	<b>22,50</b>	-	-
<b>Custo energético de proteínas (A/C)</b>	-	-	-	<b>161.134</b>	-

**ANEXO I - Coeficientes energéticos médios da produção de 1 ha de batata-doce em sistema orgânico de produção – Área Experimental do Incaper, 2006**

Especificação	Un.	Valor unitário (kcal)	Gastos		
			Qde	Valor total (kcal)	(%)
<b>1. Insumos:</b>					
Composto orgânico	t	25.700	30	771.000	21,5
Ramas (mudas)	mil	1.586	33	52.338	1,5
<b>2. Serviços:</b>					
<b>Mecânicos:</b>					
					<b>5,4</b>
Aração	-	136.010	-	136.010	-
Gradagem	-	47.976	-	47.976	-
Enleiramento com microtrator	-	10.035	-	10.035	-
<b>Manuais:</b>					
					<b>10,9</b>
Distribuição de composto	D/H	3.600	5	18.000	-
Plantio	D/H	1.500	10	15.000	-
Capinas	D/H	4.000	20	80.000	-
Colheita	D/H	4.000	50	200.000	-
Lavagem	D/H	2.400	5,5	13.200	-
Classificação/Embalagem	D/H	1.000	40,5	40.500	-
Transporte interno	D/H	2.400	13,3	31.920	-
<b>3. Outros:</b>					
Irrigação	-	315.620	-	315.620	8,8
Embalagem (1 kg)	mil	90.000	21,63	1.946.700	47,3
Frete (distância = 10 km)	t km <sup>-1</sup>	880	216,30	190.344	4,6
<b>Total de gastos (A-Entradas)</b>	-	-	-	<b>3.872.973</b>	<b>100,0</b>
<b>Produção comercial (B-Saídas)</b>	<b>kg</b>	<b>1.255</b>	<b>21.630</b>	<b>27.145.119</b>	-
<b>Balanco energético (B/A)</b>	-	-	-	<b>6,58</b>	-
<b>Produção proteica (C)</b>	<b>kg</b>	-	<b>28,33</b>	-	-
<b>Custo energético de proteínas (A/C)</b>	-	-	-	<b>154.852</b>	-

**ANEXO J - Coeficientes energéticos médios da produção de 1 ha de batata-doce no sistema convencional de produção – Região Centro-Serrana do Espírito Santo, 2006**

Especificação	Un.	Valor unitário (kcal)	Gastos		
			Qde	Valor total (kcal)	(%)
<b>1. Insumos:</b>					
Esterco de galinha	t	30.000	5	150.000	4,3
Ramas (mudas)	mil	1.586	33	52.338	1,5
Calcário (3 t ha <sup>-1</sup> a cada 3 anos)	t	132.822	1	132.822	3,8
Nitrogênio (18-00-36)	kg	2.687	333	894.771	25,6
Fósforo (Super Simples)	kg	600	900	540.000	15,4
Potássio (18-00-36)	kg	576	333	191.808	5,5
FTE	kg	1.291	40	51.640	1,5
Gesagard 800	kg	83.572	2	167.144	4,8
<b>2. Serviços:</b>					
<b>Mecânicos:</b>					
					<b>5,5</b>
Aração	-	136.010	-	136.010	-
Gradagem	-	47.976	-	47.976	-
Enleiramento com microtrator	-	10.035	-	10.035	-
<b>Manuais:</b>					
					<b>9,8</b>
Aplicação de calcário	D/H	1.500	3	4.500	-
Adução química	D/H	1.500	3	4.500	-
Distribuição de esterco	D/H	3.200	2	6.400	-
Plantio	D/H	1.500	10	15.000	-
Capinas	D/H	4.000	15	60.000	-
Pulverizações	D/H	2.400	1	2.400	-
Colheita	D/H	4.000	50	200.000	-
Lavagem	D/H	2.400	5	12.000	-
Classificação/Embalagem	D/H	1.000	15	15.000	-
Transporte interno	D/H	2.400	10	24.000	-
<b>3. Outros:</b>					
Irrigação	-	315.620	-	315.620	9,0
Embalagem (sacos cap. 20 kg)	un.	342	900	307.800	8,8
Frete (distância = 10 km)	t km <sup>-1</sup>	880	180	158.400	4,5
<b>Total de gastos (A-Entradas)</b>	-	-	-	<b>3.500.164</b>	<b>100,0</b>
<b>Produção comercial (B-Saídas)</b>	<b>kg</b>	<b>1.255</b>	<b>18.000</b>	<b>22.590.000</b>	-
<b>Balanco energético (B/A)</b>	-	-	-	<b>6,45</b>	-
<b>Produção proteica (C)</b>	<b>kg</b>	-	<b>23,58</b>	-	-
<b>Custo energético de proteínas (A/C)</b>	-	-	-	<b>148.438</b>	-

**ANEXO K - Coeficientes energéticos médios da produção de 1 ha de cenoura em sistema orgânico de produção – Área Experimental do Incaper, 2006**

Especificação	Un.	Valor unitário (kcal)	Gastos		
			Qde	Valor total (kcal)	(%)
<b>1. Insumos:</b>					
Composto orgânico	t	25.700	30	771.000	13,7
Sementes	kg	121.000	4	484.000	8,6
<b>2. Serviços:</b>					
<b>Mecânicos:</b>					<b>3,4</b>
Aração	-	136.010	-	136.010	-
Gradagem	-	47.976	-	47.976	-
Enleiramento com microtrator	-	10.035	-	10.035	-
<b>Manuais:</b>					<b>9,4</b>
Preparo de solo (encanteiramento)	D/H	4.000	30	120.000	-
Distribuição de composto	D/H	3.600	5	18.000	-
Plantio	D/H	1.500	6	9.000	-
Desbaste	D/H	1.500	70	105.000	-
Adução em cobertura orgânica	D/H	3.600	10	36.000	-
Capinas	D/H	2.400	30	72.000	-
Colheita	D/H	2.400	25	60.000	-
Lavagem	D/H	2.400	9,9	23.760	-
Classificação/Embalagem	D/H	1.000	69,1	69.100	-
Transporte interno	D/H	2.400	11,1	26.640	-
<b>3. Outros:</b>					
Irrigação	ha	473.000	-	473.000	8,4
Embalagem (500 g)	mil	72.000	47,07	3.389.040	53,2
Frete (distância = 10 km)	t km <sup>-1</sup>	880	235,35	207.108	3,3
<b>Total de gastos (A-Entradas)</b>	-	-	-	<b>6.057.686</b>	<b>100,0</b>
<b>Produção comercial (B-Saídas)</b>	<b>kg</b>	<b>500</b>	<b>23.535</b>	<b>11.767.471</b>	-
<b>Balanço energético (B/A)</b>	-	-	-	<b>1,85</b>	-
<b>Produção proteica (C)</b>	<b>kg</b>	-	<b>28,24</b>	-	-
<b>Custo energético de proteínas (A/C)</b>	-	-	-	<b>234.421</b>	-

**ANEXO L - Coeficientes energéticos médios da produção de 1 ha de cenoura no sistema convencional de produção – Região Centro-Serrana do Espírito Santo, 2006**

Especificação	Un.	Valor unitário (kcal)	Gastos		
			Qde	Valor total (kcal)	(%)
<b>1. Insumos:</b>					
Esterco de galinha	t	30.000	8	240.000	4,0
Sementes	kg	121.000	4	484.000	8,0
Calcário (3 t ha <sup>-1</sup> a cada 3 anos)	t	132.822	1	132.822	2,2
Nitrogênio (18-00-36)	kg	2.687	666	1.789.542	29,6
Fósforo (Super Simples)	kg	600	2.000	1.200.000	19,9
Potássio (18-00-36)	kg	576	666	383.616	6,4
FTE	kg	1.291	40	51.640	0,9
Decis 25 CE	L	60.393	1	60.363	1,0
Gesagard 800	kg	83.572	2	167.144	2,8
Espalhante Adesivo	L	64.683	1	64.683	1,1
<b>2. Serviços:</b>					
<b>Mecânicos:</b>					
					<b>3,2</b>
Aração	-	136.010	-	136.010	-
Gradagem	-	47.976	-	47.976	-
Enxada rotativa de microtrator	-	10.035	-	10.035	-
<b>Manuais:</b>					
					<b>7,6</b>
Aplicação de calcário	D/H	1.500	3	4.500	-
Preparo de solo (encanteiramento)	D/H	4.000	30	120.000	-
Adução química	D/H	1.500	5	7.500	-
Distribuição de esterco	D/H	3.200	8	25.600	-
Plantio	D/H	1.500	6	9.000	-
Desbaste	D/H	1.500	50	75.000	-
Adução em cobertura mineral	D/H	1.500	5	7.500	-
Capinas	D/H	2.400	20	48.000	-
Pulverizações	D/H	2.400	9	21.600	-
Colheita	D/H	2.400	25	60.000	-
Lavagem	D/H	2.400	10	24.000	-
Classificação/Embalagem	D/H	1.000	35	35.000	-
Transporte interno	D/H	2.400	10	24.000	-
<b>3. Outros:</b>					
Irrigação	ha	473.000	-	473.000	7,8
Embalagem (sacos cap. 20 kg)	un.	75	1.167	87.525	1,4
Frete (distância = 10 km)	t km <sup>-1</sup>	880	280	246.400	4,1
<b>Total de gastos (A-Entradas)</b>	-	-	-	<b>6.036.456</b>	<b>100,0</b>
<b>Produção comercial (B-Saídas)</b>	<b>kg</b>	<b>500</b>	<b>28.000</b>	<b>14.000.000</b>	-
<b>Balanco energético (B/A)</b>	-	-	-	<b>2,32</b>	-
<b>Produção proteica (C)</b>	<b>kg</b>	-	<b>33,60</b>	-	-
<b>Custo energético de proteínas (A/C)</b>	-	-	-	<b>179.656</b>	-

**ANEXO M - Coeficientes energéticos médios da produção de 1 ha de couve-flor em sistema orgânico de produção – Área Experimental do Incaper, 2006**

Especificação	Un.	Valor unitário (kcal)	Gastos		
			Qde	Valor total (kcal)	(%)
<b>1. Insumos:</b>					
Composto orgânico	t	25.700	30	771.000	23,6
Sementes	g	303	200	60.600	1,9
<b>2. Serviços:</b>					
<b>Mecânicos:</b>					<b>5,6</b>
Aração	-	136.010	-	136.010	-
Gradagem	-	47.976	-	47.976	-
<b>Manuais:</b>					<b>8,3</b>
Preparo de sementeira	D/H	1.500	2	3.000	-
Preparo de solo (covas)	D/H	4.000	7	28.000	-
Distribuição de composto	D/H	3.600	12	43.200	-
Plantio	D/H	1.500	20	30.000	-
Adução em cobertura orgânica	D/H	3.600	8	28.800	-
Capinas	D/H	4.000	15	60.000	-
Colheita	D/H	2.400	9,4	22.560	-
Classificação/Embalagem	D/H	1.000	34,2	34.200	-
Transporte interno	D/H	2.400	9,8	23.520	-
<b>3. Outros:</b>					
Irrigação	-	473.000	-	473.000	14,5
Embalagem (nº cabeças = 16.031)	mil	90.000	16,03	1.442.700	42,7
Frete (distância = 10 km)	t km <sup>-1</sup>	880	136,86	120.437	3,5
<b>Total de gastos (A-Entradas)</b>	-	-	-	<b>3.325.047</b>	<b>100,0</b>
<b>Produção comercial (B-Saídas)</b>	<b>kg</b>	<b>300</b>	<b>13.686</b>	<b>4.105.775</b>	-
<b>Balço energético (B/A)</b>	-	-	-	<b>1,19</b>	-
<b>Produção proteica (C)</b>	<b>kg</b>	-	<b>34,22</b>	-	-
<b>Custo energético de proteínas (A/C)</b>	-	-	-	<b>121.481</b>	-

**ANEXO N** - Coeficientes energéticos médios da produção de 1 ha de couve-flor no sistema convencional de produção – Região Centro-Serrana do Espírito Santo, 2006

Especificação	Un.	Valor unitário (kcal)	Gastos		
			Qde	Valor total (kcal)	(%)
<b>1. Insumos:</b>					
Esterco de galinha	t	30.000	6	180.000	4,0
Sementes	g	303	200	60.600	1,3
Calcário (3 t ha <sup>-1</sup> a cada 3 anos)	t	132.822	1	132.822	2,9
Nitrogênio (18-00-36)	kg	2.687	830	2.230.210	49,6
Fósforo (Super Simples)	kg	600	150	90.000	2,0
Potássio (18-00-36)	kg	576	830	478.080	10,6
FTE	kg	1.291	40	51.640	1,1
Pi-Rimor 500 PM	kg	60.393	1	60.393	1,3
Espalhante adesivo	-	64.683	1	64.683	1,4
<b>2. Serviços:</b>					
<b>Mecânicos:</b>					
					<b>4,1</b>
Aração	-	136.010	-	136.010	-
Gradagem	-	47.976	-	47.976	-
<b>Manuais:</b>					
					<b>6,1</b>
Preparo de sementeira	D/H	1.500	2	3.000	-
Aplicação de calcário	D/H	1.500	3	4.500	-
Preparo de solo (covas)	D/H	4.000	7	28.000	-
Adução química	D/H	1.500	4	6.000	-
Distribuição de esterco	D/H	3.200	8	25.600	-
Plantio	D/H	1.500	20	30.000	-
Adução em cobertura mineral	D/H	1.500	3	4.500	-
Capinas	D/H	4.000	20	80.000	-
Pulverizações	D/H	2.400	10	24.000	-
Colheita	D/H	2.400	10	24.000	-
Classificação/Embalagem	D/H	1.000	20	20.000	-
Transporte interno	D/H	2.400	10	24.000	-
<b>3. Outros:</b>					
Irrigação	ha	473.000	-	473.000	10,6
Embalagem (engradados =15.000 cab.)	un.	75	1.250	93.750	2,1
Frete (distância = 10 km)	t km <sup>-1</sup>	880	150	132.000	2,9
<b>Total de gastos (A-Entradas)</b>	-	-	-	<b>4.504.764</b>	<b>100,0</b>
<b>Produção comercial (B-Saídas)</b>	<b>kg</b>	<b>300</b>	<b>15.000</b>	<b>4.500.000</b>	-
<b>Balanco energético (B/A)</b>	-	-	-	<b>1,00</b>	-
<b>Produção proteica (C)</b>	<b>kg</b>	-	<b>37,50</b>	-	-
<b>Custo energético de proteínas (A/C)</b>	-	-	-	<b>120.127</b>	-

**ANEXO O** - Coeficientes energéticos médios da produção de 1 ha de repolho em sistema orgânico de produção – Área Experimental do Incaper, 2006

Especificação	Un.	Valor unitário (kcal)	Gastos		
			Qde	Valor total (kcal)	(%)
<b>1. Insumos:</b>					
Composto orgânico	t	25.700	30	771.000	23,2
Sementes	g	1.361	300	408.300	12,3
<b>2. Serviços:</b>					
<b>Mecânicos:</b>					
					<b>5,5</b>
Aração	-	136.010	-	136.010	-
Gradagem	-	47.976	-	47.976	-
<b>Manuais:</b>					
					<b>10,3</b>
Preparo de sementeira	D/H	1.500	2	3.000	-
Preparo de solo (covas)	D/H	4.000	7	28.000	-
Distribuição de composto	D/H	3.600	12	43.200	-
Plantio	D/H	1.500	20	30.000	-
Adução em cobertura orgânica	D/H	3.600	8	28.800	-
Capinas	D/H	4.000	15	60.000	-
Colheita	D/H	2.400	18,6	44.640	-
Classificação/Embalagem	D/H	1.000	63,5	63.500	-
Transporte interno	D/H	2.400	18,6	44.640	-
<b>3. Outros:</b>					
Irrigação	-	473.000	-	473.000	14,2
Embalagem (nº cabeças = 32.433)	mil	21.060	32,43	682.976	20,1
Frete (distância = 10 km)	t km <sup>-1</sup>	880	553,20	486.816	14,3
<b>Total de gastos (A-Entradas)</b>	-	-	-	<b>3.351.908</b>	<b>100,0</b>
<b>Produção comercial (B-Saídas)</b>	<b>kg</b>	<b>250</b>	<b>55.320</b>	<b>13.829.967</b>	-
<b>Balço energético (B/A)</b>	-	-	-	<b>4,07</b>	-
<b>Produção proteica (C)</b>	<b>kg</b>	-	<b>77,45</b>	-	-
<b>Custo energético de proteínas (A/C)</b>	-	-	-	<b>45.733</b>	-

**ANEXO P - Coeficientes energéticos médios da produção de 1 ha de repolho no sistema convencional de produção – Região Centro-Serrana do Espírito Santo, 2006**

Especificação	Un.	Valor unitário (kcal)	Gastos		
			Qde	Valor total (kcal)	(%)
<b>1. Insumos:</b>					
Esterco de galinha	t	30.000	8	240.000	3,3
Sementes	g	1.361	300	408.300	5,6
Calcário (3 t ha <sup>-1</sup> a cada 3 anos)	t	132.822	1	132.822	1,8
Nitrogênio (18-00-36)	kg	2.687	830	2.230.210	30,6
Fósforo (Super Simples)	kg	600	2000	1.200.000	16,5
Potássio (18-00-36)	kg	576	830	478.080	6,6
FTE	kg	1.291	40	51.640	0,7
Decis 25 CE	L	60.393	2	120.786	1,7
Pi-Rimor 500 PM	kg	60.393	2	120.786	1,7
Dithane PM	kg	50.083	1	50.083	0,7
Espalhante adesivo	L	64.683	1	64.683	0,9
<b>2. Serviços:</b>					
<b>Mecânicos:</b>					<b>2,5</b>
Aração	-	136.010	-	136.010	-
Gradagem	-	47.976	-	47.976	-
<b>Manuais:</b>					<b>5,1</b>
Preparo de sementeira	D/H	1.500	2	3.000	-
Aplicação de calcário	D/H	1.500	3	4.500	-
Preparo de solo (covas)	D/H	4.000	12	48.000	-
Adução química	D/H	1.500	6	9.000	-
Distribuição de esterco	D/H	3.200	15	48.000	-
Plantio	D/H	1.500	34	51.000	-
Adução em cobertura mineral	D/H	1.500	5	7.500	-
Capinas	D/H	4.000	20	80.000	-
Pulverizações	D/H	2.400	10	24.000	-
Colheita	D/H	2.400	16	38.400	-
Classificação/Embalagem	D/H	1.000	20	20.000	-
Transporte interno	D/H	2.400	16	38.400	-
<b>3. Outros:</b>					
Irrigação	ha	473.000	-	473.000	6,5
Embalagem (sacos cap. 30 kg)	un.	468	1570	734.760	10,1
Frete (distância = 10 km)	t km <sup>-1</sup>	880	471,02	414.498	5,7
<b>Total de gastos (A-Entradas)</b>	-	-	-	<b>7.275.434</b>	<b>100,0</b>
<b>Produção comercial (B-Saídas)</b>	<b>kg</b>	<b>250</b>	<b>47.102</b>	<b>11.775.500</b>	-
<b>Balanco energético (B/A)</b>	-	-	-	<b>1,62</b>	-
<b>Produção proteica (C)</b>	<b>kg</b>	-	<b>65,94</b>	-	-
<b>Custo energético de proteínas (A/C)</b>	-	-	-	<b>110.334</b>	-

**ANEXO Q - Coeficientes energéticos médios da produção de 1 ha de taro em sistema orgânico de produção – Área Experimental do Incaper, 2006**

Especificação	Un.	Valor unitário (kcal)	Gastos		
			Qde	Valor total (kcal)	(%)
<b>1. Insumos:</b>					
Composto orgânico	t	25.700	20	514.000	10,5
Rizomas (mudas)	kg	694	2.000	1.388.000	28,2
<b>2. Serviços:</b>					
<b>Mecânicos:</b>					<b>3,7</b>
Aração	-	136.010	-	136.010	-
Gradagem	-	47.976	-	47.976	-
<b>Manuais:</b>					<b>9,4</b>
Preparo de solo (sulcos)	D/H	4.000	10	40.000	-
Distribuição de composto	D/H	3.600	12	43.200	-
Plantio	D/H	1.500	10	15.000	-
Adução em cobertura orgânica	D/H	3.600	8	28.800	-
Amontoa	D/H	4.000	15	60.000	-
Capinas	D/H	4.000	10	40.000	-
Colheita	D/H	4.000	30	120.000	-
Limpeza	D/H	2.400	16,5	39.600	-
Classificação/Embalagem	D/H	1.000	33,7	33.700	-
Transporte interno	D/H	2.400	17,8	42.720	-
<b>3. Outros:</b>					
Irrigação	-	507.400	-	507.400	10,3
Embalagem (1 kg)	mil	72.000	23,80	1.713.600	33,8
Frete (distância = 10 km)	t km <sup>-1</sup>	880	238,05	209.484	4,1
<b>Total de gastos (A-Entradas)</b>	-	-	-	<b>4.978.452</b>	<b>100,0</b>
<b>Produção comercial (B-Saídas)</b>	<b>kg</b>	<b>668</b>	<b>23.805</b>	<b>15.901.851</b>	-
<b>Balanco energético (B/A)</b>	-	-	-	<b>3.14</b>	-
<b>Produção proteica (C)</b>	<b>kg</b>	-	<b>35,71</b>	-	-
<b>Custo energético de proteínas (A/C)</b>	-	-	-	<b>146.040</b>	-

**ANEXO R - Coeficientes energéticos médios da produção de 1 ha de taro no sistema convencional de produção – Região Centro-Serrana do Espírito Santo, 2006**

Especificação	Un.	Valor unitário (kcal)	Gastos		
			Qde	Valor total (kcal)	(%)
<b>1. Insumos:</b>					
Esterco de galinha	t	30.000	10	300.000	5,9
Rizomas (mudas)	kg	694	2.000	1.388.000	27,3
Calcário (3 t ha <sup>-1</sup> a cada 3 anos)	t	132.822	1	132.822	2,6
Nitrogênio (18-00-36)	kg	2.687	330	886.710	17,4
Fósforo (Super Simples)	kg	600	900	540.000	10,6
Potássio (18-00-36)	kg	576	330	190.080	3,7
FTE	kg	1.291	40	51.640	1,0
<b>2. Serviços:</b>					
<b>Mecânicos:</b>					<b>3,6</b>
Aração	-	136.010	-	136.010	-
Gradagem	-	47.976	-	47.976	-
<b>Manuais:</b>					<b>7,6</b>
Aplicação de calcário	D/H	1.500	3	4.500	-
Preparo de solo (sulcos)	D/H	4.000	10	40.000	-
Adução química	D/H	1.500	4	6.000	-
Distribuição de esterco	D/H	3.200	8	25.600	-
Plantio	D/H	1.500	10	15.000	-
Adução em cobertura mineral	D/H	1.500	3	4.500	-
Amontoa	D/H	4.000	15	60.000	-
Capinas	D/H	4.000	10	40.000	-
Colheita	D/H	4.000	30	120.000	-
Limpeza	D/H	2.400	15	36.000	-
Classificação/Embalagem	D/H	1.000	15	15.000	-
Transporte interno	D/H	2.400	10	24.000	-
<b>3. Outros:</b>					
Irrigação	-	507.400	-	507.400	10,0
Embalagem (sacos cap. 20 kg)	un.	342	1.000	342.000	6,7
Frete (distância = 10 km)	t km <sup>-1</sup>	880	200	176.000	3,5
<b>Total de gastos (A-Entradas)</b>	-	-	-	<b>5.089.238</b>	<b>100,0</b>
<b>Produção comercial (B-Saídas)</b>	<b>kg</b>	<b>668</b>	<b>20.000</b>	<b>13.360.000</b>	-
<b>Balanco energético (B/A)</b>	-	-	-	<b>2,63</b>	-
<b>Produção proteica (C)</b>	<b>kg</b>	-	<b>30</b>	-	-
<b>Custo energético de proteínas (A/C)</b>	-	-	-	<b>169.641</b>	-

**ANEXO S** - Coeficientes energéticos médios da produção de 1 ha de tomate em sistema orgânico de produção – Área Experimental do Incaper, 2006

Especificação	Un.	Valor unitário (kcal)	Gastos		
			Qde	Valor total (kcal)	(%)
<b>1. Insumos:</b>					
Composto orgânico	t	25.700	30	771.000	9,2
Sementes (produzida localmente)	g	36	250	9.000	0,1
Biofertilizante líquido enriquecido	L	13	32.000	416.000	5,0
Bacillus thuringiensis (Dipel PM)	kg	60.393	3	181.179	2,1
Calda bordalesa	L	19	8.000	152.000	1,9
<b>2. Serviços:</b>					
<b>Mecânicos:</b>					
					<b>2,2</b>
Aração	-	136.010	-	136.010	-
Gradagem	-	47.976	-	47.976	-
<b>Manuais:</b>					
					<b>12,0</b>
Preparo de sementeira	D/H	1500	2	3.000	-
Preparo de solo (covas)	D/H	4.000	12	48.000	-
Distribuição de composto	D/H	3.600	12	43.200	-
Plantio	D/H	1.500	20	30.000	-
Estaqueamento	D/H	3.600	45	162.000	-
Aplicação de biofertilizante líquido	D/H	3.600	16	57.600	-
Amontoa	D/H	4.000	12	48.000	-
Capinas	D/H	4.000	10	40.000	-
Aplicação de calda bordalesa	D/H	2.400	32	76.800	-
Pulverizações	D/H	2.400	24	57.600	-
Amarrio, desbrota e capação	D/H	2.400	105	252.000	-
Colheita (s)	D/H	2.400	45,6	109.440	-
Classificação/Embalagem	D/H	1.000	50,0	50.000	-
Transporte interno	D/H	2.400	13,6	32.640	-
<b>3. Outros:</b>					
Irrigação	-	663.920	-	663.920	7,9
Embalagem (500 g)	mil	72.000	69,09	4.974.480	56,1
Frete (distância = 10 km)	t km <sup>-1</sup>	880	345,45	303.996	3,4
<b>Total de gastos (A-Entradas)</b>	-	-	-	<b>8.665.631</b>	<b>100,0</b>
<b>Produção comercial (B-Saídas)</b>	<b>kg</b>	<b>250</b>	<b>34.545</b>	<b>8.636.333</b>	-
<b>Balanco energético (B/A)</b>	-	-	-	<b>0,97</b>	-
<b>Produção proteica (C)</b>	<b>kg</b>	-	<b>41,45</b>	-	-
<b>Custo energético de proteínas (A/C)</b>	-	-	-	<b>217.257</b>	-

**ANEXO T - Coeficientes energéticos médios da produção de 1 ha de tomate no sistema convencional de produção – Região Centro-Serrana do Espírito Santo, 2006**

Especificação	Un.	Valor unitário (kcal)	Gastos		
			Qde	Valor total (kcal)	(%)
<b>1. Insumos:</b>					
Esterco de galinha	t	30.000	10	300.000	1,8
Calcário (3 t ha <sup>-1</sup> a cada 3 anos)	t	132.822	1	132.822	0,8
Sementes (semente híbrida)	g	1.361	250	340.250	2,0
Nitrogênio (18-00-36)	kg	2.687	2.200	5.911.400	35,7
Fósforo (Super Simples)	kg	600	4.000	2.400.000	14,5
Potássio (18-00-36)	kg	576	2.200	1.267.200	7,7
FTE	kg	1.291	40	51.640	0,3
Decis 25 CE	L	60.393	2	120.786	0,7
Cartap BR 500	kg	60.393	6	362.358	2,2
Curzate M	kg	50.083	12	600.996	3,6
Dithane PM	kg	50.083	18	901.494	5,4
Ridomil-Mancozeb BR	kg	50.083	6	300.498	1,8
Bravonil 750 PM	kg	50.083	18	901.494	5,4
Espalhante Adesivo	L	64.683	5	323.415	1,9
<b>2. Serviços:</b>					
<b>Mecânicos:</b>					
					<b>0,8</b>
Aração	-	136.010	-	136.010	
Gradagem	-	47.976	-	47.976	
<b>Manuais:</b>					
					<b>7,5</b>
Preparo de sementeira	D/H	1.500	2	3.000	-
Aplicação de calcário	D/H	1.500	3	4.500	-
Preparo de solo (covas)	D/H	4.000	12	48.000	-
Adução química	D/H	1.500	7	10.500	-
Distribuição de esterco	D/H	3.200	8	25.600	-
Plantio	D/H	1.500	20	30.000	-
Estaqueamento	D/H	3.600	45	162.000	-
Adução em cobertura mineral	D/H	1.500	3	4.500	-
Amontoa	D/H	4.000	12	48.000	-
Capinas	D/H	4.000	15	60.000	-
Pulverizações	D/H	2.400	108	259.200	-
Amarrio, desbrota e capação	D/H	2.400	105	252.000	-
Colheita (s)	D/H	2.400	100	240.000	-
Classificação/Embalagem	D/H	1.000	40	40.000	-
Transporte interno	D/H	2.400	15	36.000	-
<b>3. Outros:</b>					
Irrigação	-	663.920	-	663.920	4,0
Embalagem (caixas tipo K)	un.	75	2.292	171.900	1,0
Frete (distância = 10 km)	t km <sup>-1</sup>	880	550	484.000	2,9
<b>Total de gastos (A-Entradas)</b>	-	-	-	<b>16.641.459</b>	<b>100,0</b>
<b>Produção comercial (B-Saídas)</b>	<b>kg</b>	<b>250</b>	<b>55.000</b>	<b>13.750.000</b>	-
<b>Balanco energético (B/A)</b>	-	-	-	<b>0,83</b>	-
<b>Produção proteica (C)</b>	<b>kg</b>	-	<b>66</b>	-	-
<b>Custo energético de proteínas (A/C)</b>	-	-	-	<b>252.143</b>	-

Apoio:

**FAPES**

FUNDAÇÃO DE AMPLIAR E PERCUSSA DO ESPÍRITO SANTO

Realização:

**Incaper**

Instituto Capense de Pesquisas,  
Análises Técnicas e Extensão Rural

GOVERNO DO ESTADO  
DO ESPÍRITO SANTO

Secretaria da Agricultura,  
Abastecimento, Aquicultura e Pesca



Agência Brasileira do ISBN

ISBN 978-85-89274-24-1



9 788589 274241