



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
FACULDADE DE FARMÁCIA
MESTRADO ACADÊMICO EM CIÊNCIA DE ALIMENTOS**

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E AVALIAÇÃO DE
COMPOSTOS BIOATIVOS DE MANGAS (*Mangifera indica* L.)
PROVENIENTES DE CULTIVO BIODINÂMICO, ORGÂNICO E
CONVENCIONAL.**

LEONARDO FONSECA MACIEL

SALVADOR, 2009.

LEONARDO FONSECA MACIEL

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E AVALIAÇÃO DE
COMPOSTOS BIOATIVOS DE MANGAS (*Mangifera indica* L.)
PROVENIENTES DE CULTIVO BIODINÂMICO, ORGÂNICO E
CONVENCIONAL.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos da Faculdade de Farmácia da Universidade Federal da Bahia, como requisito parcial para a obtenção do Título de Mestre.

Orientadora: Profa. Dra. Maria Spínola Miranda.

SALVADOR, 2009.

Sistema de Bibliotecas - UFBA

- M152 Maciel, Leonardo Fonseca.
Caracterização físico-química e avaliação de compostos bioativos de mangas
(Mangifera indica L.) provenientes de cultivo biodinâmico, orgânico e convencional / Maciel
Fonseca Maciel. - 2009.
151 f.
- Orientadora : Prof.^a Dr^a Maria Spínola Miranda.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal da Bahia, Faculdade de Farmácia, 2009.
1. Manga - Diamantina, Chapada (BA) – Cultivo. 2. Agricultura orgânica. 3. Manga -
Nutrição. 5. Antioxidantes. I. Miranda, Maria Spínola . II. Universidade Federal da Bahia.
Faculdade de Farmácia. III. Título.

CDD - 634.44
CDU - 634.441

*Dedico este trabalho a minha
mãe, Darcilene, pelo estímulo
ao longo da minha vida.*

AGRADECIMENTOS

A Deus, por permitir que eu superasse todas as dificuldades, encorajando-me a seguir com confiança e determinação;

À minha família, pelo apoio e suporte concedidos para meu crescimento pessoal e profissional;

À minha orientadora, Professora Dra. Maria Spínola Miranda, que com toda sua generosidade, paciência e profissionalismo, me ensinou a arte da dedicação e o amor à pesquisa, além de me ensinar a enfrentar todas as dificuldades com otimismo;

À professora Eliete da Silva Bispo, por todo apoio e atenção;

À Professora Rosemary Duarte Carvalho e a todos do Laboratório de Bromatologia (Fátima, Sandra, Vagner, Ana Paula, Gil e Jaqueline), pela ajuda, compreensão e disponibilidade;

À Professora Clícia Capibaribe Leite e a todos os funcionários do Laboratório de Microbiologia de Alimentos, pelo apoio e amizade;

Ao Professor Dr. Eudes da Silva Velozo, coordenador do LAPEMM – Laboratório de Pesquisa em Matéria Médica, pelo apoio técnico-científico, e a Railda, por toda a colaboração;

À Professora Maria Eugênia de Oliveira Mamede, por toda sua compreensão e atenção;

A Cassiane da Silva Oliveira, pelas parcerias estabelecidas e pelo companheirismo;

A Erika Fonseca Maciel, pela ajuda na adequação dos textos ao novo acordo ortográfico;

A Lídice Almeida Paraguassu, por sua colaboração com valiosas sugestões;

A Lilian Rodrigues, por toda sua amizade e carinho;

A Margareth da Silva Ribeiro, por seu auxílio e toda a sua amizade;

A Valmir Marques Júnior, por toda dedicação e compreensão;

Aos amigos Maiana, Vanessa, Catarina, Genário, Adriana, Tatiane, Léo e Márcio, pelo incentivo e pelos momentos alegres, compartilhados ao longo do curso;

Aos amigos do LAPESCA (Carol, Luciana, Jaff, Fábio, Jeane), por todo o companheirismo e auxílio;

Às bolsistas do Laboratório de Pesquisa e Análise de Alimentos e Contaminantes Elaine, Indira, Roseane e Tharcila, pela ajuda na realização deste trabalho;

A Priscila Oliveira, secretária da Pós-graduação em Ciência de Alimentos, por todas as dicas e pelos papos interessantes;

Ao Sr. Francisco de Assis de Souza Bruno e Bárbara Soares Santana, pela colaboração;

À proprietária da Fazenda Flor de Café, Maria Brígida Salgado de Souza, que cedeu as mangas biodinâmicas para realização deste trabalho;

À CAPES e CNPq, pelo apoio financeiro.

“Nós temos tentado conquistar a natureza pela força e pelo intelecto. O que agora nos resta é tentar o caminho do amor”.

Lord Northbourne (1940)

RESUMO GERAL

A manga, (*Mangifera indica* L.) amplamente encontrada em regiões tropicais e subtropicais, é uma fruta mundialmente conhecida, e tem grande aceitação no Brasil. Além de ser saborosa e aromática, possui ainda elevado valor nutritivo quando comparada com outras frutas, assim como alto valor comercial em muitas regiões do mundo, em especial nas regiões tropicais. Esta fruta é amplamente produzida no Brasil, sendo a Bahia o maior produtor nacional. Neste trabalho, foram analisadas mangas produzidas na Chapada Diamantina - BA em três diferentes sistemas agrícolas: biodinâmico, orgânico e convencional, nos estádios de maturação verde, “de vez” e maduro, com os objetivos de estudar a presença de compostos bioativos em mangas do cultivar Tommy Atkins e caracterizar seus constituintes físico-químicos. Para determinação da maturação da fruta, foram avaliadas a coloração da casca, a consistência da polpa, a acidez total titulável e os sólidos solúveis totais. Foram realizadas análises para quantificação dos teores de açúcares totais e redutores, acidez total titulável e composição centesimal. Os resultados das análises da caracterização físico-química mostraram a influência da maturação e dos sistemas de cultivo na composição destes frutos. Os compostos bioativos analisados foram os compostos fenólicos, flavonóides totais, carotenóides e vitamina C. Também foi determinado o potencial antioxidante dos extratos de manga. Houve diferenças significativas nos teores destes compostos entre os estádios de maturação e entre os três sistemas de cultivo estudados. As mangas orgânicas apresentaram maiores teores de compostos bioativos, e, as mangas convencionais, os menores teores de compostos fenólicos e flavonóides. Entretanto, as mangas biodinâmicas, em dois estádios de maturação, apresentaram maior potencial antioxidante.

Palavras-chave: manga, antioxidantes, agricultura biodinâmica e orgânica.

ABSTRACT

The mango (*Mangifera indica* L.) is a popular fruit, found on tropical and subtropical regions and with a high acceptance in Brazil. This fruit has good taste and smell and has high nutritional value compared to other fruits, and high commercial value in many parts of the world, especially in tropical regions. This fruit is very common in Brazil, and the state of Bahia is the highest domestic producer. In this study, we analyzed mangos produced in Chapada Diamantina - BA in three different farming systems: biodynamic, organic and conventional, in three stages of maturation "unripe", "intermediate" and "ripe". The aim of this study is to identify the presence of bioactive compounds in the sleeves cultivar "Tommy Atkins" and characterize their physico-chemical constituents. To determine the fruit's maturation, we evaluated skin color, the consistency of the pulp, the total acidity and total soluble solids. We realized an analysis to quantify the levels of total and reducing sugars, acidity and proximate composition. The results of the analysis of physical-chemical characterization showed that the influence of maturation and cropping systems is in the composition of these fruits. The bioactive compounds tested were total phenolic compounds, flavonoids, carotenoids and vitamin C, and we determined the antioxidant activity of mango's extracts. There were significant differences in levels of these compounds between the maturation stages and among the three cropping systems studied. The organic mangos had the highest levels of bioactive compounds, and the conventional sleeve, the lowest levels of total phenolic compounds and flavonoids. However, the biodynamic sleeves in two maturation stages showed the highest antioxidant activity.

Keywords: mango, antioxidants, biodynamic and organic farming.

LISTA DE TABELAS

CAPITULO I:

Tabela 1: Produção de manga por região em 2004.

Tabela 2: Principais estados produtores de manga em 2004.

Tabela 3: Principais classes de compostos fenólicos.

Tabela 4: Classificação dos flavonóides encontrados em alimentos.

CAPITULO II:

Tabela 1: Estádios de maturação definidos em função das características da casca e da polpa da manga “Tommy Atkins”.

Tabela 2: Valores médios com desvio padrão de pH, acidez total titulável (ácido cítrico.100 g⁻¹) de manga “Tommy Atkins” de diferentes sistemas de cultivo em diferentes estádios de maturação.

Tabela 3: Valores médios com desvio padrão de sólidos solúveis totais em °BRIX e relação sólidos solúveis totais / acidez total titulável (SST/ATT) “Tommy Atkins” de diferentes sistemas de cultivo em diferentes estádios de maturação.

Tabela 4: Valores médios com desvio padrão de açúcares totais e redutores (g.100g⁻¹) de manga “Tommy Atkins” de diferentes sistemas de cultivo em diferentes estádios de maturação.

Tabela 5: Valores médios com desvio padrão do percentual de resíduo mineral fixo e umidade de manga “Tommy Atkins” de diferentes sistemas de cultivo em diferentes estádios de maturação.

Tabela 6: Valores médios com desvio padrão do percentual de lipídios e proteínas de manga “Tommy Atkins” de diferentes sistemas de cultivo em diferentes estádios de maturação.

CAPITULO III:

Tabela 1: Valores médios com desvio padrão em mg GAE.100g⁻¹ de compostos fenólicos totais de manga “Tommy Atkins” de diferentes sistemas de cultivo para cada estágio de maturação.

Tabela 2: Valores médios com desvio padrão em mg ECE.100g⁻¹ de flavonóides totais de manga “Tommy Atkins” de diferentes sistemas de cultivo para cada estágio de maturação.

Tabela 3: Atividade antioxidante máxima, (percentual de inibição) dos extratos de manga.

Tabela 4: Capacidade dos extratos de manga em sequestrar radicais livres (DPPH).

.

CAPITULO IV:

Tabela 1: Valores médios com desvio padrão do teor de carotenóides totais (µg.g⁻¹) de manga “Tommy Atkins” de diferentes sistemas de cultivo para cada estágio de maturação.

Tabela 2: Valores médios com desvio padrão de vitamina C (mg.g⁻¹) de manga “Tommy Atkins” de diferentes sistemas de cultivo para cada estágio de maturação.

LISTA DE FIGURAS

CAPITULO I:

Figura 1: percentual de produtores com agropecuária orgânica por região;

Figura 2: percentual de área com fruticultura em cultivo orgânico por região;

Figura 3: Participação dos principais países produtores de manga (1.000 t) na produção mundial;

Figura 4: Estrutura química do ácido ascórbico;

Figura 5: Estrutura geral dos flavonóides;

Figura 6: Estrutura química da catequina;

Figura 7: Estrutura química da quercetina;

Figura 8: Estrutura química de nove carotenóides.

CAPITULO III:

Figura 1: Teores de compostos fenólicos totais de manga “Tommy Atkins” de diferentes sistemas de cultivo para cada estágio de maturação.

Figura 2: Teores de flavonóides totais de manga “Tommy Atkins” de diferentes sistemas de cultivo para cada estágio de maturação.

Figura 3: Atividade antioxidante máxima (%) dos extratos de manga.

CAPITULO IV:

Figura 1: Representação gráfica dos teores de carotenóides totais em mangas biodinâmicas, orgânicas e convencionais, em diferentes estádios de maturação.

Figura 2: Representação gráfica dos teores de vitamina C em mangas biodinâmicas, orgânicas e convencionais, em diferentes estádios de maturação.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária

APEX – Agência de Promoção de Exportações do Brasil

ATT – Acidez total titulável

BNDES – Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social

CES – Centro de Estudos em Sustentabilidade

DPPH - 1,1-difenil-2-picrilidrazil

ECE – Epicatequina

FAO – Food and Agriculture Organization

FIOCRUZ – Fundação Osvaldo Cruz

FGV – Fundação Getúlio Vargas

GAE – Ácido gálico

IBD – Instituto Biodinâmico

IFOAM – International Federation of Organic Agriculture Movements

MAPA – Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento

ONG – Organização não governamental

ONU – Organização das Nações Unidas

SST – Sólidos solúveis totais

SST/ATT – Relação sólidos solúveis totais/acidez total titulável (°BRIX/ACIDEZ)

UFBA – Universidade Federal da Bahia

UFC – Universidade Federal do Ceará

SUMÁRIO

Resumo	09
Abstract	10
Introdução	19
CAPITULO I – REVISÃO DE LITERATURA	21
1. Sistemas de cultivo	21
1.1 Agriculturas alternativas	21
1.2 Histórico e origem botânica	23
1.3 Agricultura convencional	28
1.4 Agricultura orgânica	30
1.5 Agricultura biodinâmica	37
2. A manga	40
2.1 Histórico e origem botânica	40
2.2 Importância comercial	42
2.3 Características bromatológicas	46
2.4 Compostos bioativos	48
2.5 Vitamina C	50
2.6 Compostos fenólicos	53
2.7 Carotenóides	63
Referências	68
CAPITULO II - Caracterização físico-química de manga (<i>Mangifera indica</i> L.)	91
cv. Tommy Atkins procedentes de cultivos biodinâmico, orgânico e convencional em três estádios de maturação.	
Resumo	91
1. Introdução	92
2. Material e Métodos	94
2.1 Amostras	94
2.1.1 Preparação da amostra	94
2.2 Caracterização físico-química da manga	95
2.2.1 Determinação de pH	95

2.2.2 Acidez total titulável	95
2.2.3 Sólidos solúveis totais	95
2.2.4 Açúcares totais e redutores	935
2.2.5 Cinzas	96
2.2.6 Umidade	96
2.2.7 Proteínas	96
2.2.8 Lipídios	96
2.3 Análise estatística	96
3. Resultados e Discussão	97
4. Conclusões	105
Abstract	106
5. Referências	107
6. Agradecimentos	112
CAPITULO III - Capacidade antioxidante, compostos fenólicos totais e flavonóides de mangas (<i>Mangifera indica</i> L. cv. “Tommy Atkins”) procedentes de cultivos biodinâmico, orgânico e convencional.	113
Resumo	113
1. Introdução	113
2. Material e Métodos	116
2.1 Amostras	116
2.1.1 Preparação da amostra	116
2.1.2 Extração dos compostos fenólicos	116
2.2 Compostos fenólicos totais	117
2.3 Flavonóides totais	117
2.4 Atividade antioxidante	117
2.5 Análise estatística	118
3. Resultados e Discussão	118
4. Conclusões	126
Abstract	126
5. Referências	127

6. Agradecimentos	132
CAPITULO IV - Teor de carotenóides e vitamina C em mangas (<i>Mangifera indica</i> L. cv. Tommy Atkins) procedentes de cultivos biodinâmico, orgânico e convencional.	133
Resumo	133
1. Introdução	133
2. Material e Métodos	136
2.1 Amostras	136
2.1.1 Preparação da amostra	137
2.2 Carotenóides	137
2.3 Vitamina C	137
2.4 Análise estatística	138
3. Resultados e Discussão	138
4. Conclusões	143
Abstract	143
5. Referências	144
6. Agradecimentos	149
Conclusão geral	150

INTRODUÇÃO

O modelo de desenvolvimento agrícola vigente gera no Brasil e no mundo problemas ambientais e sócio-econômicos. Este modelo aumentou a produtividade dos cultivos direcionados ao mercado externo, porém, concentrou a população nas grandes cidades, gerando exclusão social, além de utilizar uma tecnologia que degrada o meio ambiente e a biodiversidade. Este processo intensificou-se na década de 1970, e tem como base a modernização da agricultura, caracterizada pelo uso intensivo de sementes melhoradas, adubos sintéticos, defensivos agrícolas e mecanização intensa, conhecido como Revolução verde. Face ao modelo de modernização agrícola, alguns movimentos contrários à adubação sintética, que valorizavam o uso da matéria orgânica e de outras práticas culturais favoráveis aos processos biológicos, ganharam força.

A agricultura orgânica, um dos mais difundidos movimentos das correntes de agriculturas alternativas ao modelo convencional, tem como ponto de partida a obra do pesquisador inglês Sir Albert Howard. Dentre as práticas mais comuns a este sistema de produção pode-se citar a integração da produção animal e vegetal, o uso de rações e forragens da propriedade ou obtidas de produtor orgânico, os consórcios e as rotações, o uso de variedades adaptadas de adubos verdes, a reciclagem dos materiais orgânicos gerados na propriedade e a manutenção da cobertura vegetal do solo (EHLERS, 1996).

A Agricultura Biodinâmica pretende desenvolver uma paisagem cultivada sadia e em harmonia com a natureza, próspera e de produtividade permanente, na qual a qualidade dos alimentos seja aprimorada a partir do cuidado com o solo. Este sistema de cultivo traz uma visão abrangente de um sistema agrícola integrado, o “Organismo Agrícola”, inserido harmoniosamente na paisagem local, considerando-se os seus princípios ecológicos, sociais, técnicos, culturais, econômicos e fenomenológicos.

A busca por alimentos seguros, livres de agrotóxicos e adubos químicos, e a conscientização ecológica têm impulsionado a agricultura orgânica e biodinâmica (AREIAS *et al*, 2000). É nesse contexto que o desenvolvimento de sistemas de agricultura

sustentáveis, protetoras do ambiente e com potencial para ajudar a fortalecer a economia rural, se constitui como um importante desafio (CRISTOVÃO *et al.*, 2001).

O Brasil é um grande produtor de orgânicos e um grande exportador. Não há registros oficiais acerca da produção e exportação de biodinâmicos, mas sabe-se que esta prática vem aumentando e conquistando novos agricultores. A fruticultura é um dos segmentos mais importantes da agricultura brasileira, tendo, nos últimos anos, aumentado sua área a uma taxa cada vez maior. Esse aumento está diretamente relacionado a uma tendência mundial da população pela busca de vida saudável, e as frutas se inserem nesse contexto como alimentos biorreguladores.

Na Bahia, a produção de frutas vem se transformando, ano a ano, num dos mais importantes segmentos da Agropecuária. A inserção de novas tecnologias, as condições climáticas favoráveis e a oferta de água para irrigação têm propiciado a produção de frutas de excelente padrão de qualidade, com grande aceitação nos mercados interno e externo (SEAGRI, 2004). A região da Chapada Diamantina e do Vale do São Francisco se destacam por produzir mangas nos sistemas convencionais, orgânicos e biodinâmicos.

A manga (*Mangifera indica* L.) faz parte do elenco das frutas tropicais de importância econômica, não só pela aparência exótica, mas também por ser uma rica fonte de compostos bioativos (BRANDÃO *et al.*, 2003). Estes compostos presentes nos frutos são de interesse para a saúde devido à sua ação antioxidante, com efeito protetor contra alguns tipos de câncer, doenças do sistema cardiovascular e do envelhecimento.

Este trabalho tem como objetivo caracterizar, através de parâmetros físico-químicos e teores de compostos bioativos, frutos de manga (*Mangifera indica* L.) provenientes de cultivos biodinâmico, orgânico e convencional, em diferentes estádios de maturação, originários do município de Piatã-BA, safra 2008.

CAPITULO I

REVISÃO DE LITERATURA

1. SISTEMAS DE CULTIVO

1.1 AGRICULTURAS ALTERNATIVAS

Globalmente, pode-se dizer que as agriculturas alternativas são aquelas que se opõem ao modelo convencional de produção, estabelecido pela “Revolução verde”¹. Estes tipos de práticas agrícolas incluem múltiplas correntes, como orgânica, biodinâmica, natural e ecológica, que emergem como uma nova visão de mundo, elevando a agricultura a um novo patamar. Entretanto, o recurso às tecnologias sustentáveis passa por um investimento em equipamentos e técnicas específicas e por um acesso privilegiado à informação (ALMEIDA *et al.*, 2001).

Recentemente, no entanto, diante do crescimento dos movimentos ecológicos e de uma demanda por produtos agrícolas que apresentam menor risco à saúde, a agricultura alternativa encontrou na ecologia seu fundamento para uma nova expansão e dinamização (KARAN, 2001).

Sob o ponto de vista ecológico, as unidades de produção agrícola são tidas como um organismo vivo onde o homem interage com o solo, com a planta, com o animal, constituindo um todo articulado. As diversas atividades se complementam de forma a se nutrirem energeticamente e a se integrarem de modo interdependente (SCHMIDT; JASPER, 2001).

¹ A “Revolução Verde” foi uma proposta apresentada na década de 60 pela FAO, como a solução para as questões agrícolas e alimentares do mundo. Implicava na incorporação, pelos países de clima tropical, de técnicas anteriormente desenvolvidas para uma agricultura de área temperada, que consistiam em mecanização e utilização de insumos químicos (defensivos agrícolas, fertilizantes, corretivos e sementes melhoradas).

Estes sistemas agrícolas de produção são orientados desde a sua origem por princípios nos quais a relação do homem com a natureza é permeada por vínculos de associação e cooperação, visando nutrir funções vitais. Nesta concepção, a diversidade de atividades agrícolas, geridas sob orientação de um saber de múltiplas dimensões, cumpre um papel não apenas de equilíbrio e de preservação no sentido ecológico, mas também de afirmação de uma identidade, de formação de atores com uma relativa autonomia no sentido da organização interna da unidade de produção (DEFFONTAINES, 2001).

A sociedade tem estado cada vez mais preocupada com os danos ambientais causados por atividades agrícolas, especialmente no que diz respeito aos perigos resultantes do uso de agrotóxicos. Desse modo, a sustentabilidade da agricultura convencional começou a ser questionada (VAN BRUGGEN, 1995).

A degradação ambiental na atualidade é muito grande, sendo que de 1945 até 1998 dois bilhões de hectares de terra, dos quais 1,5 bilhões em países em desenvolvimento, foram degradados por intervenções do homem (CONWAY, 1998). Como alternativas, objetivando o desenvolvimento sustentável, que procura sempre a paridade entre o social, o econômico e o ecológico, procurando manter a biodiversidade, tem-se a denominada agricultura ecológica, aquela que tem como base o respeito aos ecossistemas (GLIESSMAN, 2000).

As principais correntes da agricultura alternativa possuem princípios e histórias distintas. Essas visões de uma agricultura que respeitasse o meio ambiente estavam inseridas em um mundo mais preocupado com o crescimento econômico e o desenvolvimento tecnológico. Em vez de desenvolver conhecimentos e inovações para produção agrícola, sem agressões ecológicas, o mundo científico e empresarial caminhou para a agroquímica (MAZZOLENI; NOGUEIRA, 2006).

Buscar alternativas a este tipo de exploração e levar em consideração o ecodesenvolvimento, que segundo Sachs (1986) é um estilo de desenvolvimento que, em

cada região, insiste nas soluções específicas de seus problemas particulares, levando em conta os dados ecológicos da mesma forma que os culturais, bem como as necessidades imediatas e também aquelas de longo prazo, são questões fundamentais para que se tenha um progresso social.

A emergência dos segmentos de mercado interessados em produtos diferenciados levou os agricultores a procurarem alternativas para sistemas de cultivo, permitindo a produção de alimentos mais saudáveis e com menores danos ao ambiente. Muitos destes sistemas têm sido desenvolvidos e, dentre eles, a agricultura orgânica e a biodinâmica têm sido estabelecidas e certificadas em muitos países (STANHILL, 1990; VAN BRUGGEN, 1995).

Busca-se não apenas a oferta de produtos saudáveis e de elevado valor nutricional, isentos de qualquer tipo de contaminantes que ponham em risco a vida do consumidor, do agricultor e do meio ambiente, como também a preservação e ampliação da biodiversidade dos ecossistemas e a conservação das condições físicas, químicas e biológicas do solo, da água e do ar (BRASIL, 1999).

1.2 HISTÓRICO

A partir do século XIX, o avanço dos conhecimentos sobre manejo dos agroecossistemas foi sempre orientado pelo objetivo de aperfeiçoar o uso dos recursos disponíveis para cada agricultor, atendendo assim às necessidades tanto própria dos agricultores como da sociedade. Desta forma, cada grupo de indivíduos criava sua técnica de produção, adaptava-a à condição da população, formando seus próprios manejos de produção (ASSAD; ALMEIDA, 2004).

Em resposta às grandes transformações que ocorriam na agricultura, surgiram diversos movimentos em vários locais do mundo, simultâneos e independentes entre si. O início se deu com a agricultura biodinâmica, na Alemanha e Áustria, na década de 1920. Na década seguinte, vieram a agricultura natural no Japão e a agricultura organo-biológica na Suíça e

Áustria. Nos anos de 1930 a 1940, surgiu a agricultura orgânica na Grã Bretanha e nos Estados Unidos da América (DAROLT, 2002).

A agricultura biodinâmica foi desenvolvida num ciclo de oito palestras sobre agricultura. Estas palestras foram reunidas e publicadas em um livro intitulado “Fundamentos Espirituais para a Renovação da Agricultura”, em resposta às observações dos agricultores, que perceberam que os solos foram se tornando empobrecidos com a introdução de fertilizantes químicos. Além do terreno degradado, os agricultores notaram uma deterioração na saúde e na qualidade das colheitas. Assim, a agricultura biodinâmica foi a primeira manifestação de agricultura alternativa como um sistema em oposição à agricultura química (STEINER, 1993). As consequências mais amplas do Curso Agrícola, ministrado em 1924, constituem valioso material para meditação e aprendizado complementar às oito importantes conferências que o compõem (STEINER, 2000).

Após as conferências na Alemanha, o Círculo Experimental troca o seu nome para Liga da Agricultura Biodinâmica, que mais tarde, em 1941, foi fechada pelo governo alemão. Entre 1930 e 1933, várias empresas rurais passam a funcionar sob métodos biodinâmicos, prosseguindo assim até 1945. Neste ano, funda-se o Círculo de Pesquisas do Método Biodinâmico, restabelecem-se contatos com agricultores da Suíça, Holanda, Dinamarca, Suécia e Noruega, e ainda da Finlândia, Inglaterra, França e Áustria, formando Círculos de Pesquisas. Em 1954, funda-se a Liga Demeter, a fim de coordenar os interesses dos produtores e consumidores (PFITSCHER, 2001).

Em 1905, o pesquisador inglês Albert Howard começou a trabalhar na estação experimental de Pusa, na Índia, e observou que os camponeses hindus não utilizavam fertilizantes químicos, mas empregavam diferentes métodos para reciclar os materiais orgânicos. Howard percebera também que os animais utilizados para tração não apresentavam doenças, ao contrário dos animais da estação experimental, onde eram empregados vários métodos de controle sanitário. Intrigado, Howard decidiu montar um experimento de trinta hectares, sob orientação dos camponeses nativos e, em 1919,

declarou que já sabia como cultivar as lavouras sem utilizar insumos químicos (EHLERS, 1999).

A história da agricultura orgânica remonta ao início dos anos de 1920 com o trabalho de Howard, que, em viagem à Índia, observou as práticas agrícolas de compostagem e adubação orgânica utilizadas pelos camponeses, relatando-as posteriormente em seu livro “Um testamento agrícola”, de 1940. Na mesma época, na França, Claude Aubert difundiu o conceito e as práticas da agricultura biológica, através dos quais os produtos são obtidos pela utilização de rotação de culturas, adubos verdes, esterco, restos de culturas, palhas e outros resíduos vegetais ou animais, bem como controle natural de pragas e doenças (BNDES, 2002).

Após a Segunda Guerra Mundial, esse modo de produzir foi substituído por um paradigma técnico-científico, conhecido como Revolução Verde, com um princípio que privilegiava o lucro e a dependência tecnológica, enraizando-se na consciência social dos agricultores, através de uma série de mitos e valores relacionados a uma pretensa superioridade e modernidade das tecnologias baseadas na química e na mecanização (PETERSEN *et al.*, 2002).

O químico alemão Justus Von Liebig difundiu a idéia de que o aumento da produção agrícola seria diretamente proporcional à quantidade de substâncias químicas incorporadas ao solo. Junto com o francês Jean-Baptiste Boussingault, que estudou a fixação de nitrogênio atmosférico pelas plantas leguminosas, Liebig é considerado o maior precursor da agroquímica (EHLERS, 1996).

No final dos anos 1960 e início dos anos 1970, os avanços do setor industrial agrícola e das pesquisas nas áreas química, mecânica e genética levaram a um dos períodos de maior transformação na história recente da agricultura. A Revolução Verde fundamentava-se na melhoria do desempenho dos índices de produtividade agrícola, por meio da substituição dos moldes de produção locais ou tradicionais por um conjunto bem mais homogêneo de práticas tecnológicas, no qual as variedades vegetais geneticamente melhoradas, mais

exigentes em fertilizantes químicos, agrotóxicos com maior poder de atuação, irrigação e a mecanização (MAROUELLI; BEEKMAN, 2003).

Os resíduos de agrotóxicos encontrados na água, no solo e nos alimentos tornaram-se mais evidentes e, em diversos países, o movimento ambientalista fortaleceu as novas propostas, que passaram a ser designadas como agriculturas alternativas. O movimento alternativo começou a manifestar-se no Brasil durante a década de 1970, quando se disseminava no país um processo de modernização da agricultura (ARCHANJO *et al.*, 2001).

Na medida em que certos componentes da produção agrícola passaram a ser produzidos pelo setor industrial, ampliaram-se as condições para o abandono dos sistemas de rotação de culturas e da integração da produção vegetal. Tais fatos deram início a uma nova fase da história da agricultura. São também parte desse processo o desenvolvimento de máquinas e a seleção e produção de sementes, como os outros itens apropriados para o setor industrial. Estas inovações foram responsáveis por sensíveis aumentos nos rendimentos das culturas (FRADE, 2000). O desenvolvimento tecnológico da agricultura incorporou um conjunto de tecnologias avançadas ou modernas que, indubitavelmente, aumentaram a produção e a produtividade das atividades agropecuárias, alterando as relações sociais no campo (PAULLUS; SCHLINDWEIN, 2001).

No que se refere ao aumento da produção total da agricultura, a Revolução Verde foi, sem dúvida, um sucesso. Entre 1950 e 1985, a produção mundial de cereais passou de 700 milhões para 1,8 bilhão de toneladas, uma taxa de crescimento anual de 2,7%. Nesse período, a produção alimentar dobrou e a disponibilidade de alimento por habitante aumentou em 40% (MAROUELLI; BEEKMAN, 2003).

Ao mesmo tempo em que a Revolução Verde aumentou a produtividade, não foi assimilada de forma homogênea, ou seja, outros problemas sociais se agravaram. Esta revolução não beneficiou a todos porque nas pequenas propriedades, geralmente, não se cultivavam apenas um tipo de lavoura, e sim a consorciação entre as culturas. Este sistema de cultivo produziu variedades que não se adaptaram a essa consorciação, e, em consequência, quando

as novas variedades eram produzidas em conjunto, ocorria a diminuição da produtividade (MOONEY, 1987).

Desta forma, o que se viu nos anos seguintes foi a continuação do avanço da agricultura convencional, particularmente nos países em desenvolvimento, com o agravamento dos danos ambientais. No Brasil, ainda na década de 70, a produção orgânica estava diretamente relacionada com movimentos filosóficos que buscavam o retorno do contato com a terra como forma alternativa de vida em contraposição aos preceitos consumistas da sociedade moderna. A comercialização dos produtos obtidos era feita de forma direta, do produtor ao consumidor (BNDES, 2002).

As preocupações com as consequências da agricultura industrial começaram a surgir no Brasil a partir da década de 1970, tendo assumido uma expressão mais visível no início da década de 1990, quando diferentes iniciativas, pretensamente mitigadoras de problemas sócio-ambientais daquela agricultura, começaram a apresentar alguns resultados (ASSAD; ALMEIDA, 2004).

Com a realização da Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e Desenvolvimento, conhecida como ECO-92, no Rio de Janeiro, a agricultura alternativa passa a ser fomentada por Associações, Organizações Não Governamentais e Entidades Públicas de Assistência Técnica, sob a rubrica de agricultura sustentável. A agricultura sustentável é então entendida como uma forma de organização de produção potencializadora de recursos disponíveis no seu âmbito interno e de uso reduzido de insumos (DULLEY, 2003).

Estas organizações desenvolvem um serviço de assistência aos agricultores numa perspectiva política crítica à modernização da agricultura. Sob o ponto de vista técnico, resgatam-se práticas tradicionais e já conhecida dos agricultores. A agricultura alternativa representa uma opção de sobrevivência para o agricultor familiar e significa a reconstrução de uma relação sócio-ambiental cuja raiz tem origem na condição camponesa (DULLEY, 2003).

A partir de 1997, a participação de produtos orgânicos no mercado de alimentos passou a aumentar. A maior participação destes produtos naquele ano ocorreu na Dinamarca e foi de apenas 2,5%, na Suíça e na Áustria as vendas alcançaram 2% e, nos mercados dos Estados Unidos e Alemanha, significaram 1,2% do mercado de alimentos. De acordo com a empresa inglesa especializada em informações sobre a política agrícola europeia Agra Europe, o consumo de alimentos orgânicos tem crescido a taxas próximas de 25% ao ano na Europa, nos Estados Unidos e no Japão (BNDES, 2002).

1.3 AGRICULTURA CONVENCIONAL

O modelo da agricultura convencional está presente na maioria das propriedades, mas a sua adoção deu-se aos poucos até que, quando foi condicionado à obtenção de crédito, se massificou. Assim, os agricultores começaram a usar máquinas, adubos químicos, sementes selecionadas e agrotóxicos. Era necessário considerar ultrapassado o uso de tração animal, dos adubos orgânicos, das técnicas antigas de controle de pragas e das sementes (PAULUS *et al.*, 2000).

Esse sistema é caracterizado pelo alto custo de produção, devido, principalmente, à dependência de recursos não-renováveis, a exemplo de fertilizantes requeridos para manutenção de altos níveis de fertilidade do solo, e ao excessivo número de aplicações de agrotóxicos utilizados no controle fitossanitário. Promove ainda contaminação das águas subterrâneas e presença de resíduos químicos em alimentos, degradação do solo, redução da biodiversidade e dos processos microbianos do solo (CHABOUSSOU, 1987; ALTIERI, 1999), além de representar riscos à saúde dos consumidores e dos trabalhadores que manuseiam estas substâncias (MEURER *et al.*, 2000; REGANOLD *et al.*, 2000).

A agricultura industrial moderna e empresarial tem dado resposta alimentando bilhões de pessoas, porém a agressão ao ambiente é cada vez maior, sendo este o grande desafio da humanidade (GLIESSMAN, 2000). Nesse contexto, os sistemas agrícolas convencionais, caracterizados pelo intenso revolvimento do solo e pelo uso de elevadas quantidades de adubos químicos e pesticidas, contribuem, mais intensamente, para as perdas de material

orgânico (RASMUSSEN *et al.*, 1998). Dessa forma, desenvolve-se o processo de degradação química, física e biológica do terreno, tendo como produto a redução de produtividade das culturas exploradas, cada vez mais acentuada com o manejo inadequado e o uso contínuo do solo (MIELNICZUK *et al.*, 2003).

A prática da agricultura convencional desenvolveu-se de forma que não considerou as agressões ao ambiente, desgastando de forma sistemática toda uma estrutura agropecuária existente e constituída. A perda de solo por erosão no Brasil ultrapassa a 25 ton/ha/ano, o consumo de agrotóxicos, de 1964 a 1979, cresceu em 42%, enquanto que a produção das quinze principais culturas brasileiras não ultrapassou 15%. No Brasil existem cerca de 300 princípios ativos de agroquímicos e mais de 4 mil produtos comercializados, enquanto que os números de espécies causadoras de danos às plantas cultivadas passaram de 989 a 3037, entre 1948 e 1976 (MAPURUNGA, 2000).

Outro fato relevante é que o Brasil é o quarto consumidor mundial de substâncias químicas tóxicas usadas na agricultura, sendo que, no ano de 1998, o volume de comercialização alcançou a cifra de US\$ 2,6 bilhões no país, sendo 101 milhões de litros de fungicidas, herbicidas e inseticidas (SOUZA; ALCÂNTARA, 2003).

Os alimentos produzidos de acordo com os princípios e práticas da agricultura convencional, normalmente, apresentam resíduos dos compostos químicos utilizados, seja pela intensidade da aplicação, seja pelo não cumprimento dos prazos de carência (SANTOS, 2004). Vale ressaltar que o sistema nacional de monitoramento e a fiscalização sobre o uso de produtos químicos são precários e frágeis (SOUZA; ALCÂNTARA, 2003).

A produção de alimentos por sistema convencional pode acarretar resíduos de agrotóxicos em níveis preocupantes para a saúde pública. Pesquisa realizada pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) em parceria com a Fundação Oswaldo Cruz – FIOCRUZ - mostrou que 22,17% de frutas, verduras e legumes produzidos por meio do sistema convencional e comercializados em supermercados de quatro Estados (São Paulo, Paraná,

Minas Gerais e Pernambuco) apresentavam níveis de agrotóxicos acima do limite permitido pela legislação, além de produtos não autorizados (ANVISA, 2003).

A preferência do consumidor pelos produtos agrícolas convencionais está limitada a fatores como espécie, variedade, aspecto, tamanho, cor, sabor, embalagem e principalmente preço, sem preocupação acerca de como os produtos foram produzidos (DULLEY, 2003).

O consumo de alimentos contendo resíduos de agrotóxicos, a médio e longo prazo, pode levar a problemas hepáticos e oftalmológicos, distúrbios do sistema nervoso central, do sistema reprodutivo, câncer e efeitos mutagênicos e teratogênicos (LARINI, 1997; 1999).

Os riscos resultantes a partir de resíduos de pesticidas nos produtos hortícolas são conhecidos pelos consumidores através de cobertura nos meios de comunicação e através de discussões em fóruns públicos organizados por órgãos relacionados à Saúde Pública (KRAMOL *et al.*, 2006).

A incerteza sobre a magnitude dos riscos associados à contaminação dos alimentos foi agravada por outras crises alimentares, especialmente a gripe aviária (TIENSIN *et al.*, 2005) e resíduos de nitrofurano, antibióticos proibidos em camarões e aves (FOODMARKET, 2003). Estes alarmes alimentares têm abalado a confiança do consumidor na indústria de alimentos e estimulado a busca por produtos mais saudáveis (DELFORGE, 2004).

1.4 AGRICULTURA ORGÂNICA

A agricultura orgânica fundamenta-se em princípios ecológicos e de conservação de recursos naturais. O primeiro e principal deles é o do respeito à natureza. A biodiversidade é, por conseguinte, um elemento-chave da sustentabilidade. Na agricultura orgânica, o solo é um organismo vivo. Deste modo, o manejo do solo privilegia práticas que garantam um fornecimento constante de matéria orgânica, através do uso de adubos verdes, cobertura morta e aplicação de compostos orgânicos. A independência dos sistemas de produção em

relação aos insumos agroindustriais adquiridos, dependentes de energia fóssil, que oneram os custos e comprometem a sustentabilidade é outro importante fator (RISCH *et al.*, 1983; LIEBMAN, 1996).

Neste sistema de cultivo, os processos biológicos substituem os insumos tecnológicos. As práticas de monocultura apoiadas no uso intensivo de fertilizantes sintéticos e de agrotóxicos da agricultura convencional são substituídas na agricultura orgânica pela rotação e diversificação de culturas, uso de bordaduras, consórcios, dentre outras práticas (USDA, 1984; MONTECINOS, 1996; PÉREZ; POZO, 1996).

A agricultura orgânica baseia-se em métodos naturais para o efetivo controle de pragas e aumento da fertilidade do solo. Um crescente número de estudos mostra que a agricultura orgânica leva à maior qualidade do solo quando comparada a agricultura convencional (CARPENTER-BOGGS, 2000). Por ser ecologicamente equilibrada e sustentável, lida com as causas e a prevenção de pragas, prescindindo do uso de agroquímicos sintéticos e eliminando a dependência atual destes produtos no sistema de produção (GARCÍA, 1996).

A agricultura orgânica tem como princípios e práticas encorajar e realçar ciclos biológicos dentro do sistema de agricultura para manter e aumentar a fertilidade do solo, minimizar todas as formas de poluição, manter a diversidade genética do sistema de produção, considerar o amplo impacto social e ecológico do sistema de produção de alimentos e produzir alimentos de boa qualidade em quantidade suficiente (IFOAM, 1998).

O termo agricultura orgânica é utilizado de forma generalizada nos principais países do mundo. Mencionado em documentos oficiais de organismos internacionais como a ONU e a FAO, é também encontrado na legislação brasileira desde a Instrução Normativa nº 7 de 1999 (BRASIL, 1999), consolidando-se com a Lei 10.831, de 23/12/2003 (BRASIL, 2003).

Segundo a Instrução Normativa nº7, de 17 de maio de 1999, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, considera-se sistema orgânico todo aquele em que se adotam tecnologias que otimizem o uso de recursos naturais e sócio-econômicos, tendo por

objetivos a auto-sustentação no tempo e no espaço, a maximização dos benefícios sociais, a minimização da dependência de energias não renováveis e a eliminação do emprego de agrotóxicos e de outros insumos artificiais tóxicos, organismos geneticamente modificados ou radiações ionizantes em qualquer fase do processo de produção, armazenamento e consumo, privilegiando a preservação da saúde ambiental e humana e assegurando a transparência em todos os estágios de produção e da transformação (BRASIL, 1999).

O princípio de agricultura orgânica pode variar de região para região, mas há um princípio mínimo que deve ser seguido conforme os regulamentos do *Codex Alimentarius*, que o define como um sistema de produção integrado, que promove e realça agrossistemas saudáveis, incluindo biodiversidade, ciclos biológicos e atividade biológica do solo. Este sistema enfatiza o uso de práticas de administração que adotem preferencialmente o uso de baixa quantidade de insumos, levando em conta que condições regionais requerem sistemas adaptados localmente (HEYES; BYCROFT, 2002; LIU, 2003).

As agriculturas biodinâmica, biológica, permacultura, ecológica, agroecológica, regenerativa, sustentável e natural integram as correntes do movimento orgânico, e o ponto comum entre elas é o objetivo de identificar um sistema de produção sustentável mediante o manejo e a proteção dos recursos naturais, sem a utilização de produtos químicos agressivos à saúde humana e ao meio ambiente, mantendo a diversidade biológica e respeitando a integridade cultural dos agricultores, não obstante as pequenas diferenças existentes (DAROLT, 2002; BORGUINI *et al.*, 2003).

A base da sustentabilidade da agricultura orgânica é a conservação da fertilidade do solo, chamando a atenção para o papel fundamental da matéria orgânica e dos microorganismos, e para a necessidade de integração entre a produção vegetal e animal como condição para manter ou recuperar a fertilidade do solo (HOWARD, 1946).

Esta forma de cultivo é socialmente justa e humana, por várias razões, como: trabalha com unidades locais, favorecendo a autogestão e permitindo o domínio tecnológico e social; estimula a mão de obra rural, oferecendo uma fonte de emprego permanente; protege a

saúde dos trabalhadores, dos consumidores e o ambiente; permite a recuperação eficiente das terras degradadas, e, por fim, trabalha com tecnologias apropriadas aproveitando os recursos locais de maneira racional, além de tratar de diminuir o uso dos recursos não renováveis (GARCÍA, 1996). Hobbelink (1990) argumenta que todo lavrador, até o século XX, tinha a incumbência de produzir o seu próprio insumo, de guardar as suas próprias sementes para a temporada seguinte, ou seja, não tinha tanta dependência externa, um dos princípios da agricultura orgânica.

A produção orgânica no Brasil ocorre por vários motivos, a saber: elevados custos dos insumos químicos utilizados nos sistemas de produção convencionais, dos quais cerca de 50% são importados; reduzido custo de produção de alguns produtos orgânicos; crescente demanda dos consumidores por produtos mais saudáveis; preocupação cada vez maior com o meio ambiente, além de o sistema orgânico apresentar maior resistência à seca, diminuindo o risco de perda de produção em períodos com baixos índices pluviométricos (PELINSKIL; GUERREIRO, 2004).

A crescente demanda por alimentos produzidos com agrotóxicos em menor quantidade e menos agressivos ao meio ambiente é uma tendência mundial que se reflete também no Brasil. Tal procura tem como consequência a geração de novas oportunidades de negócio para os vários segmentos da agropecuária nacional (MAPA, 2007). Grandes redes de supermercados têm mostrado interesse nesses produtos, que é para muitos agricultores orgânicos uma importante alternativa para comercialização de seus produtos (MEIRELLES, 1997).

A segurança alimentar é hoje questão de debate público e de aguda preocupação em nível político. É nesse contexto que o desenvolvimento de sistemas de agricultura sustentáveis, como a agricultura orgânica, protetora do ambiente e com potencial para ajudar a fortalecer a economia rural, se constitui como um importante desafio (CRISTOVÃO *et al.*, 2001).

Deve-se levar em conta alguns pré-requisitos para se tornar um produtor de orgânicos, como: não ter usado adubos químicos e agrotóxicos nos últimos dois anos; fazer uma

barreira vegetal ao redor da plantação de orgânicos, principalmente quando existe plantação convencional ao redor; analisar a água utilizada na irrigação e na lavagem dos produtos, cumprir a legislação sanitária; não haver lixo espalhado pela propriedade; não impingir maus tratos aos animais de criação (PELINSKIL; GUERREIRO, 2004).

Quem fiscaliza todas essas e outras normas são as certificadoras, que garantem a rastreabilidade e a qualidade do produto para o consumidor. Contudo, para a propriedade se inserir na produção de orgânicos, o principal entrave é o período de conversão da agricultura convencional para a orgânica, pois, neste período, a sua produção não é considerada como tal, e, portanto, não recebe um preço maior na comercialização de seus produtos, pois ainda se está saindo de um sistema de produção na qual a qualidade é induzida quimicamente para outro sistema, sem ter a qualidade ideal do solo e do ambiente (PELINSKIL; GUERREIRO, 2004).

A transformação da certificação de produtos orgânicos de um processo interno e próprio das ONGs para modelos nacionais e oficiais de normas vai requerer alguns cuidados para questões que necessitarão ser estudadas. Uma delas é que, a partir da institucionalização da certificação, são abertos nichos de mercado que demandam produtos com características e padrões que oferecem grandes possibilidades de inserção para os produtos provenientes da agroecologia, nas diferentes redes de distribuição e nos seus diferentes níveis de abrangência (DA SILVA, 1999). Contudo, a concretização de tais oportunidades vai depender das estratégias de organização e articulação da produção e das quantidades demandadas dos produtos (CAMPANHOLA, 1999).

O Governo brasileiro tem atuado buscando a regulamentação do mercado para a produção e a comercialização de produtos orgânicos e no financiamento à agricultura orgânica por meio da criação de linhas especiais de crédito que contemplam o setor. Isso impulsiona o crescimento da área plantada sob o sistema orgânico de produção no país. No entanto, as informações sobre a produção da agricultura orgânica no Brasil ainda são relativamente escassas, encontrando-se dispersas nos arquivos de Organizações Certificadoras, de

associações de agricultores e de ONGs. Não existe controle sistemático dos dados por nenhum órgão federal (MAPA, 2007).

O mercado mundial de produtos orgânicos movimentou mais de US\$ 20 bilhões no ano de 2004, dos quais apenas pouco mais de US\$ 100 milhões couberam ao Brasil, ou seja, menos de 0,4% (CES/FGV, 2005). Portanto, há um vasto potencial para expansão de produtos nacionais nesta linha, não só no mercado interno como também no internacional. A produção orgânica brasileira certificada é bastante diversificada, sobretudo no que se refere aos produtos *in natura* (MAPA, 2007).

O mercado mundial de orgânicos movimentou, em 2005, cerca de US\$ 26,5 bilhões, e a Alemanha é um dos principais mercados do mundo neste setor, propiciando muitas oportunidades para os empresários brasileiros. De acordo com a APEX (Agência de Promoção de Exportações do Brasil), a comercialização de produtos orgânicos brasileiros cresce, anualmente, o dobro da média mundial, em uma porcentagem estimada em 50%. Já ocupamos a segunda posição em número de propriedades com lavouras orgânicas, com aproximadamente 19 mil agricultores, a maioria de agricultura familiar (IBD, 2005).

No Brasil, a agricultura orgânica cresce cerca de 40 a 50 % ao ano, em razão, principalmente, da agregação de valor ao produto orgânico, devido a um mercado de comercialização diferenciado, e da redução dos custos de produção, além dos benefícios quanto à preservação da qualidade do solo e diminuição dos impactos ambientais, em relação ao sistema convencional (MALUCHE-BARETTA *et al.*, 2007).

Cerca de 70% da produção nacional de orgânicos é exportada, principalmente para a Europa, Estados Unidos e Japão. Dentre os principais produtos brasileiros para exportação estão a soja, açúcar branco e açúcar mascavo, café, sucos cítricos, mel, arroz, frutas como manga, banana, melão, mamão, óleos essenciais, castanhas, erva mate, cogumelos, óleo de babaçu, óleos vegetais, essências florestais, extratos vegetais, frutas desidratadas, cachaça e doces (IBD, 2007).

No ano de 2006, a situação da produção orgânica no país era a seguinte: 68% da agropecuária orgânica situava-se no sul do país, seguida pela região Nordeste, com 13% (Figura 1). A região Centro-Oeste é a que tem o maior número de propriedades com agropecuária orgânica, certificada com 39%. A região Sul representa 29% e a região Nordeste, 17%. A fruticultura orgânica está praticamente dividida entre as regiões Sul e Nordeste (Figura 2) (MAPA, 2008).

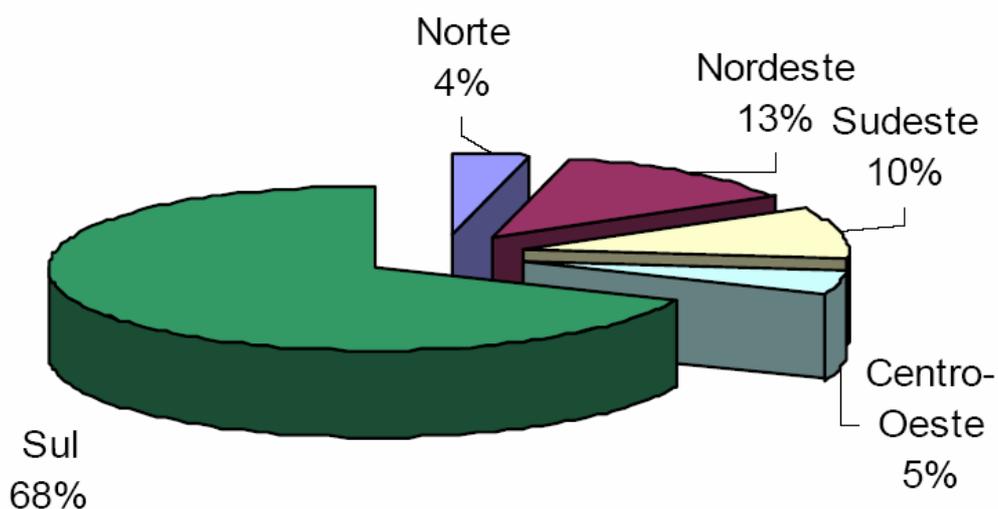


Figura 1: percentual de produtores com agropecuária orgânica por região (MAPA, 2008).

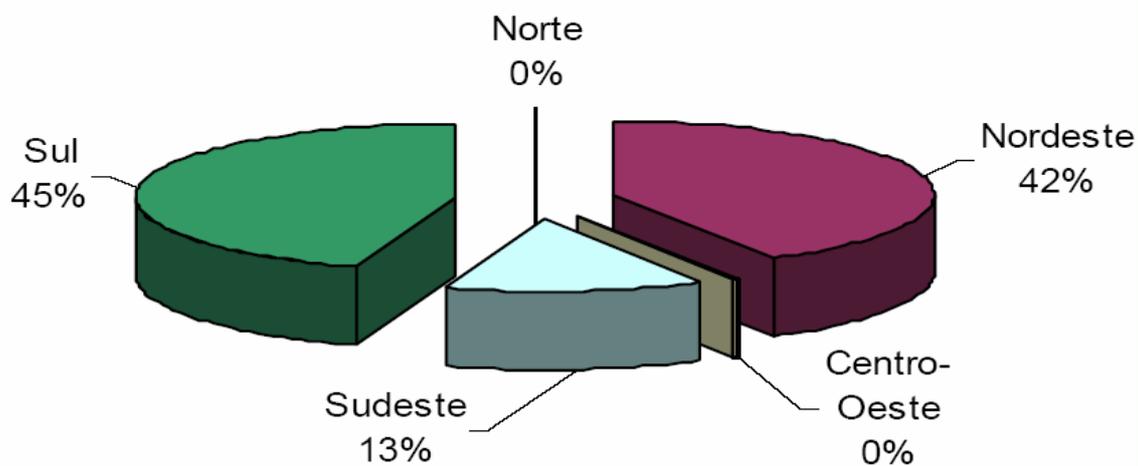


Figura 2: percentual de área com fruticultura em cultivo orgânico por região (MAPA, 2008).

Em 2007, a exportação brasileira de produtos orgânicos foi de 19.544.785 kg e rendeu US\$ 11.956.108,00. Em 2008, até outubro, a produção era de 10.026.945 kg, com rendimento de US\$ 9.948.376,00. Os principais mercados consumidores da produção orgânica brasileira são a Holanda (32,1%), a Suécia (15,1%) e os Estados Unidos (12,1%) (MAPA, 2008).

Existe um grande potencial de expansão da produção orgânica no Brasil e no mundo. A maioria da produção orgânica nacional ainda deverá ser destinada ao mercado externo. Porém, a expressiva e rápida elevação da demanda interna, impulsionada pelo crescente número de consumidores que têm procurado alimentos mais saudáveis, de melhor sabor e que preservem o meio ambiente sinalizam para o aumento da produção e consumo interno destes produtos (MAPA, 2007).

1.5 AGRICULTURA BIODINÂMICA

A agricultura biodinâmica é um sistema agrícola mais avançado que o orgânico, que está ganhando maior atenção devido à sua ênfase na qualidade dos alimentos, preocupação com o ambiente e sustentabilidade (STEINER, 1993). Para esta tipologia agrícola, o melhor na agricultura só pode brotar dentro de uma complexidade ou integralidade biológica que tem sido chamada de totalidade. Para que esta totalidade seja atingida, a própria unidade agrícola deve ter uma integralidade biológica, deve ser uma entidade viva, uma unidade que tenha dentro de si uma vida orgânica equilibrada (NORTHBOURNE, 1940). Um vegetal que não consegue se relacionar em equilíbrio com o solo crescerá debilitado e ficará à mercê das pragas, que, programadas pela natureza, irão destruir os indivíduos mais fracos e menos capazes, realizando uma seleção natural dos indivíduos. O solo necessita ser vivo para poder propiciar cultivos biodinâmicos (FISHER; ROMBOUTS, 1986).

A agricultura biodinâmica possui uma base comum com as demais formas de produção orgânicas no que diz respeito à diversificação e integração das explorações vegetais, animais e florestais, à adoção de esquemas de reciclagem de resíduos vegetais e animais e ao uso de nutrientes de baixa solubilidade e concentração. As unidades de produção biodinâmicas, do ponto de vista mais amplo, têm sido consideradas como um estágio mais

avançado da agricultura orgânica, pois possuem uma abordagem integrada da unidade de produção comparada a um organismo (DAROLT, 2002).

A agricultura biodinâmica difere das demais correntes orgânicas basicamente em dois pontos. O primeiro é o uso de preparados biodinâmicos, que são substâncias de origem mineral, vegetal e animal, altamente diluídas, segundo os princípios da homeopatia, aplicados no solo, nas plantas e nos compostos. Estes preparados têm o objetivo de vitalizar as plantas e estimular o seu crescimento. O segundo é o fato de efetuar as operações agrícolas de acordo com um calendário astral, concedendo atenção especial à disposição da lua e dos planetas (DAROLT, 2002). A ênfase está na prática agrícola das relações entre o crescimento vegetal e o cosmo, a natureza e o sentido profundo da adubação, o equilíbrio vital entre a lavoura e a pecuária, o papel e o trato biológico das pragas vegetais e animais (STEINER, 2000).

A agricultura biodinâmica propriamente dita consiste numa concepção da atividade agrícola com o uso de preparados biodinâmicos e ciclos astronômicos. As demais práticas são comuns a todo o domínio orgânico e podem ser variadas (CORREA-RICKLI, 1986). O uso de preparados especiais constitui a principal prática da agricultura biodinâmica, sendo estes preparados borrifados sobre as plantas ou adicionados aos adubos em pequenas quantidades (MARINI *et al.*, 2007).

Segundo Wistinghausen *et al.* (2000), os preparados biodinâmicos podem ser classificados como, os de pulverização, que podem ser aplicados sobre o solo, sobre a planta em crescimento, e os de compostos. Os preparados de pulverização são elaborados a partir de esterco de gado, dentro de chifres de vaca enterrados durante o inverno, e a partir de quartzo moído dentro de chifres de vaca enterrado durante o verão. Após este processo, o preparado é diluído em água, dinamizado e pulverizado. Já os preparados de composto são feitos a partir de ervas e substâncias vegetais e órgãos animais.

Este sistema apresenta novas idéias fundamentais sobre as relações entre a terra, o solo e as forças do astral e da atividade do ego na natureza. Mostra, em particular, como a saúde do

solo e do mundo vegetal e animal dependem da volta de um relacionamento com a natureza e com as forças cósmicas criadoras. As medidas de aplicação prática indicam para o tratamento do solo, do esterco, dos compostos e outros pontos. O preparo de aditivos biodinâmicos para a adubação destina-se, sobretudo, a reestimar as forças naturais que se perderam na agricultura moderna (STEINER, 2000).

A agricultura biodinâmica é uma das alternativas de produção que consiste em melhorar o aproveitamento dos recursos energéticos disponíveis. A propriedade agrícola é vista como um organismo, onde se tem a integração de todas as atividades (SANTOS; MENDONÇA, 2001).

Esta forma de cultivo apresenta sugestões para revitalização do solo, aliada a um aumento de produtividade, com a possibilidade de agregar valores de várias atividades na propriedade. Esta pode ser uma das perspectivas de sustentabilidade, com produtos de melhor qualidade (PFITSCHER, 2001). A adubação deve ser praticada com o objetivo de vitalização do solo e não só para provê-lo de nutrientes. O solo é um organismo vivo, mutante e dinâmico, onde interagem microorganismos, vegetais e animais, em perfeita consorciação com as matrizes minerais, possibilitando a simbiose por trocas de elementos vitais. A agricultura, como parte desta visão de mundo, é entendida a partir das influências cósmicas no desenvolvimento das plantas e animais, e da interação de forças espirituais, através do que poderia se chamar de energias sutis em plantas, animais e os homens (PAULUS *et al.*, 2000).

É importante ressaltar que as práticas agrícolas biodinâmicas possuem seu próprio sistema de certificação, fiscalização e credenciamento de agricultores. Todavia, as unidades de produção biodinâmicas são agrupadas sob a denominação genérica de agricultura orgânica. Ou seja, uma unidade de produção biodinâmica também é orgânica, porém o contrário não é verdadeiro (DAROLT, 2002).

No Brasil, a agricultura biodinâmica tem como principais representantes o Instituto Biodinâmico de Desenvolvimento Rural (que realiza atividades de pesquisa), o Instituto de

Economia Associativa Elo (voltado ao ensino) e a Fazenda Demeter (com uma unidade de produção biodinâmica), todos localizados em Botucatu, São Paulo. Este movimento é ligado à IFOAM (International Federation of Organic Agriculture Movements) e tem uma forte atuação na certificação de produtos orgânicos (PAULUS *et al.*, 2000).

A busca por uma agricultura menos dependente de insumos químicos e de uma redução dos problemas causados por estes insumos gerou o desenvolvimento de modos de produção mais naturais ou ao menos de menor impacto ao ambiente (MARINI, 2007).

2. A MANGA (*Mangifera indica* L.)

2.1 HISTÓRICO E ORIGEM BOTÂNICA

A mangueira é originária do Sul da Ásia, mais especificamente da Índia, onde existem mais de mil variedades, e tem sido cultivada por mais de 4 mil anos, no Arquipélago Malaio, de onde se espalhou para outras partes do mundo (ANILA; VIJAYALAKSHMI, 2003). Conta-se que quando Buda desejou um lugar onde pudesse meditar em paz e harmonia, foi presenteado com um pomar de dez mil mangueiras.

A mangueira (*Mangifera indica* L.) pertence à família das Anacardiáceas e é originária da Ásia Meridional e Arquipélago Indiano. A planta é nativa do Ceilão e regiões do Himalaia, onde aparece em florestas. A primeira difusão, desde a região de origem, foi feita pelo chinês Hwen Tisang, que, visitando o Indostão, entre 622 e 645 a.C., levou a manga para outras nações (SIMÃO, 1971). A viagem da fruta para o mundo se deu por meio dos portugueses, que, após descobrirem as rotas marítimas comerciais entre a Europa e a Ásia, no século XVI, levaram a fruta para a África e para a América, incluindo o Brasil (APTA 2008).

Os portugueses trouxeram a mangueira para o Brasil, mais especificamente para a Bahia (GOMES, 1972), caracterizando-o como o primeiro país da América a cultivar a mangueira

(SIMÃO, 1971). No início do século XVI, foi trazida ao Brasil pelos colonizadores portugueses, enquanto os espanhóis introduziram a cultura no México (MARANCA, 1978).

A manga é uma fruta dicotiledônea, pertencente à ordem Rutales, à família Anacardiaceae, ao gênero *Mangifera* e à espécie *Mangifera indica* L. Esta família consiste de vinte e quatro gêneros, em geral de árvores ou arbustos (SINGH, 1960). Considerada uma das mais importantes frutas tropicais comercializadas no mundo (SCHIEBER *et al.*, 2000; PELEGRINE *et al.*, 2002; BERARDINI *et al.*, 2005; JHA *et al.*, 2006), a manga é muito apreciada pelo seu sabor, aroma, coloração e também pelo seu valor nutritivo (TOREZAN, 2000).

O fruto da mangueira é uma drupa oblonga, ovóide ou mesmo arredondada, com diferenças conforme a variedade, influenciando no tamanho, forma, coloração, presença de fibras, aroma e sabor (SILVA, 1996). A coloração da casca também varia muito, podendo ir do verde ao amarelo, ao alaranjado e ao vermelho. A polpa é suave, suculenta, saborosa, amarela ou amarelo-alaranjada, fibrosa em algumas variedades ou com pouca ou nenhuma fibra nas variedades selecionadas para comercialização (GOMES, 1972).

Muitas variedades desenvolvidas na Flórida foram introduzidas no Brasil a partir da década de 60, e muitas são a base da mangicultura brasileira para exportação. Dentre as variedades norte-americanas, as mais importantes são: "Edward", "Haden", "Kent", "Palmer", "Tommy Atkins" e "Van Dyke" (GENÚ; PINTO, 2002). As variedades "Tommy Atkins", "Haden", "Keitt" e "Kent" são as mais comercializadas nos maiores mercados consumidores do mundo (Estados Unidos e Europa), segundo a EMBRAPA (2004).

São muitas as variedades de mangas já produzidas no Brasil, embora dentre este grande número de cultivares, apenas algumas apresentem características que as tornam apropriadas para o comércio. Dentre elas, a "Tommy Atkins" é uma das principais em importância comercial, apresentando-se como a mais cultivada e exportada pelo país por apresentar

maior produtividade, ser mais tolerante a certas doenças e ainda, apresentar bons atributos de qualidade (BRASIL, 1999).

Nas últimas décadas, a produção mundial de manga apresentou uma grande expansão, observando-se aumento significativo na Ásia, América do Norte, América Central, América do Sul e África. O comércio exterior igualmente apresentou tendência de elevado crescimento, com destaque para países como México, Filipinas, Holanda, Brasil e Peru. Entre os principais importadores, destacaram-se Estados Unidos, Japão, China e países europeus (BNDES, 2003).

2.2 IMPORTÂNCIA COMERCIAL

O Brasil está entre os nove principais países produtores de manga do mundo, com uma área de 67 mil hectares, tendo produzido em 2001 um total de 540 mil toneladas dessa fruta. Desse total, foram exportadas 94 mil toneladas, o que representou 17,4% da produção, resultando em divisas da ordem de 51 milhões de dólares na pauta de exportação brasileira. Os 82,6% restantes da produção ficaram para a comercialização e consumo no mercado interno brasileiro (PINTO, 2002).

A oferta mundial de manga, em 2004, foi de aproximadamente 26 milhões de toneladas, sendo a Índia o maior produtor (10,8 milhões t), seguida pela China (3,6 milhões t), México, Tailândia e Filipinas. O Brasil, com uma produção anual de cerca de 820 mil toneladas, é o nono produtor, com uma participação de 3,4% no volume total ofertado (FAO, 2005).

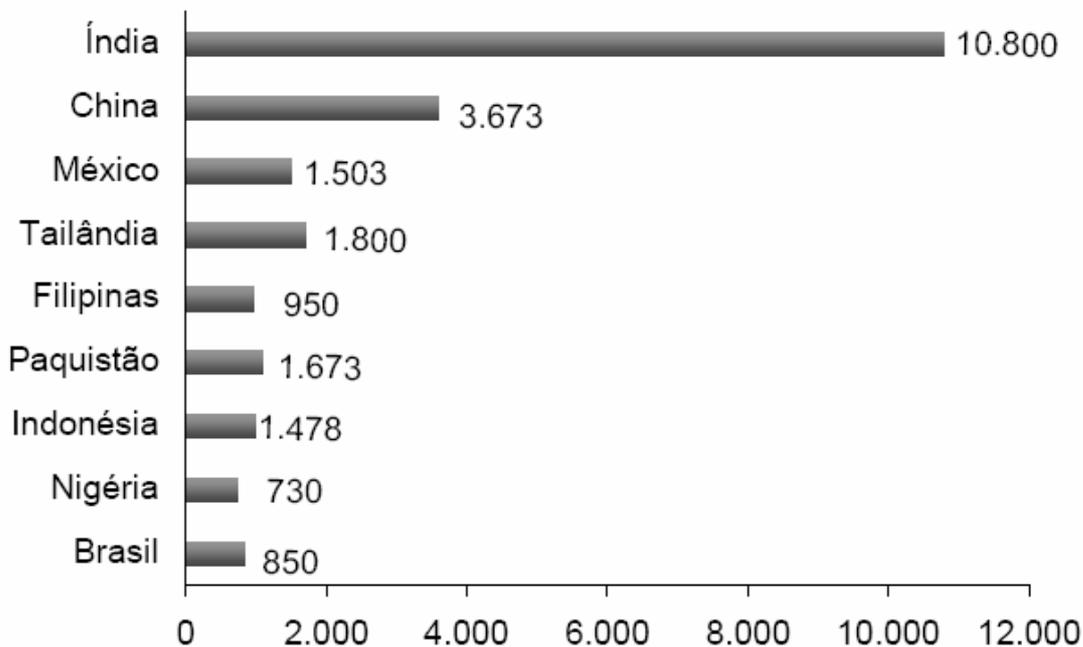


Figura 3: Participação dos principais países produtores de manga (1.000 t) na produção mundial (FAO, 2005).

Com relação à exportação, têm sido registrados incrementos significativos, passando de 4 mil toneladas, em 1991, para quase 68 mil toneladas, em 2000 (EMBRAPA, 2003). Em 2003, os Estados Unidos da América e a União Européia importaram, juntos, 126 mil toneladas de manga do Brasil, resultando em divisas da ordem de US\$ 71 milhões ao país, o que garantiu o segundo lugar entre os maiores exportadores de manga, sendo superado apenas pelo México (FAO, 2005).

O México é o líder nas exportações de manga, contribuindo com de 33,83% do total exportado mundialmente. O Brasil aparece em segundo lugar, embora o volume exportado seja menor do que um terço do percentual mexicano. A Holanda, embora não seja um país produtor, aparece no grupo dos grandes exportadores de manga, por possuir os principais portos receptores do produto na Europa, reexportando-o em seguida para os demais países do continente (EMBRAPA, 2003).

O cultivo de manga encontra-se disseminado por quase todo o território brasileiro, porém, a maior parte da capacidade de produção concentra-se nas regiões Nordeste e Sudeste, que responderam em conjunto por uma média de 92% da produção nacional. A região Nordeste concentra a maior parte da produção, respondendo em média por 52,31% nos anos 90, enquanto o Sudeste participou com uma média de 39,97% no mesmo período. Entre 1990 e 2001, o Nordeste aumentou a produção em 67%, com a sua participação na produção nacional, atingindo 62,28% em 2001 (BNDES, 2003).

No Nordeste, o estado que apresentou melhor desempenho foi a Bahia, seguido por Pernambuco, Ceará e Paraíba. O desempenho por estado mostra uma tendência de crescimento contínuo da produção baiana entre 1990 e 2001, com um incremento médio de 21% ao ano, bem superior ao nacional de 4% ao ano. O grande salto da produção da Bahia foi ao final da década de 90, quando passou de 64.591 toneladas em 1998 para 125.373 toneladas em 2000, atingindo 241.531 toneladas em 2001 (BNDES, 2003).

Tabela 1 - Produção de manga por região em 2004.

Região	Produção de manga (toneladas)
Nordeste	610.177
Sudeste	317.341
Norte	6.190
Centro-Oeste	6.604
Sul	9.298
Total	949.610

Fonte: IBGE, 2006.

Tabela 2 - Principais estados produtores de manga em 2004.

Estado	Produção de manga (toneladas)
Bahia	305.658
São Paulo	245.085
Pernambuco	145.893
Minas Gerais	61.318
Ceará	42.341
Rio Grande do Norte	40.077
Paraíba	23.795
Sergipe	22.973
Piauí	17.498

Fonte: IBGE, 2006.

A manga é, hoje, uma das mais importantes frutas tropicais que compõem a dieta alimentar das classes média e alta brasileiras, com um consumo médio *per capita* da ordem de 1,2 kg/ano. No entanto, em algumas capitais, como São Paulo, o consumo de manga alcança 2,5 kg *per capita* por ano. A comercialização da manga no mercado interno brasileiro centraliza-se na variedade norte-americana “Tommy Atkins”, representando 79% da área plantada no Brasil (PINTO, 2002).

A variedade “Tommy Atkins”, de boa aceitação nos mercados nacionais e internacionais, ainda que não seja a preferida dos consumidores estrangeiros, é a que possui maior participação no mercado. A coloração intensa, o bom rendimento físico e a resistência ao transporte a longas distâncias são os principais atributos a seu favor (DESENBAHIA, 2001).

A manga do Brasil tem o mercado interno como a principal fonte de escoamento da produção. Mesmo com o grande incremento observado atualmente, as exportações de manga ainda não alcançaram 10% do volume total produzido no país (EMBRAPA, 2003).

Segundo a Tradin Brazil Organic, as grandes importadoras de orgânicos da Europa estão buscando essencialmente a manga “Tommy Atkins”, seguida do melão, do limão Taiti e da laranja fresca (HEIN, 2001).

Entre agosto de 2006 e setembro de 2008, a exportação de mangas orgânicas frescas ou refrigeradas alcançou o montante de US\$ 680.372,00, com participação de 2,54% das exportações de produtos orgânicos. Foram produzidos 790.328 kg deste fruto. A manga orgânica é o décimo produto mais exportado, e dentre os frutos, é o primeiro (MAPA, 2008).

De acordo com o Instituto Biodinâmico, em janeiro de 2009, existiam no Brasil 38 produtores certificados de mangas orgânicas, sendo que oito delas estão situadas no estado da Bahia. Estas propriedades situam-se principalmente na Chapada Diamantina e no Vale do São Francisco (IBD, 2009).

Não existem dados oficiais sobre a produção e exportação de mangas biodinâmicas no país. Sabe-se que o maior consumidor dos produtos biodinâmicos brasileiros é a Alemanha seguida de outros países europeus. Bahia, Paraíba e São Paulo são os maiores produtores de mangas biodinâmicas (IBD, 2009).

2.3 CARACTERÍSTICAS BROMATOLÓGICAS

A manga é um fruto climatérico que deve ser colhido antes do seu amadurecimento completo. Em contraste com outros frutos, é difícil determinar o estágio ótimo de maturação para colheita, principalmente para as variedades pouco coloridas. A decisão do momento de colheita da manga é baseada em indicadores físicos e químicos (EMBRAPA, 2003).

Este fruto é conhecido pelo seu forte aroma, coloração intensa das cascas, delicioso sabor e alto valor nutritivo. A composição química da manga varia de acordo com o local de cultivo, variedade, e estágio de maturação. O processo de amadurecimento dos frutos envolve uma série de alterações fisiológicas, bioquímicas e sensoriais que conduzem ao desenvolvimento de frutos maduros com qualidades desejáveis (THARANATHAN *et al.*, 2006).

Concordante com a maioria dos frutos, a manga é composta principalmente de água (> 80%) e carboidratos, com um pequeno conteúdo de proteína e gordura. O amido é o carboidrato predominante na manga imatura, e no fruto maduro a predominância é de açúcares como sacarose, glicose e frutose (BELLO-PEREZ *et al.*, 2005).

Assim como outros frutos climatéricos, a manga, após a colheita, entra em processo autocatalítico com produção de etileno e aumento subsequente da respiração. Os carboidratos, principalmente o amido acumulado, são hidrolisados para a formação de açúcares solúveis como glicose, frutose e sacarose. A coloração do fruto também se modifica, passando de verde escuro para verde-oliva, amarelo-alaranjado ou avermelhado, conforme a variedade. Após a colheita, ocorre também o amolecimento da polpa, o que está associado ao aumento da solubilidade das pectinas que compõem a parede celular. Observa-se ainda um aumento na liberação das substâncias voláteis que conferem o odor característico da manga, a redução dos compostos fenólicos que dão adstringência ao fruto e o aumento no conteúdo de lipídios (MITRA, 1997).

A manga contém aminoácidos, carboidratos, fibras, ácidos graxos, minerais, ácidos orgânicos, proteínas, vitaminas e pigmentos (CARDELLO; CARDELLO, 1998). Durante o processo de amadurecimento, o fruto é inicialmente ácido, adstringente e rico em ácido ascórbico. Os frutos contêm, além dos nutrientes essenciais e de micronutrientes, diversos compostos secundários de natureza fenólica, denominados polifenóis (HARBONE; WILLIAMS, 2000). A manga é um fruto rico em carotenóides, tiamina, riboflavina, niacina, ácido ascórbico, triptofano, lisina e minerais (OJOKOH, 2007).

Os frutos frescos contêm muitas vitaminas conhecidas. A manga, além de ser uma fonte de vitamina C, contém carotenóides que são convertidos em vitamina A no organismo humano. A manga madura é mais rica em carotenos do que em outros estádios de maturação (SINGH, 1960).

Do ponto de vista nutricional, a manga se caracteriza principalmente pelos seus macro e micronutrientes. Contém ainda outros constituintes, como os compostos fenólicos e carotenóides, que apresentam propriedades bioativas (RODRIGUEZ-AMAYA, 1997).

Estudos realizados com ratos alimentados com dieta suplementada com 10% de manga confirmaram redução de efeitos citotóxicos induzidos por dimetilhidrazina através da otimização enzimática de mecanismos oxidativos (ANILAKUMAR *et al*, 2003). Os cultivares de manga diferem no seu conteúdo de antioxidantes devido à variação genotípica e a fatores pré-colheita, incluindo as condições climáticas, as práticas agrícolas, e o amadurecimento (LEE; KADER, 2000). As mangas podem ser consideradas uma boa fonte de antioxidantes, tais como ácido ascórbico, carotenóides e compostos fenólicos (SHIEBER *et al.*, 2000).

Devido ao excelente sabor aliado às boas características nutritivas e bioativas da manga, a mangicultura ganhou importância econômica estando entre as dez culturas mais plantadas no mundo, em aproximadamente 94 países nas regiões tropicais (MATOS, 2000).

2.4 COMPOSTOS BIOATIVOS

Os antioxidantes podem ser definidos como substâncias capazes de retardar ou inibir a oxidação de substratos oxidáveis podendo ser classificados como enzimáticos ou não-enzimáticos, tais como os carotenóides, a vitamina C e os compostos fenólicos

(HALLIWELL, 2001). Estes compostos são capazes de reagir com os radicais livres¹ e neutralizá-los, apresentando como efeitos benéficos o retardamento do processo de aterosclerose, a prevenção da obstrução das artérias e a redução do processo de morte celular em vários órgãos, como o cérebro, rins, pulmões e pele (HUANG *et al.*, 2005; RAMALHO; JORGE, 2006).

O consumo de antioxidantes naturais, que inibem a formação de radicais livres, também chamados de substâncias reativas, tem sido associado a uma menor incidência de doenças relacionadas com o estresse oxidativo (DROGE, 2002). Os antioxidantes são substâncias que, mesmo presentes em baixas concentrações em relação ao substrato oxidante, poderiam atrasar ou inibir as taxas de oxidação (SIES, 1993).

O estresse oxidativo ocorre como um desequilíbrio entre o balanço pró-oxidante/antioxidante, em favor da situação pró-oxidante, promovendo um dano potencial. O dano oxidativo que as biomoléculas sofrem está relacionado com as patologias de um grande número de doenças crônicas, incluindo doenças cardiovasculares, câncer e doenças neurodegenerativas (WISEMAN *et al.*, 2001; LIAO *et al.*, 2001; JAVANMARDI *et al.*, 2002; LU; YEAP-FOO, 2002, KIM *et al.*, 2003; MENDEL; YAUDIM, 2004.).

No funcionamento normal do organismo humano, ocorre uma série de reações químicas com o objetivo de produzir energia. Em algumas destas reações são produzidos os radicais livres, os quais são instáveis e reativos, reagindo rapidamente com diversos compostos e alvos celulares, podendo danificar DNA, proteínas, carboidratos e lipídios (GUTTERIDGE; HALLIWELL, 1994; CERQUEIRA *et al.*, 2007).

¹ As moléculas orgânicas e inorgânicas e os átomos que contêm um ou mais elétrons não pareados, com existência independente, podem ser classificados como radicais livres (HALLIWELL, 1994). Essa configuração faz dos radicais livres moléculas altamente instáveis, com meia-vida curtíssima e quimicamente muito reativas. A presença dos radicais é crítica para a manutenção de muitas funções fisiológicas normais (POMPELLA, 1997).

Os radicais livres podem ser gerados no citoplasma, nas mitocôndrias ou na membrana, e o seu alvo celular (proteínas, lipídeos, carboidratos e DNA) está relacionado com o seu sítio de formação (ANDERSON, 1996; YU; ANDERSON, 1997). Entre as principais formas reativas de oxigênio, o O_2^- apresenta uma baixa capacidade de oxidação, a OH^\cdot demonstra uma pequena capacidade de difusão e é a mais reativa na indução de lesões nas moléculas celulares. O H_2O_2 não é considerado um radical livre verdadeiro, mas é capaz de atravessar a membrana nuclear e induzir danos na molécula de DNA por meio de reações enzimáticas (ANDERSON, 1996).

Os antioxidantes podem ser encontrados em diversas matrizes vegetais e são muito importantes para a manutenção da saúde de quem os consome. As mangas podem ser consideradas uma boa fonte de antioxidantes, pois contêm quantidades suficientes de ácido ascórbico, carotenóides e compostos fenólicos (SHIEBER *et al.*, 2000).

2.5 VITAMINA C

A vitamina C é um componente essencial na dieta humana, exigido na prevenção de alguns distúrbios como o escorbuto. Apresenta funções biológicas na formação do colágeno, na absorção de ferro inorgânico, na inibição da formação de nitrosaminas, e age como um reforço do sistema imunológico. O ácido ascórbico atua como um antioxidante e, portanto, oferece certa proteção contra as doenças relacionadas com estresse oxidativo (DIPLOCK *et al.*, 1998).

O ácido ascórbico tem sido altamente consumido como suplemento alimentar como forma de prevenir ou combater resfriados, doenças cardiovasculares e neoplasias (SILVA *et al.*, 2000). Sua função antiaterogênica deve-se às suas características antioxidantes, as quais podem reduzir a oxidação da lipoproteína de baixa densidade (LDL-colesterol) (VALKONEN; KUUSI, 2000).

A vitamina C atua na fase aquosa como um excelente antioxidante sobre os radicais livres, mas não é capaz de agir nos compartimentos lipofílicos para inibir a peroxidação dos lipídios. Por outro lado, estudos *in vitro* mostraram que essa vitamina, na presença de metais de transição, tais como o ferro, pode atuar como uma molécula pró-oxidante e gerar os radicais H_2O_2 e $OH\cdot$. Geralmente, esses metais estão disponíveis em quantidades muito limitadas, e as propriedades antioxidantes dessa vitamina predominam *in vivo* (ODIN, 1997).

A vitamina C (Figura 4) é uma substância quiral. Ela é frequentemente chamada de L-ácido ascórbico, para identificar suas moléculas como levóginas. O átomo de carbono na parte inferior esquerda do anel pentagonal tem, ligados a ele, um átomo de hidrogênio, um átomo de carbono e outro de oxigênio dentro da estrutura anelar, e um grupo lateral de nove átomos, sendo cinco de hidrogênio, dois de carbono e dois de oxigênio. Esses quatro elementos unidos ao átomo de carbono dão ao mesmo a propriedade quiral (PAULING, 1988).

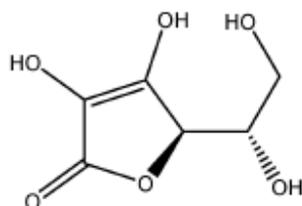


Figura 4: Estrutura química do ácido ascórbico

O ácido ascórbico é um agente redutor em solução aquosa. Essa propriedade torna-se menos pronunciada em meio não aquoso. O caráter ácido e a ação redutora são atribuídos ao grupo enediol ($-COH=COH-$). A oxidação aeróbica do ácido ascórbico depende do pH, exibindo máximos em pH 5 e 11,5. Essa reação é mais rápida e sua degradação mais extensiva em meio alcalino. Oxidação com degradação também ocorre em condições anaeróbicas, porém em menor extensão (DAVIS *et al.*, 1991).

A vitamina C é essencial para seres humanos, pois age como antioxidante, seqüestrando os radicais livres e nutrindo as células, protegendo-as de danos causados pelos oxidantes, da mesma forma que o β -caroteno (PADH, 1991).

O homem e outros primatas, bem como as cobaias e alguns morcegos, são os únicos mamíferos conhecidos incapazes de sintetizar o ácido ascórbico, devido à ausência da enzima hepática L-gulonolactona-oxidase, que catalisa a conversão da L-gulonolactona em ácido ascórbico. Em consequência disto, dependem de vitamina C da dieta (MARCUS; COULSTON, 1991).

O ácido ascórbico desempenha papel fundamental no desenvolvimento e regeneração dos músculos, pele, dentes e ossos, na formação do colágeno, na regulação da temperatura corporal, na produção de diversos hormônios e no metabolismo em geral. A falta dessa vitamina no organismo aumenta a propensão a doenças, enquanto que sua carência severa torna o organismo vulnerável a doenças mais graves, como por exemplo, o escorbuto (DOSUNMU; JOHNSON 1995; GARDENER *et al.*, 2000).

A vitamina C da dieta é absorvida de forma rápida e eficiente, através de um processo dependente de energia. O consumo de doses altas pode levar ao aumento da concentração dessa vitamina nos tecidos e no plasma sangüíneo. Os benefícios obtidos na utilização terapêutica da vitamina C em ensaios biológicos com animais incluem o efeito protetor contra os danos causados pela exposição às radiações e medicamentos (AMARA-MOKRANE *et al.*, 1996).

Entretanto, consumida em altas doses, esta vitamina pode provocar efeitos colaterais, tais como: diarréia, dor abdominal e cálculos renais em pessoas geneticamente predispostas. A necessidade diária de vitamina C varia conforme idade e condições de saúde. Assim, as frutas frescas, principalmente as cítricas, são fontes ideais de vitamina C. O tomate, folhas verdes, que contêm teores variáveis dessa vitamina, e outras frutas, tais como manga,

acerola, caju e goiaba, também são fontes de vitamina C (DOSUNMU; JOHNSON, 1995; GARDENER *et al.*, 2000).

Alguns estudos epidemiológicos atribuem a esta vitamina um possível papel de proteção no desenvolvimento de tumores nos seres humanos (LUPÚLESCU, 1993; DUTHIE *et al.*, 1996). Contudo, a recomendação de suplementação da vitamina C deve ser avaliada especificamente para cada caso, pois existem muitos componentes orgânicos e inorgânicos nas células que podem modular a atividade da vitamina C, afetando sua ação antioxidante.

O valor vitamínico das mangas fica circunscrito principalmente em torno de seu conteúdo de vitamina A, vitamina C, e pequenas quantidades de vitaminas do complexo B. A manga possui quantidade apreciável de vitamina C, conforme a variedade (BLEINROTH, 1976). Vários autores encontraram diminuição do ácido ascórbico durante o amadurecimento de mangas, de diferentes variedades (AINA, 1990; GOFUR *et al.*, 1994; VINCI *et al.*, 1995).

2.6 COMPOSTOS FENÓLICOS

Os compostos fenólicos estão presentes em todos os vegetais, e compreendem um grupo heterogêneo de substâncias, algumas com estruturas químicas relativamente simples e outras com estruturas complexas, como taninos e ligninas. Os compostos fenólicos são responsáveis pela adstringência dos frutos (CARVALHO *et al.*, 1994).

Estas substâncias são originadas do metabolismo secundário das plantas, sendo essenciais para o seu crescimento e reprodução. Além disso, formam-se em condições de estresse, como: infecções, ferimentos, radiações UV, dentre outros (NACZK; SHAHIDI, 2004). Estes compostos encontram-se em muitos vegetais, e são um grupo muito diversificado de fitoquímicos derivados de fenilalanina e tirosina. Os fenólicos são essenciais para o crescimento e reprodução dos vegetais, além de atuarem como agente antipatogênico e contribuírem na sua pigmentação (SHAHIDI; NACZK, 1995).

Os fenólicos englobam desde moléculas simples até moléculas com alto grau de polimerização. Estão presentes nos vegetais na forma livre ou ligados a açúcares e proteínas

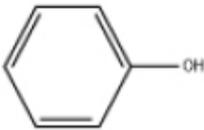
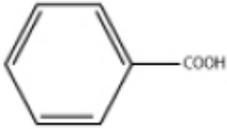
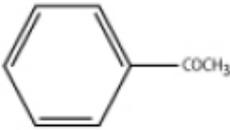
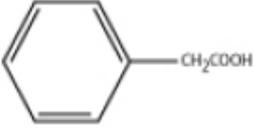
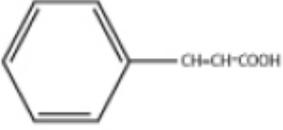
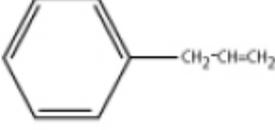
(BRAVO, 1996). Quimicamente, os fenólicos são definidos como substâncias que possuem anel aromático com um ou mais substituintes hidroxílicos, incluindo seus grupos funcionais (LEE *et al.*, 2005). Possuem estrutura variável e com isso, são multifuncionais.

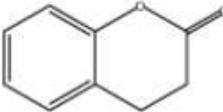
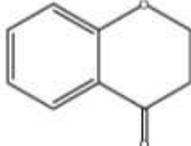
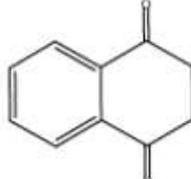
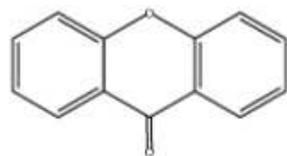
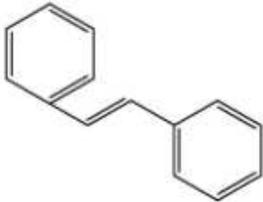
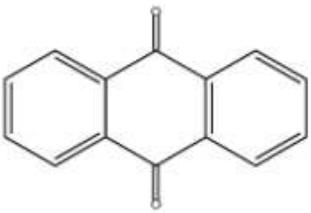
Os compostos fenólicos, que abrangem mais de 8000 estruturas conhecidas, incluem desde moléculas simples até outras com alto grau de polimerização (ROSS; KASUM, 2003). Estes compostos são agrupados de acordo com sua estrutura química básica em: fenóis simples, ácidos cinâmicos, cumarinas, isocumarinas e cremonas, lignanas e neolignanas, flavonóides, tocoferóis e taninos (HARBORN, 1989).

Compostos fenólicos são substâncias que possuem atividade antioxidante devido à sua habilidade de reduzir a formação de radicais livres ou interromper a propagação dos mesmos, sendo muito eficientes na prevenção da auto-oxidação (SHAHIDI *et al.*, 1992; NAWAR, 1996) e podem, portanto, apresentar efeitos benéficos para a saúde humana. A ação dos compostos fenólicos em alimentos tem chamado muita atenção devido à sua atividade biológica na prevenção de alguns tumores e doenças cardíacas (KRIS-ETHERTON *et al.*, 2002).

Os polifenóis podem ser divididos em pelo menos 10 diferentes classes de compostos, dependendo de sua estrutura básica. A Tabela 3 ilustra a estrutura química básica dos principais compostos polifenólicos.

Tabela 3 - Principais classes de compostos fenólicos.

Classe	Esqueleto básico	Estrutura básica
Fenóis simples	C_6	
Benzoquinonas	C_6	
Ácidos fenólicos	$C_6 - C_1$	
Acetofenonas	$C_6 - C_2$	
Ácidos fenilacéticos	$C_6 - C_2$	
Ácidos hidroxicinâmicos	$C_6 - C_3$	
Fenilpropanonas	$C_6 - C_3$	

Classe	Esqueleto básico	Estrutura básica
Coumarinas, isocoumarinas	$C_6 - C_3$	
Cromonos	$C_6 - C_3$	
Naftoquinonas	$C_6 - C_4$	
Xantonas	$C_6 - C_1 - C_6$	
Stilbenos	$C_6 - C_2 - C_6$	
Antraquinonas	$C_6 - C_2 - C_6$	
Flavonóides	$C_6 - C_3 - C_6$	
Lignanas, neolignanas	$(C_6 - C_3)_2$	
Ligninas	$(C_6 - C_3)_n$	

Fonte: BRAVO (1998).

Os compostos fenólicos exibem grande quantidade de propriedades fisiológicas como antialérgica, antiateriogênica, antiinflamatória, antimicrobiana, antitrombótica, cardioprotetora e vasodilatadora (BALASUNDRAM *et al.*, 2006). A atividade anticarcinogênica dos fenólicos tem sido relacionada à inibição dos cânceres de cólon, esôfago, pulmão, fígado, mama e pele. Os compostos fenólicos que possuem este potencial são o resveratrol, a quercetina, o ácido caféico e os flavonóis (PIMENTEL *et al.*, 2005).

As mais recentes publicações relatam as propriedades de vários compostos fitoquímicos, especialmente dos compostos fenólicos presentes em frutas, atuando com eficácia nas infecções causadas por *Helicobacter pylori* (VATTEN *et al.*, 2005) e na indução da apoptose (SÁNCHEZ-MORENO *et al.*, 1998; YEH; YEN, 2005; HEO; LEE, 2005).

Os flavonóides são compostos largamente distribuídos no reino vegetal, e encontram-se presentes em frutas, folhas, sementes e em outras partes da planta na forma de glicosídeos ou agliconas, compostos de baixo peso molecular. Os flavonóides com um esqueleto difenilpropano (C6-C3-C6) são conhecidos por terem propriedades antioxidantes (HOLLMAN *et al.*, 1996).

A estrutura química dos flavonóides consiste em dois anéis aromáticos, denominados anel A e B, unidos por três carbonos que formam um anel heterocíclico, denominado anel C (Figura 5). O anel aromático A é derivado do ciclo acetato/malonato, enquanto o anel B é derivado da fenilalanina (MERKEN; BEECHER, 2000). Variações em substituição do anel C padrão resultam em importantes classes de flavonóides, como flavonóis, flavonas, flavanonas, flavanóis (ou catequinas), isoflavonas, antocianidinas e proantocianidinas. Substituições dos anéis A e B originam diferentes compostos dentro de cada classe de flavonóides. Estas substituições podem incluir oxigenação, alquilação, glicosilação, acilação e sulfatação (HOLLMAN; KATAN, 1999).

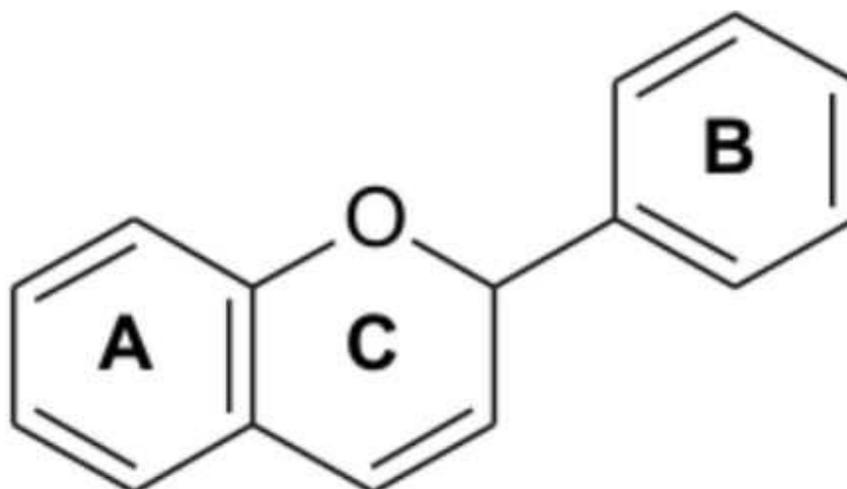


Figura 5: Estrutura geral dos flavonóides.

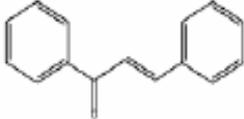
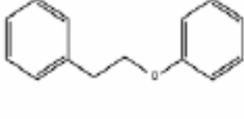
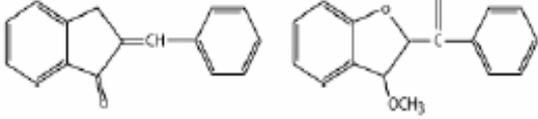
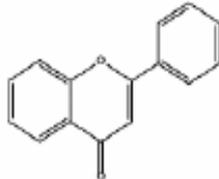
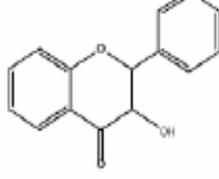
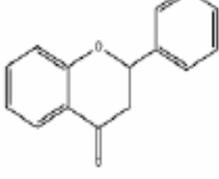
Flavonóides são os polifenóis mais abundantes em nossa dieta. Eles podem ser divididos em várias classes, de acordo com o grau de oxidação do oxigênio heterocíclico. A ocorrência de alguns desses flavonóides está restrito a alguns gêneros alimentícios. A quercetina é o principal flavonol da nossa dieta, e está presente em muitos frutos e vegetais, enquanto flavonas são menos comuns (HERTOG *et al.*, 1992) e ocorrem em alimentos na forma de o-glicosídeos com açúcares vinculados na posição C3.

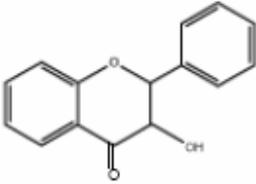
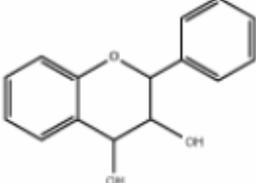
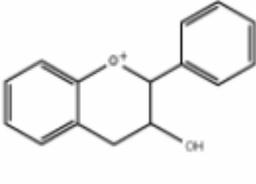
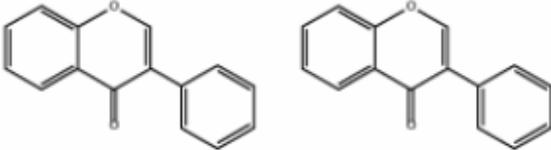
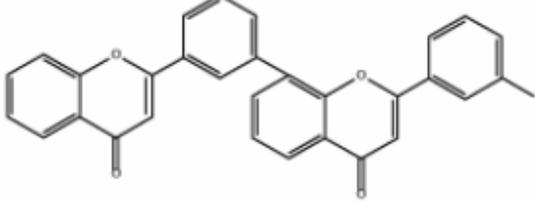
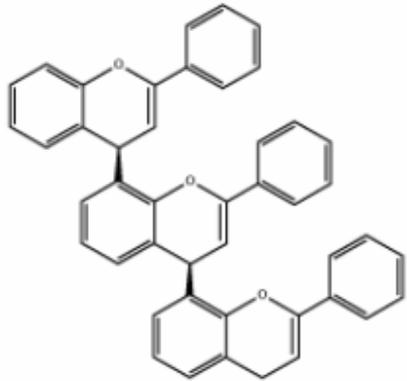
As catequinas são os principais flavanóis. As proantocianidinas poliméricas são flavanóis presentes em plantas como misturas complexas de polímeros, com um grau de polimerização entre quatro e onze, sendo responsáveis pela adstringência dos alimentos e, geralmente, estão presentes em associação com a catequina (SANTOS-BUELGA; SCALBERT, 2000).

Inúmeros estudos realizados com compostos fenólicos, especialmente os flavonóides, demonstram a capacidade de captarem radicais livres e seus efeitos na prevenção de enfermidades cardiovasculares e circulatórias (NESS; POWLES, 1997; STOCLET *et al.*, 2004), cancerígenas (WANG; MAZZA, 2002; KATSUBE *et al.*, 2003), no diabetes e no mal de Alzheimer (HERTOG *et al.*, 1997; ISHIGE *et al.*, 2001; ABDILLE *et al.*, 2005).

Estudos recentes têm demonstrado que muitos flavonóides e polifenóis contribuem significativamente para a atividade antioxidante de muitos frutos e vegetais (EINBOND *et al.*, 2004).

Tabela 4 – Classificação dos flavonóides encontrados em alimentos.

Flavonóide	Estrutura Básica
Chalconas	
Dihidrochalconas	
Auronas	
Flavonas	
Flavonóis	
Flavanonas	

Flavonóide	Estrutura Básica
Dihidroflavonóis	
Flavandiol ou leucoantocianidina	
Antocianidinas	
Isoflavonóides	
Biflavonóides	
Proantocianidinas ou taninos condensados	

Fonte: BRAVO, 1998.

Nos últimos anos, tem havido um interesse crescente no estudo de compostos fenólicos em frutos de mangueira, devido aos seus antioxidantes, propriedades que tornam o consumo de mangas e produtos derivados um hábito saudável (CAO; CAO, 1999).

A mangiferina, ácido gálico (ácidos m-digálico e m-trigálico), galotaninos, quercetina, isoquercetina, ácido elágico, e β -glucogálico estão entre os compostos polifenólicos já identificados na manga (SCHIEBER *et al.*, 2000).

O ácido gálico foi identificado como o principal polifenol presente em frutos de mangueira, seguido por seis taninos hidrolisáveis e quatro compostos menores, p-OH-ácido benzóico, ácido m-cumárico, ácido p-cumárico e ácido ferúlico (KIM *et al.*, 2007).

Schieber *et al.* (2000) encontraram $6,9 \text{ mg.kg}^{-1}$ de ácido gálico e $4,4 \text{ mg.kg}^{-1}$ de mangiferina na manga. Em uma varredura de polifenóis em 20 variedades de manga, Saleh e El-Ansari (1975) relataram o processo de co-ocorrência de mangiferina, isomangiferina, e homomangiferina em polpa de frutos de mangueira. A mangiferina tem mostrado ser o principal composto, com grandes valores medicinais. Os compostos fenólicos e os seus associados têm a capacidade antioxidante diminuída com o amadurecimento do fruto (KIM *et al.*, 2007).

Os galotaninos representam os principais componentes dos frutos verdes de mangueiras e das suas sementes. Segundo Prabha e Patwardhan (1986) o ácido gálico é o substrato da polifenoloxidase na polpa, e o ácido elágico é o predominante substrato na casca de manga.

Os flavonóides encontrados na manga incluem a catequina, epicatequina, quercetina, isoquercetina (quercetina-3-glucosídeo), fisetina, e a astragalina (kempferol-3-glucosídeo) (HARBORN, 1994). No grupo das catequinas (Figura 6) incluem-se os seguintes flavonóides: (+)-Catequina, (-)-epicatequina, (-)-epigallocatequina, (-)-epicatequinagalato, e a (+)-galocatequina (MASIBO; HE, 2008).

A quercetina (Figura 7) tem sido identificada em frutos imaturos de manga, juntamente com seus glicosídeos, mas ambos têm sua concentração diminuída com a maturação (EL ANSARI *et al*, 1969). A fração polifenólica do extrato de manga (cerca de 50%) é rica principalmente em mangiferina, catequina, e epicatequina (SCARTEZZINI; SPERONI, 2000).

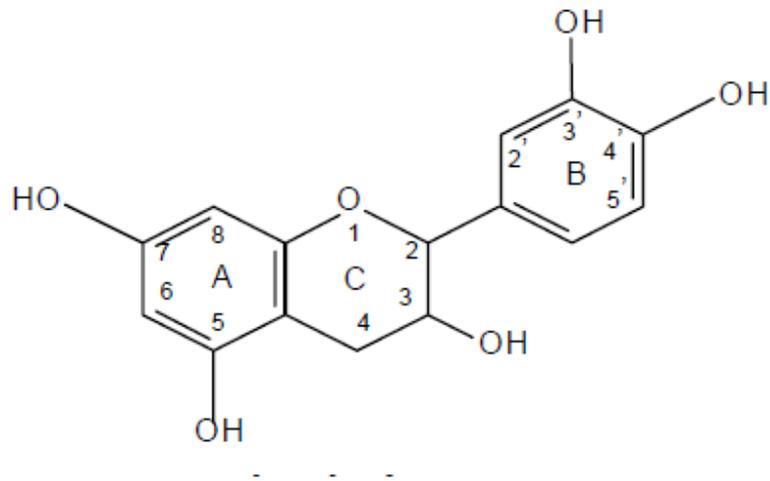


Figura 6: Estrutura química da catequina.

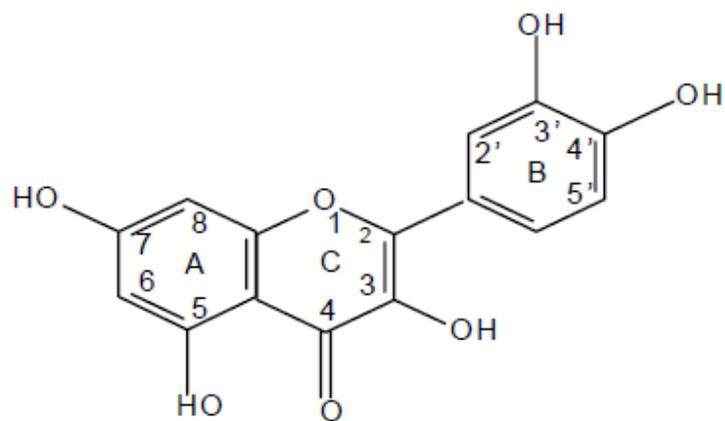


Figura 7: Estrutura química da quercetina

Diversos estudos epidemiológicos *in vitro* sugerem que as catequinas têm efeitos benéficos sobre a saúde humana, devido ao seqüestro de radicais livres e atividades antioxidantes (AUGUSTYNIAK *et al.*, 2005), tendo efeito protetor contra a insuficiência cardíaca congestiva (ISHIKAWA *et al.*, 1997), câncer (YAMANAKA *et al.*, 1997), insuficiência renal aguda (CHANDER *et al.*, 2003), além de reduzir a incidência de isquemia miocárdica e servir de apoio ao anti-envelhecimento.

2.7 CAROTENÓIDES

Os carotenóides são um grande grupo de pigmentos presentes na natureza, com mais de 600 estruturas caracterizadas (WINTHERHALTER, ROUSEFF, 2002; FRASER; BRAMLEY, 2004), identificados em diversos organismos. São responsáveis pelas cores que vão do amarelo ao vermelho de frutas, vegetais, fungos, flores (SU *et al.*, 2002; MALDONADO-ROBLEDO *et al.*, 2003), aves, peixes, crustáceos e de alguns microrganismos (SILVA; MERCADANTE, 2002).

A sua estrutura química geral é caracterizada pela existência de uma cadeia de 40 átomos de carbono, que inclui uma cadeia principal com nove ligações duplas conjugadas, flanqueadas por estruturas anelares ou quase anelares de seis carbonos em cada extremidade. Esta estrutura química é responsável pela sua coloração característica, dado que as ligações duplas absorvem parte do espectro luminoso que nelas incide (GOODWIN, 1980; YAMANO *et al.*, 1994; ARMSTRONG; HEARST, 1996).

Os carotenóides são compostos químicos da classe dos hidrocarbonetos e de seus derivados oxigenados. Sua estrutura básica reflete seu modo de biossíntese e consiste de oito unidades isoprenóides unidas e uma série de duplas ligações conjugadas, conferindo-lhes a característica cromófora (DAVIES, 1976). Os carotenóides são encontrados principalmente em vegetais, e classificam-se em carotenos ou xantofilas. Os carotenos são hidrocarbonetos poliênicos com variados graus de insaturação, e as xantofilas são sintetizadas a partir dos carotenos, por meio de reações de hidroxilação e epoxidação. O β -caroteno e o licopeno são

exemplos de carotenos, enquanto a luteína e a zeaxantina são xantofilas (AMBRÓSIO *et al.*, 2006).

Os carotenóides são substâncias lipofílicas e geralmente insolúveis em água. As propriedades de absorção da luz dos carotenóides derivam da presença de seu grupo cromóforo, a cadeia poliênica. Um cromóforo de sete ou mais duplas ligações conjugadas confere a capacidade de absorver a luz na região visível, atribuindo-lhes colorações do amarelo ao vermelho (BRITTON *et al.*, 1995).

Os tetraterpenos que fazem parte do grupo de compostos envolvidos no metabolismo secundário das células vegetais não possuem uma distribuição universal, pois não são necessários para todas as plantas (BRISKIN, 2000), e incluem os carotenos, compostos hidrocarbonados, e as xantofilas, derivados oxigenados dos carotenóides. A importância dos carotenóides há muito ultrapassou seu papel como corante precursor de componentes de flavor (RODRIGUEZ-AMAYA, 1993) e de provitamina A.

Dos mais de 600 carotenóides existentes na natureza, aproximadamente 20 estão presentes em tecidos e no plasma humano, dos quais apenas seis em quantidades significativas: α -caroteno, β -caroteno, β -criptoxantina, licopeno, luteína e zeaxantina (KRISTAL, 2004). O metabolismo humano não é capaz de produzir estas substâncias, e depende da alimentação para obtê-las (ALMEIDA; PENTEADO, 1987; PACKER *et al.*, 1999). Dentre os seis carotenóides listados, apenas os três primeiros são metabolizados e convertidos em vitamina A (KRISTAL, 2004).

Os carotenóides podem ser classificados em diferentes classes de compostos, dependendo de sua estrutura básica. A Figura 8 ilustra a estrutura química básica dos principais carotenóides.

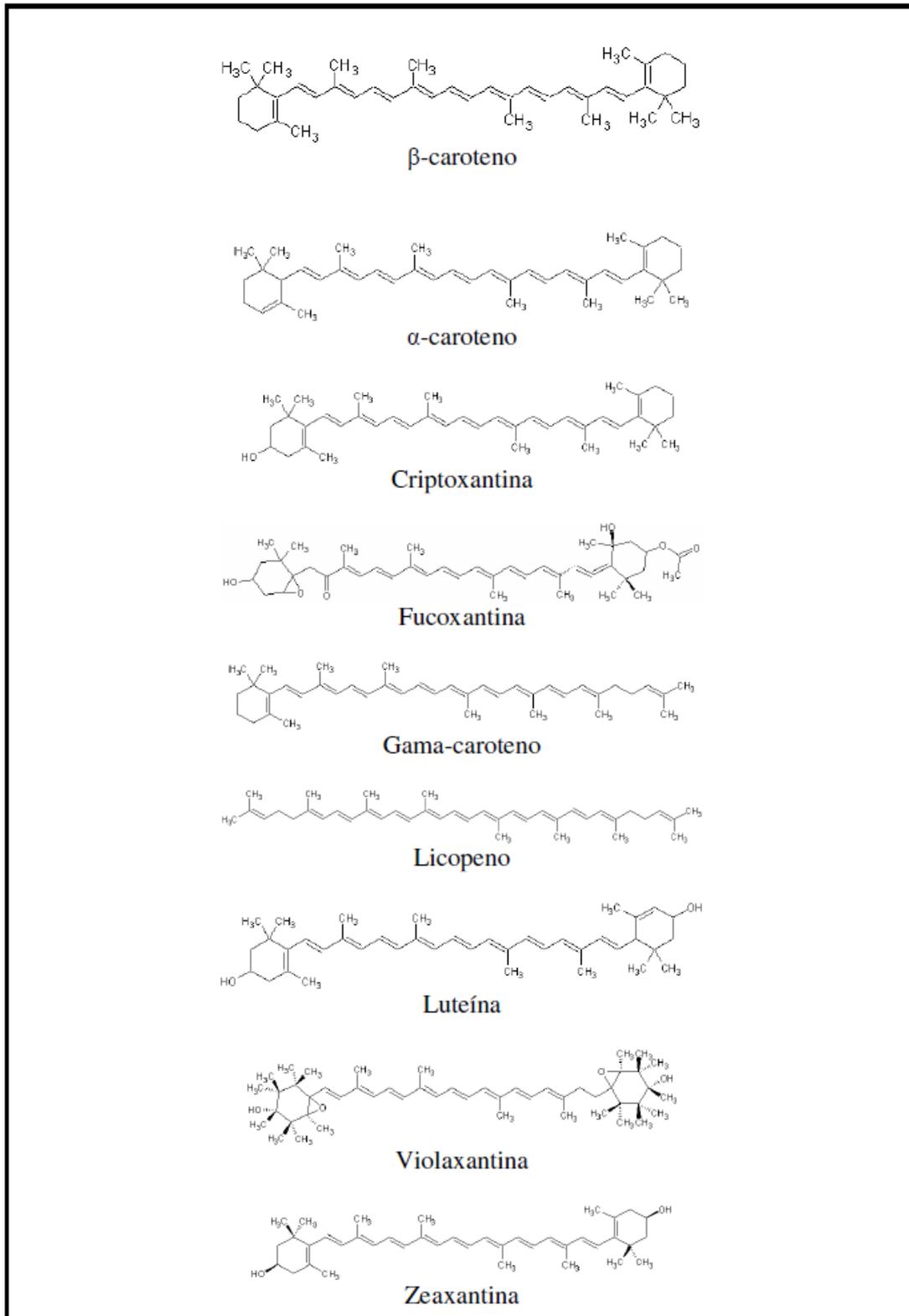


Figura 8: Estrutura química de nove carotenóides (AMBRÓSIO *et al.*, 2006).

Os carotenóides parecem desempenhar alguns papéis fundamentais na saúde humana, sendo essenciais para a visão. Apesar de muitas hipóteses comprovadas, suas funções não estão completamente elucidadas *in vivo*. O β -caroteno e outros carotenóides foram reconhecidos no século XX como as principais fontes de vitamina A. Mais recentemente, efeitos protetores dos carotenóides contra cânceres, doenças de coração e degeneração macular foram reconhecidos e estimularam intensas investigações sobre o papel desses compostos como antioxidantes e como reguladores de resposta do sistema imune (DELGADO-VARGAS *et al.*, 2000).

O beta-caroteno é um dos compostos carotenóides mais estudados. Na última década, adquiriu um papel relevante no contexto da nutrição e medicina. Este carotenóide, que confere a muitos frutos e vegetais a sua pigmentação amarelada, desempenha um importante papel fisiológico, sendo convertido em vitamina A (retinol) e ácido retinóico no corpo humano (YAMANO *et al.*, 1994; ARMSTRONG; HEARST, 1996; ARMSTRONG, 1997)

Aos carotenóides são atribuídos alguma atividade antioxidante, em especial, ao β -caroteno, ao qual permite a redução do risco de doenças degenerativas, participação na fotossíntese, agindo na absorção de luz, transferência de energia e, principalmente, na proteção contra a fotooxidação (KRINSKY; DUNASTABLE, 1993).

A atividade antioxidante do beta-caroteno é efetuada principalmente em áreas do corpo onde existem baixas concentrações de oxigênio. Uma vez que as vitaminas C e E, a glutathione peroxidase e a catalase não atuam eficientemente nestas condições, o beta-caroteno poderá desempenhar um papel complementar ao desses antioxidantes (GABY; SINGH, 1991).

Os carotenóides possuem um efeito destacável na resposta imune e na comunicação intracelular, e apresentam efeitos benéficos contra doenças relacionadas ao envelhecimento. Além disso, há indícios de que os carotenóides em associação com outros componentes de

frutas e vegetais apresentam efeito protetor contra algumas doenças crônicas (UENOJO *et al.*, 2007).

A composição de carotenóides em manga pode ser afetada por muitos fatores, ou seja, cultivar, origem geográfica e grau de maturação (CHEN *et al.*, 2007). Várias mudanças bioquímicas ocorrem durante o amadurecimento da manga, entre as quais a biossíntese de carotenóides é uma das mais importantes (VÁZQUEZ-CAICEDO, *et al.*, 2004; 2005).

Vários carotenóides foram identificados em frutos de diferentes cultivares de manga (CANO; DE ANCOS, 1994; BEN-AMOTZ; FISHLER, 1998, CHEN *et al.*, 2004), mas apenas um pequeno número deles ocorrem em concentrações significativas (ORNELAS-PAZ *et al.*, 2007).

A manga tem sido descrita como um fruto que contém quantidades elevadas de carotenóides (CHEN *et al.* 2004). Godoy e Rodriguez-Amaya (1989) relataram que o β -caroteno é o carotenóide dominante na manga com a participação de 48-84% do total do conteúdo de carotenóides. Durante a maturação, as mangas apresentam um aumento significativo nos teores de carotenóides, principalmente no β -caroteno e na violaxantina (MERCADANTE; RODRIGUEZ-AMAYA, 1998).

Medlicott *et al.* (1986) em trabalho realizado com mangas “Tommy Atkins”, encontraram valores superiores a $0,5\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$ de carotenóides em massa fresca da polpa. Salunke e Desai (1984) estudaram diversos frutos maduros de cultivares e verificaram uma variação no teor de carotenóides de 0,9 a $9,2\text{ mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$.

Mercadante *et al.* (1997) encontraram carotenóides em vários extratos saponificados de manga “Keitt” e concluíram que ocorre a predominância de trans- β -caroteno, trans-violaxantina e 9-cisviolaxantina. Achados semelhantes foram relatados por extratos brutos de alguns outros cultivares de manga (MERCADANTE; RODRIGUEZ-AMAYA, 1998; POTT *et al.*, 2003a, b).

REFERÊNCIAS

ABDILLE, M.H.; SINGH R.P.; JAYAPRAKASHA, G.K.; JENA, B.S. Antioxidant activity of the extracts from *Dillenia indica* fruits. **Food Chemistry**, v. 90, p. 891-896, 2005.

AINA, J.O. Physico-chemical changes in African mango (*Irvingia gabonensis*) during normal storage ripening. **Food Chemistry**, v. 36, n. 3, p. 205-212, 1990.

ALMEIDA, L.B.; PENTEADO, M.V.C. Carotenóides e valor pró-vitamínico A da mandioca (*Arracacia xanthorrhiza* Bancr.) consumida em São Paulo. **Revista de Farmácia e Bioquímica da Universidade de São Paulo**, v. 23, n. 1, p. 52-57, 1987.

ALMEIDA, S. G.; PETERSEN, P.; CORDEIRO, A. **Crise Socioambiental e Conversão Ecológica da Agricultura Brasileira**: subsídios à formação de diretrizes ambientais para o desenvolvimento agrícola. Rio de Janeiro: AS-PTA, 2001. 122p.

ALTIERI, M.A. The ecological role of biodiversity in agroecosystems. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 74, p. 19-31, 1999.

AMARA-MOKRANE, Y.A.; LEHUCHER-MICHEL, M.P.; BALANSARD, G.; DUMÉNIL, G.; BOTTA, A. Protective effects of a-hederin, chlorophyllin and ascorbic acid towards the induction of micronuclei by doxorubicin in cultured human lymphocytes. **Mutagenesis**, v.11, n.2, p.161-167, 1996.

AMBRÓSIO, C.L.B.; CAMPOS, F.A.C.S.; FARO, Z.P. Carotenoids as an alternative against hypovitaminosis A. **Revista de Nutrição**, v. 19, n. 2, p. 233-243, 2006.

ANDERSON, D. Antioxidant defences against reactive oxygen species causing genetic and other damage. **Mutation Research**, v. 350, n. 1, p. 103-108, 1996.

ANILA, L.; VIJAYALAKSHMI, N.R. Antioxidant action of flavonoids from *Mangifera indica* and *Embllica officinalis* in hypercholesterolemic rats. **Food Chemistry**, v. 83, p. 569-574, 2003.

ANILAKUMAR, K.R.; KHANUM, F.; KRISHNA, K.R.S.; SANTHANAM, K. Reduction of dimethylhydrazine-induced cytotoxicity by mango fruit bar: changes in antioxidant enzymes in rats. **Plant Foods Human Nutrition**, v. 58, p. 1–11, 2003.

ANVISA. **Programa de análise de resíduos de agrotóxicos em alimentos**. Relatório anual. 2002. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/toxicologia/monografias>. Acesso em: 07 maio 2003.

APTA. AGÊNCIA PAULISTA DE TECNOLOGIA DOS AGRONEGÓCIOS. **Comportamento do cultivo orgânico da manga**. 2008. Disponível em: www.apta.sp.gov.br. Acesso em dez. 2008.

ARCHANJO, L.R.; BRITO, K.F.W.; SAUERBECK S. Alimentos Orgânicos em Curitiba: consumo e significado, **Cadernos de Debate**, v. 8, p. 1-6, 2001.

AREIAS, F.; VALENTÃO, P.; ANDRADE, P.B.; FERRERES, R.; SEABRA, R.M. Flavonóides e ácidos fenólicos do sábio: influência de alguns fatores agrícolas. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 48, p. 6081-6084, 2000.

ARMSTRONG, G.A. Genetics of eubacterial carotenoid biosynthesis: a colorful tale. **Annual Review of Microbiology**, v. 51, p. 629-659, 1997.

ARMSTRONG, G.A.; HEARST, J.E. Genetics and molecular biology of carotenoid pigment biosynthesis. **FASEB Journal**, v. 10, p. 228-237, 1996.

ASSAD, M.L.L.; ALMEIDA, J. Agricultura e sustentabilidade contexto, desafios e cenários. **Ciência & Ambiente**, n. 29, p. 15-30, 2004.

AUGUSTYNIAK, A., WASZKIEWICZ, E., SKRZYDLEWSKA, E. Preventive action of green tea from changes in the liver antioxidant abilities of different aged rats intoxicated with ethanol. **Nutrition**, v. 21, p. 925-932, 2005.

BALASUNDRAM, N.; SUNDRAM, K.; SAMMAN, S. Phenolic compounds in plants and agri-industrial by-products: antioxidant activity, occurrence, and potential uses. **Food Chemistry**, v. 99, n. 1, p. 191-203, 2006.

BELLO-PÉREZ, L.A.; APARICIO-SAGUILA, N.A.; MENDEZ-MONTEALVO, G.; SOLORZA-FERIA, J.; FLORES-HUICOCHEA, E. Isolation and Partial Characterization of Mango (*Mangifera indica* L.) Starch: Morphological, Physicochemical and Functional Studies. **Plant Foods for Human Nutrition**, v. 60, n. 1, 7-12, 2005.

BEN-AMOTZ, A.; FISHLER, R. Analysis of carotenoids with emphasis on 9-*cis*- β -carotene in vegetables and fruits commonly consumed in Israel. **Food Chemistry**, v. 62, p. 515-520, 1998.

BERARDINI, N.; KNÖDLER, M.; SCHIEBER, A.; CARLE, R. Utilization of mango peels as a source of pectin and polyphenolics. **Inovative Food Science and Emerging Technologies**, v. 6, p. 442-452, 2005.

BLEINROTH, E.W. **Caracterização de variedades de manga para industrialização**. Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos, 1976. 78 p. (Instruções Técnicas n.13).

BNDES. Banco Nacional de Desenvolvimento econômico e Social. **A Cultura da Manga no Brasil: Desempenho entre 1990 e 2001**. BNDES Setorial, Rio de Janeiro, n. 17, p. 3-68, 2003.

BNDES. Banco Nacional de Desenvolvimento econômico e Social. **Agricultura Orgânica: Quando o Passado é Futuro**. BNDES Setorial, Rio de Janeiro, n. 15, p. 3-34, 2002.

BORGUINI, R.G.; OETTERER, M.; SILVA, M.V. Qualidade nutricional de hortaliças orgânicas. **Boletim SBCTA**, v. 37, n. 1, p. 28-35, 2003.

BRANDÃO, M.C.C.; MAIA, G.A.; LIMA, D.P. Análise físico-química, microbiológica e sensorial de frutos de manga submetidos à desidratação osmótico-solar. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 25, n. 1, p. 38-41, 2003.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa Nº 7. Normas para produção de produtos orgânicos vegetais e animais Brasília: **Diário Oficial da União**, Seção 1. págs 11, 19/05/1999.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa Nº 1. Aprova o Regulamento Técnico para fixação dos Padrões de Identidade e Qualidade para polpa de fruta. **Diário Oficial da União**, Brasília-DF, Seção I, p.54, 1999.

BRASIL. LEI N.º 10.831, de 23 dezembro de 2003. Dispõe sobre a agricultura orgânica e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, n.250, Seção 1, p. 8, 24 dezembro de 2003.

BRAVO, L. Polyphenols: chemistry, dietary sources, metabolism and nutritional significance. **Nutritional Review**, v. 56, n. 11, p. 317-333, 1998.

BRISKIN, D.P. Medical plants and phytomedicines. Linking plant biochemistry and physiology to human health. **Plant Physiology**, v. 124, p. 507-514, 2000.

BRITTON, G.; LIAAEN-JENSEN, S.; PFANDER, H. Carotenoids today and challenges for the future. **Carotenoids: Isolation and Analysis**, v. 1, p. 13-26, 1995.

CAMPANHOLA, C. A agricultura sustentável, a agroecologia e a pequena produção. In: **3ª Conferência Brasileira de Agricultura Biodinâmica**, Piracicaba - SP, 14 a 17 de outubro de 1998. Anais. Miklós, Andreas A de W. (organizador). São Paulo: SMA/CED, 1999. 294p.

CANO, M.P.; DE ANCOS, B. Carotenoid and carotenoid ester composition in mango fruit as influenced by processing method. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 42, p. 2737-2742, 1994.

CAO, Y.H.; CAO, R.H. Angiogenesis inhibited by drinking tea. **Nature**, v. 398, n. 6726, p. 381, 1999.

CARDELLO, H.M.A.B.; CARDELLO, L. Teor de vitamina C, atividade de ascorbato oxidase e perfil sensorial de manga (*Mangifera indica* L.) var. "Haden", durante o amadurecimento. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 18, n. 2, p. 65-75, 1998.

CARPENTER-BOGGS, L.; KENNEDY, A.C.; REGANOLD, J.P. Organic and Biodynamic Management: Effects on Soil Biology. **Soil Science Society American Journal**, v. 64, p. 1651-1659, 2000.

CARVALHO, V.D.; CHAGAS, S.J.R.; CHALFOUN, S.M.; BOTREL, N.; JUSTE JUNIOR, E.S.G. Relação entre a composição físico-química e química do grão beneficiado

e qualidade de bebida do café. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 29, n. 3, p.449-454, 1994.

CERQUEIRA, F.M.; DE MEDEIROS, M.H.G.; AUGUSTO, O. Antioxidantes dietéticos: controvérsias e perspectivas. **Química Nova**, v. 30, p. 441-449, 2007.

CES/FGV. CENTRO DE ESTUDOS EM SUSTENTABILIDADE. De “alternativo” para o caderno de economia. **Boletim Eletrônico do GVces**, n. 2, março de 2005. Disponível em: http://www.ces.fgvsp.br/arquivos/2005_02_marco.htm Acesso em: novembro de 2008.

CHABOUSSOU, F. **Plantas doentes pelo uso de agrotóxicos: A teoria da trofobiose**. 2.ed. Porto Alegre: L & PM, 1987, 256p.

CHANDER, V.; SINGH, D.; CHOPRA, K. Catechin, a natural antioxidant protects against rhabdomyolysis-induced myoglobinuric acute renal failure. **Pharmacological Research**, v. 48, n. 5, p. 503–509, 2004.

CHEN, J.P.; TAI, C.Y.; CHEN, B.H. Effects of different drying treatments on the stability of carotenoids in Taiwanese mango (*Mangifera indica* L.). **Food Chemistry**, v. 100, p. 1005–1010, 2007.

CHEN, J.P.; TAI, C.Y.; CHEN, B.H. Improved liquid chromatographic method for determination of carotenoids in Taiwanese mango (*Mangifera indica* L.). **Journal of Chromatography A**, v. 1054, 261–268, 2004.

CONWAY, G. **Uma agricultura sustentável para a segurança alimentar mundial**. Brasília, DF: Embrapa SPI; Petrolina: Embrapa CPATSA. 1998. 68p.

CORREA-RICKLI, R. Os preparados biodinâmicos. **Caderno Demeter**, n.1, 1986. 63p.

CRISTOVÃO, A.; KOEHNEN, T.; STRECHT, A. Produção Agrícola Biológica (Orgânica) em Portugal: Evolução, Paradoxos e Desafios. **Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável**, v. 2, n. 4, p. 37-47, 2001.

DA SILVA, M.A. Normatização e certificação da produção orgânica: presente e futuro. In: 3^A CONFERÊNCIA BRASILEIRA DE AGRICULTURA BIODINÂMICA, Piracicaba - SP, 14 a 17 de outubro de 1998. **Anais.**, 1999. 294p.

DAROLT, M.R. **Agricultura Orgânica**: inventando o futuro. Londrina: IAPAR, 2002, 250p.

DAROLT, M.R. **A evolução da agricultura orgânica no contexto brasileiro**. Disponível em: <http://www.planetaorganico.com.br>. Acesso em: 17 dez. 2003.

DAVIES, B.H. Carotenoids. IN: GOODWIN, T.W. **Chemistry and Biochemistry of Plant Pigments**. London: Academic Press. v. 2, p. 39-165, 1976.

DAVIS, M. B.; AUSTIN, J.; PARTRIDGE, D. Vitamin C: its chemistry and biochemistry. Cambridge: **Royal Society of Chemistry**. 1991, 154p.

DEFFONTAINES, J.P. Ressources naturelles et développement durable em agriculture. Le oint de vue d'un agronome. IN: JOLLIVET, M. **Le développement durable, de l'utopie au oncept**: de nouveaux chantiers pour la recherche. Paris: Elsevier, p. 131-142, 2001.

DEFFUNE, G. Cultivos Integrados e Sanidade dos Organismos Agrícolas: Alelopatia Aplicada e Alelodinâmica. IN: **Curso Espec. Agric. Biológico-Dinâmica. Inst. ELO, ABD e Uniube**, CD, 65 pp. 2003.

DELFORGE, I., 2004. **Thailand**: The World's Kitchen. Le Monde Diplomatique, July 2004. Disponível em:<<http://mondediplo.com/2004/07/05thailand>>. Acesso em out. 2008.

DELGADO-VARGAS, F.; JIMÉNEZ, A. R.; PAREDES-LÓPEZ, O. Natural pigments: carotenoids, anthocyanins, and betalains- characteristics, biosynthesis, processing, and storage. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 40, n. 3, p. 173-289, 2000.

DESENBAHIA. Agência de Fomento do Estado da Bahia. **Manga**. Estudo de mercado 02/01, out., 2001. Disponível em:< <http://www.desenbahia.ba.gov.br>> . Acesso em nov. 2008.

DIPLOCK AT, CHARLEUX JL, CROZIER-WILLI G, KOK FJ, RICE-EVANS C, ROBERFROID M. Functional food science and defense against reactive oxidative species. **British Journal of Nutrition**, v. 80, p. 77-112, 1998.

DOSUNMU, M.I.; JOHNSON, E.C. Chemical evaluation of the nutritive value and changes in ascorbic acid content during storage of the fruit of bitter kola (*Garcinia kola*). **Food Chemistry**, v. 54, p. 67-71, 1995.

DROGE, W. Free radicals in the physiological control of cell function. **Physiological Reviews**, v. 82, p. 47-95, 2002.

DULLEY, R.D.; TOLEDO, A.A.G. Certificação orgânica: importância da documentação. **Informações Econômicas**, v. 34, n. 5, p. 71-78, 2004.

DULLEY, R.D. Agricultura orgânica, biodinâmica, natural, agroecológica ou ecológica? **Informações Econômicas**, v. 33, n. 10, p. 96-99, 2003.

DUTHIE, S.J.; MA, A.; ROSS, M.A.; COLLINS, A.R. Antioxidant supplementation decreases oxidative DNA damage in human lymphocytes. **Cancer Research**, v. 56, n. 6, p. 1291-1295, 1996.

EHLERS E. **Agricultura Sustentável**. Sao Paulo: Ed. Agropecuária, 1999, 157p.

EHLERS, E. **Agricultura Sustentável: Origens e perspectivas de um novo paradigma**. São Paulo: Livros da Terra, 1996, 178p.

EINBOND, L.; REYNERTSON, K.A.; LUO, X.D.; BASILE, M.J.; KENNELLY, E.J. Anthocyanin antioxidants from edible fruits. **Food Chemistry**, v. 84, p. 23-28, 2004.

EL-ANSARI, M.A., REDDY, K.K., SASTRY, K.N.S.; NAYUDAMMA, Y. Polyphenolic components of mango (*Mangifera indica*). **Leather Science** v. 16, p. 13-14, 1969.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Produção Orgânica de Frutas**. Comunicado técnico n° 113. Cruz das Almas - BA, 2005.

EMBRAPA SEMI-ÁRIDO. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – regional Semi-árido. **Sistemas de Produção**. 2004. Disponível em: <<http://www.embrapa.br/fontesHTML/Manga/CultivodaMangueira/mercado.htm>>. Acesso em jul 2008.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **A cultura da mangueira**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica. Cap.16, p. 353-379, 2002.

FAO. **FAOSTAT Agriculture**. 2005. Disponível em:<<http://apps.fao.org/lim500/nphwarp.pl?ProductionCrops.Primary&Domain=SUA>>. Acesso em: 10 jun. 2008.

FISCHER, G.R.; ROMBOUTS, P. **Biodinâmica e o Pequeno Agricultor da Região de Joinville**. Joinville: Aprema- Associação de Preservação e Equilíbrio do Meio Ambiente de Santa Catarina, 1986.

FOODMARKET. **Shrimp**: A Review of the News in 2002. 2003. Disponível em:<http://www.foodmarketexchange.com/datacenter/industry/article/idf_shrimp_review2002.php>. Acesso em out. 2008.

FRADE, C.O. **A construção de um espaço para pensar e praticar a Agroecologia na UFRRJ e seus arredores**. Dissertação de Mestrado. Rio de Janeiro: CPDA/UFRRJ, 2000.

FRASER, P.D.; BRAMLEY, P.M. The biosynthesis and nutritional uses of carotenoids. **Progress in Lipid Research**, v. 43, p. 228–265, 2004.

GABY, S.K.; SINGH, V.N. "**Betacarotene**", **vitamin intake and health**: A scientific review. S.K. GABY, A. BENDICH, V. SINGH AND L. MACKLIN (eds.) Marcel Dekker. N.Y. 1991. 30p.

GARCÍA J.E. **Agricultura Orgânica en Costa Rica**. Oficina de Extensión Comunitaria y Conservación de Medio Ambiente de la Universidad Estatal y Escuela de Biología de la Universidad de Costa Rica. X Congreso Nacional/Agronómico, 1996.

GARDENER, P.T.; WHITE, T.A.C.; McPHAIL, D.B.; DUTHIE, G.G. The relative contributions of vitamin C, carotenoids and phenolics to the antioxidant potential of fruit juices. **Food Chemistry**, v. 68, p. 471-474, 2000.

GENÚ, P.J.; PINTO, A.C.Q. **A cultura da mangueira**. Brasília: Embrapa Informação tecnológica, 2002. 454p.

GLIESSMAN, S.R. **Agroecologia**. Processos ecológicos em agricultura sustentável. Tradução de Maria J. Guazzelli. Porto Alegre, RS: Universidade/UFRGS, 2000. 653 p.

GODOY, H.T.; RODRIGUEZ-AMAYA, D.B. Carotenoid composition of commercial mangoes from Brazil. **Lebensmittel-Wissenschaft and Technologie**, v. 22, p. 100–103, 1989.

GOFUR, M.A., SHAFIQUE, M.Z., HELALI-°H., IBRAHIM, M., RAHMAN, M.M., HAKIM, A Effect of various factors on the vitamin C (ascorbic acid) content of some mango varieties grown in Rajshahi region. **Bangladesh Journal of Scientific and Industrial Research**, v. 29, n.3, p. 163-171, 1994.

GOMES, R.P. **Fruticultura Brasileira**. 12. ed. São Paulo: Nobel, 1972, 446p.

GOODWIN, T.W. **The biochemistry of carotenoids**. Vol1: *Plants*. Chapman & Hall (Eds). New York: p. 1-377, 1980.

GUTTERIDGE, J.M.C.; HALLIWELL, B. **Antioxidants in Nutrition, Health and Disease**. Oxford University Press: Oxford, 1994, 143p.

HALLIWELL, B. Free radicals and antioxidants: a personal view. **Nutrition Reviews**, v. 52, n. 8, p. 253-265, 1994.

HALLIWELL, B. Free radicals and other reactive species in disease. IN: **Encyclopedia of Life Sciences**. Nature Publishing Group, p. 1-7, 2001.

HARBONE, J.B. **Phytochemical methods**: A guide to modern techniques of plant analysis. 2. ed. London: Chapman and Hall, p. 55-136, 1984.

HARBORN, J.B. **General procedures and measurements of total phenolics**. Plant phenolics. London:Academic Press. (Metods in plants biochemistry series, v. 1). p. 1-28. 1989.

HARBORNE, J.B.; WILLIAMS, C.A. Advances in flavonoid research since 1992. **Phytochemistry**, v. 52, p. 481-504, 2000.

HARBORNE, J.B. **The flavonoids**: advances in research since 1986. London: Chapman & Hall. 1994. 676 p.

HEIN, M. Perspectivas do mercado de frutas orgânicas para exportação. **Agroecologia Hoje**, v. 2, n. 9, p. 25-26, 2001.

HEO, H.J.; LEE, C.Y. Strawberry and its anthocyanins reduce oxidative stress-induced apoptosis in PC12 cells. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 53, p. 1984–1989, 2005.

HERTOG, M.G.L.; SWEETNAM, P.M.; FEHILY, A.M.; ELWOOD, P.C.; KROMHOUT, D. Antioxidant flavonols and ischaemic heart disease in a Welsh population of men. The Caerphilly study. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 65, p. 1489-1494, 1997.

HERTOG, M.G.L.; HOLLMAN, P.C.H.; KATAN, M.B. Content of potentially anticarcinogenic flavonoids of 28 vegetables and 9 fruits commonly consumed in the Netherlands. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 40, p. 2379–2383, 1992.

HEYES, J.; BYCROFT, B. **Handling and processing of organic fruits and vegetables in developing countries**. FAO, 2002. Disponível em: <http://www.fao.org>. Acesso em: 07 maio 2008.

HOBELINK, H. **Biotechnologia Muito além da Revolução Verde**. Porto Alegre, 1990, 196p.

HOLLMAN, P.C.H.; KATAN, M.B. Dietary flavonoids: intake, health effects and bioavailability. **Food Chemistry Toxicology** v. 37, n. 9/10, p. 937-942, 1999.

HOLLMAN, P.C.H.; HERTOG, M.G.L.; KATAN, M.B. Analysis and health effects of flavonoids. **Food Chemistry** v. 57, n. 1, p. 43–46, 1996.

HOWARD, A. **Un Testamento Agrícola**. Santiago de Chile: Imprenta Universitaria, 1946. 237 p.

HUANG, D.; OU, B.; PRIOR, R.L. The chemistry behind antioxidant capacity assays. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 53, p. 1841-1856, 2005.

IBD – INSTITUTO BIODINÂMICO. **O Brasil é o País do Ano na Maior Feira de Orgânicos do Mundo**. 2005. Disponível em:< http://www.ibd.com.br/News_Detalhe.asp>. Acesso em jan. 2009.

IBD – INSTITUTO BIODINÂMICO. **A Agricultura Orgânica no Brasil**. 2007. Disponível em:<http://www.ibd.com.br/News_Detalhe.aspx?idnews=4> . Acesso em jan. 2009.

IBD – INSTITUTO BIODINÂMICO. **Clientes certificados**. 2009. Disponível em:<http://www.ibd.com.br/ClientCert_Default.aspx> . Acesso em jan. 2009.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Agropecuário**: banco de dados, 2006. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em: 20 ago. 2008

IFOAM. INTERNATIONAL FEDERATION OF ORGANIC AGRICULTURAL MOVEMENTS. **Basic standards for organic production and processing**. In: IFOAM General Assembly. Argentina, 1998.

ISHIGE, K., SCHUBERT, D., SAGARA, Y. Flavonoids protect neuronal cells from oxidative stress by three distinct mechanisms. **Free Radical Biology and Medicine**, v. 30, p. 433-446, 2001.

ISHIKAWA, T.; SUZUKAWA, M.; ITO, T.; YOSHIDA, H.; AYAORI, M.; NISHIWAKI, M.; YONEMURA, A.; HARA, Y.; NAKAMURA, H. . Effect of tea flavonoid supplementation on the susceptibility of lowdensity lipoprotein to oxidative modification. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 66, p. 261–266, 1997.

JAVANMARDI, J., KHALIGHI, A., KASHI, A., BAIS, H. P., & VIVANIO, J. M. Chemical characterization of basil (*Ocimum basilium* L.) found in local accessions and used in traditional medicines in Iran. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v. 50, p. 5878-5883, 2002.

JHA, S.N.; KINGSLY, A.R.P.; CHOPRA, S. Physical and mechanical properties of mango during growth and storage for determination of maturity. **Journal of Food Engineering**, v. 72, n. 1, p. 73-76, 2006.

KARAM, K. **Agricultura orgânica**: estratégia para uma nova ruralidade na região metropolitana e Curitiba. Paraná. Curitiba, UFPR, Doutorado em Meio Ambiente e Desenvolvimento. 2001.

KATSUBE N, KEIKO I, TSUSHIDA T, YAMAKI K, KOBORI M. Induction of apoptosis in cancer cells by bilberry (*Vaccinium myrtillus*) and the anthocyanins. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v. 51, p. 68-75, 2003.

KIM, Y.; BRECHT, J.K.; TALCOTT, S.T. Antioxidant phytochemical and fruit quality changes in (*Mangifera indica* L.) following hot water immersion and controlled atmosphere storage. **Food Chemistry**, v. 105, p. 1327–1334, 2007.

KIM, D. O.; JEONG, S. W.; LEE, C. Y. Antioxidant capacity of phenolic phytochemicals from various cultivars of plums. **Food Chemistry**, v. 81, p. 321-326, 2003.

KRAMOL, P.; THONG-NGAM, K.; GYPMANTASIRI, P.; DAVIES, W. Challenges in developing pesticide-free and organic vegetable markets and farming systems for smallholder farmers in North Thailand. **Acta Horticulturae**, v. 699, p. 243–251, 2006.

KRIS-ETHERTON, P.M.; HECKER, K.D.; BONANOME, A.; COVAL,N S.M.; BINKOSKI A. E.; HILPERT, K. F. Bioactive compounds in foods: their role in the prevention of cardiovascular disease and cancer. **American Journal of Medicine**, v. 113, p. 71–81, 2002.

KRINSKY, N.I.; DUNASTABLE, J.A. (Eds.). Carotenoids in human health. **Annals of the New York Academy of Sciences**, v. 691, p. 20-23, 1993.

KRISTAL, A.R. Vitamin A, retinoids and carotenoids as chemopreventive agents for prostate cancer. **The Journal of Urology**, v. 171, p. 54-58, 2004.

LARINI, L. **Toxicologia dos praguicidas**. São Paulo: Manole, 1999. 230p.

LARINI, L. **Toxicologia**. 3.ed. São Paulo: Manole, 1997. 301p.

LEE, S.J.; UMANO, K.; SHIBAMOTO, T.; LEE, K.G. Identification of volatile components in basil (*Ocimum basilicum* L.) and thyme leaves (*Thymus vulgaris* L.) and their antioxidant properties. **Food Chemistry**, v. 91, n. 1, p. 131-137, 2005.

LEE, S.K.; KADER, A. A Preharvest and postharvest factors influencing vitamin C content of horticultural crops. **Postharvest Biology and Technology**, v. 20, p. 207–220, 2000.

LIAO, S.; KAO, Y.H.; HIIPAKKA, R.A. Green tea: biochemical and biological basis for health benefits. **Vitamins and Hormones**, v. 62, p. 1-94, 2001.

LIEBMAN, M. **Sistemas de policultivos**. In: CURSO DE AUTOFORMACIÓN A DISTÂNCIA. Chile: Centro de Educacion y Tecnologia, 1996. p. 125-133. (Módulo II: Desarrollo Rural Humano y Agroecologico).

LIU, P. **World markets for organic citrus and citrus juices**: current market situation and medium-term prospects. FAO, 2003. Disponível em: <http://www.fao.org>.. Acesso em: 08 out. 2008.

LU, Y.; YEAP-FOO, L. Poliphenolics of Salvia – a review. **Phytochemistry**, v. 59, p. 117-140, 2002.

LUPULESCU, A. The role of vitamins A, b-carotene, E and C in cancer cell biology. **International Journal for Vitamin and Nutrition Research**, v. 63, n. 3, p. 3-14, 1993.

MALDONADO-ROBLEDO, G.; RODRIGUEZ-BUSTAMANTE, E.; SANCHEZ-CONTRERAS, A.; RODRIGUEZ-SANOJA, R.; SANCHEZ, S. Production of tobacco aroma from lutein. Specific role of the microorganisms involved in the process. **Applied Microbiology and Biotechnology**, v. 62, p. 484-488, 2003.

MALUCHE-BARETTA, C.R.D.; KLAUNBERG-FILHO, O.; AMARANTE, C.V.T.; RIBEIRO, G.M.; ALMEIDA, D. Atributos microbianos e químicos do solo em sistemas de produção convencional e orgânico de maçãs no estado de Santa Catarina. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v. 31, p. 655-665, 2007.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Programa de desenvolvimento da agricultura orgânica – PROORGÂNICO. **Exportação e Situação da Produção Orgânica, 2006 a 2008**. Publicado em 12 dez 2008. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/>>. Acesso em 10 jan. 2009.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Política Agrícola – SPA. **Cadeia Produtiva de Produtos Orgânicos**. SÉRIE AGRONEGÓCIOS. Vol. 5. Coordenadores: BUAINAIN, A. M.; BATALHA, M. O. jan. 2007.

MAPURUNGA, L. de F. **Análise da Sustentabilidade da Agricultura Orgânica**: um Estudo de Caso. 2000. 132 f. Dissertação. (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente). UFC, Fortaleza-CE.

MARANCA, G. Manga. IN: MARANCA, G. **Fruticultura Comercial: Manga e Abacate**. 3. ed. Sao Paulo: Editora Livraria Nobel, p. 13-61, 1978.

MARCUS, R.; COULSTON, A.M. Vitaminas hidrossolúveis. IN: GILMAN, A.G.; ROLL, T.W.; NIES, A.S. **As bases farmacológicas da terapêutica**. 8.ed. Rio de Janeiro: Guanabara, p.1017-1032, 1991.

MARINI, D., COSTA; M.S.S.M.; COSTA; L.M.; CASTOLDI, G.; PIVETTA, L.; SOUZA, J.; GOBBI, F. Evaluation of seedling development of lettuce with biodynamic preparation use. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 2, n. 2, p. 1560-1563, 2007.

MAROUELLI, R.P.; BEEKMAN, G.B. **O Desenvolvimento Sustentável da Agricultura no Cerrado Brasileiro**. Brasília, 64p. ISEA-FGV/ECOBUSINESS SCHOOL. 2003.

MASIBO, M.; HE, Q. Major Mango Polyphenols and Their Potential Significance to Human Health. **Comprehensive Reviews In Food Science And Food Safety**, v. 7, p. 309-319, 2008.

MATOS, A.P. **Manga** - Produção: aspectos técnicos. Brasília: Embrapa - Comunicação para Transferência de Tecnologia, 2000. 63p.

MAZZOLENI, E.M.; NOGUEIRA, J.M. Agricultura orgânica: características básicas do seu produtor. **RER**, v. 44, n. 2, p. 263-293, 2006.

MEDLICOTT, A.P.; REYNOLDS, S.B.; THOMPSON, A.K. Effects of temperature on the ripening of mango fruit (*Mangifera indica* L.) var. "Tommy atkins". **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 37, n. 5, p. 469-474, 1986.

MEIRELLES, L. Produção e comercialização de hortaliças orgânicas. **Horticultura Brasileira**, v. 15, p. 205-210, 1997.

MENDEL, S.; YODIM, M.B. Catechin polyphenols: neurodegeneration and neuroprotection in neurodegenerative diseases. **Free Radical Biology and Medicine**, v. 37, p. 304-317, 2004.

MERCADANTE, A.Z.; RODRÍGUEZ-AMAYA, D.B.; BRITTON, G. HPLC and mass spectrometric analysis of carotenoids from mango. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v. 45, p. 120–123, 1997.

MERCADANTE, A.Z.; RODRÍGUEZ-AMAYA, D.B. Effects of ripening, cultivar differences and processing on the carotenoid composition of mango. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v. 46, p. 128–130, 1998.

MERKEN, H.M.; BEECHER, G.R. Measurement of food flavonoids by high-performance liquid chromatography: a review. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v. 48, n. 3, p. 577-599, 2000.

MEURER, E.J.; BISSANI, C.A.; SELBACH, P.A. Poluentes do solo e do ambiente. IN: MEURER, E.J. **Fundamentos de química do solo**. Porto Alegre: Genesis, p. 151-167, 2000.

MIELNICZUK, J. *et al.* Manejo de solo e culturas e sua relação com os estoques de carbono e nitrogênio do solo. IN: CURI, N. *et al* (eds.) **Tópicos em ciência do solo**, v.3. p. 209-248, 2003.

MITRA, S.K. **Postharvest physiology and storage of tropical and subtropical fruits**. London: CAB International, p. 145-165, 1997.

MONTECINOS, C. La modernización agrícola: Análisis de su evolución. In: CURSO DE AUTOFORMACIÓN A DISTÂNCIA. Chile: Centro de Educacion y Tecnologia, 1996. p. 11-22. (Módulo I: Desarrollo Rural Humano y Agroecologico).

MOONEY, R.R. **O escândalo das sementes**: o domínio na produção de alimentos. Trad. Adilson D. Paschoal. São Paulo: Nobel, 1987, 146p.

NACZK, M.; SHAHIDI, F. Extraction and analysis of phenolics in food. **Journal of Chromatography A**, v. 1054, n. ½, p. 95-111, 2004.

NAWAR, W.W. Lipids. IN: FENNEMA, O.R. **Food Chemistry**. 3.ed. New York: Marcel Dekker, v. 76, p. 225-319, 1996.

NESS, A.R.; POWLES, J.W. Fruit and vegetables, and cardiovascular disease: a review. **International Journal of Epidemiology**, v.26, n.1, p.1-13, 1997.

NORTHBOURNE, W.E.C.J. **Look to the Land**. Sophia Perennis Books, 128 p. 1940.

ODIN, A.P. Vitamins as antimutagens: advantages and some possible mechanisms of antimutagenic action. **Mutation Research**, v. 386, n. 1, p. 39-67, 1997.

OJOKOH, A.O. Effect of fermentation on the chemical composition of mango (*Mangifera indica* L.) peels. **African Journal of Biotechnology**, v. 6, n. 16, p. 1979-1981, 2007.

ORNELAS-PAZ, J.; DE, J.; YAHIA, E.M.; GARDEA, A. Identification and quantification of xanthophyll esters, carotenes and tocopherols in the fruit of seven Mexican mango cultivars by liquid chromatography-APCI+-time-of-flight mass spectrometry. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v. 5, p. 6628–6635, 2007.

PACKER, L.; HIRAMATSU, M.; YOSHIKAWA, T. **Antioxidant food supplements in human health**. Orlando: Academic Press, p. 183-269, 1999.

PADH, H. Vitamin C: never insights into its biochemical functions. **Nutrition Reviews**, v. 49, n. 3, p. 65-70, 1991.

PAULING, L. **Como viver mais e melhor: o que os médicos não dizem sobre sua saúde**. 4.ed. São Paulo: Best Seller, 1988. 400p.

PAULUS, G.; MULLER, A.M.; BARCELLOS, L.A.R. **Agroecologia aplicada: praticas e métodos para uma agricultura de base ecológica**. Porto Alegre: EMATER/RS, 2000, 141p.

PAULUS, G.; SCHLINDWEIN, S.L. Agricultura sustentável ou (re)construção do significado de agricultura? **Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável**, v. 2, n. 3, p. 44-52, 2001.

PELEGRINE, D.H.; SILVA, F.C.; GASPARETTO, C.A. Rheological behaviour of pineapple and mango pulps. **Lebensmittel-Wissenschaft U-Technologie**, v. 35, p. 645-648, 2002.

PELINSKIL, A.; GUERREIRO, E. Advantages of organic agriculture as compared to conventional agriculture: emphasis on selected products. **Ciências Humaas, Ciências Sociais Aplicadas**, v. 12, n. 2, p. 49-72, 2004.

PÉREZ, N.C.; POZO, E.N. **El problema de las plagas**. In: CURSO DE AUTOFORMACIÓN A DISTÂNCIA. Chile: Centro de Educacion y Tecnologia, 1996. p. 159- 166. (Módulo II: Desarrollo Rural Humano y Agroecologico).

PETERSEN, P.; TARDIN, J. M.; MAROCHI, F. **Tradição (agri) cultura e inovação agroecológica**. Sao Paulo: Editora Gráfica Popular, 2002, 17p.

PFITSCHER, E.D. **Novas tendências de sustentabilidade das pequenas propriedades rurais com a agricultura biodinâmica**. Florianópolis: UFSC, 2001, 153p.

PIMENTEL, C.V.M.B.; FRANCKI, V.M., GOLLÜCKE, A.P.B. **Alimentos funcionais: introdução às principais substâncias bioativas em alimentos**. São Paulo: Varela, 2005, 95p.

PINTO, A.C.Q. A produção, o consumo e a qualidade da manga no brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 24, n. 3, p. 597-598, 2002.

POMPELLA, A. Biochemistry and histochemistry of oxidant stress and lipid peroxidation. **International Journal of Vitamin and Nutrition Research**, v. 67, n. 5, p. 289-297, 1997.

POTT, I. *et al* Quantitative determination of β -carotene stereoisomers in fresh, dried, and solar-dried mango (*Mangifera indica* L.). **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v. 51, p. 4527–4531. 2003a.

POTT, I.; BREITHAUPT, D.E.; CARLE, R. Detection of unusual carotenoid esters in fresh mango (*Mangifera indica* L. Cv. Kent). **Phytochemistry**, v. 64, p. 825–829, 2003b.

PRABHA, T.N.; PATWARDHAN, M.V. Endogenously oxidizable polyphenols of mango, sapota and banana. **Acta Alimentaria**, v. 15, p. 123–128, 1986.

RAMALHO, V.C.; JORGE, N. Antioxidantes utilizados em óleos, gorduras e alimentos gordurosos. **Química Nova**, v. 29, n. 4, p. 755-760, 2006.

RASMUSSEN, P.E.; ALBRECHT, S.L.; SMILEY, R.W. Soil C and N changes under tillage and cropping systems in semi-arid pacific northwest agriculture. **Soil and Till. Research**, v. 47, p. 197-205, 1998.

REGANOLD, J.P.; GLOVER, J.D.; ANDREWS, P.K. Systematic method for rating soil quality of conventional, organic, and integrated apple orchards in Washington State. **Agriculture Ecosystems Environment**, v. 80, p. 29-45, 2000.

RISCH, S.J.; ANDOW, D.; ALTIERI, M.A. Agroecosystem diversity and pest control, data, tentative conclusions and new research directions. **Environmental Entomology**, v. 12, p. 625-629, 1983.

RODRIGUEZ-AMAYA, D.B. **Nature and distribution of carotenoids in foods**. Curso Latinoamericano de Carotenóides em Alimentos. Campinas: Faculdade de Engenharia de Alimentos, 1993, p.547-589.

RODRIGUEZ-AMAYA, D.B. Assessment of the provitamin A contents of foods - The Brazilian experience. **Journal of Food Composition and Analysis**, Blacksburg, Virginia, v. 9, n. 3, p. 196-230, 1997.

ROSS, J.A.; KASUM, C.M. Dietary flavonoids: bioavailability, metabolic effects and safety. **Annual Review of Nutrition**, v. 22, p. 19-34, 2003.

SACHS, I. **Ecodesenvolvimento: Crescer sem destruir**. Sao Paulo: Edições vértices, 1986, 208p.

SALEH, N.A.M.; EL-ANSARI, M.A.I. Polyphenolics of twenty local varieties of *Mangifera indica*. **Planta Medica**, v. 28, p. 124–130, 1975.

SALUNKE, D.K.; DESAI, B.B. **Postharvest biotechnology of fruits**. Boca Raton: CRC Press, 1984. v. 1, 168 p.

SANCHEZ-MORENO, C.; LAURRAURI, J. A.; SAURA –CALIXTO, F. A. A procedure to measure the antiradical efficiency of polyphenols. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 76, p. 270-276, 1998.

SANTOS, R.H.S.; MENDONÇA, E.S. de. Agricultura Natural, Orgânica, Biodinâmica e Agroecologia. **Informe Agropecuário**, v. 22, n. 212, p. 5-8, 2001.

SANTOS, G.C.; MONTEIRO, M. Sistema orgânico de produção de alimentos. **Alimentos e Nutrição**, v. 15, n. 1, p. 73-86, 2004.

SANTOS-BUELGA, C.; SCALBERT, A. Proanthocyanidins and tannin-like compounds: nature, occurrence, dietary intake and effects on nutrition and health. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 80, p. 1094–1117, 2000.

SCARTEZZINI, P., SPERONI, E. Review on some plants of Indian traditional medicine with antioxidant activity. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 71, p. 23–43, 2000.

SCHIEBER, A.; ULRICH, W.; CARLE, R. Characterization of polyphenols in mango puree concentrate by HPLC with diode array and mass spectrometric detection. **Food Science and Emerging Technologies**, v. 1, p. 161–166, 2000.

SCHMIDT, G.; JASPER, U. **Agrarwende: oder die zukunft userer rnahrung**. München: Beck, 2001.

SECRETARIA DE AGRICULTURA – SEAGRI. **Fruticultura**. 2004. Disponível em URL: < <http://www.seagri.ba.gov.br/agrosintese>>. Acesso em 14 de janeiro de 2009.

SHAHIDI, F.; NACZK, M. **Food phenolics: sources, chemistry, effects and applications**. Lancaster: Technomic, 1995, 331p.

SHAHIDI, F.; JANITHA, P. K.; WANASUNDARA, P.D. Phenolic antioxidants. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 32, n. 1, p. 67-103, 1992.

SIES, H. Strategies of antioxidant defense. **European Journal of Biochemical**, v. 215, p. 213-219, 1993.

SILVA, A.C. Botânica da mangueira. IN.: SÃO JOSÉ, A. R. *et al.* **Manga: tecnologia da produção e mercado**. Vitória da Conquista – Ba: DZF/UESB, p. 7-15, 1996.

SILVA, E.L.; MARTINELLO, F.; SCHARF, E.; LUCA D.L., AMORIN G.; CORRADI, L.; MARTINS, T.M. Avaliação da interferência do ácido ascórbico nas reações para a detecção de glicose e hemoglobina urinárias. **Revista Brasileira de Análises Clínicas**, v. 32, n. 1, p. 15-20, 2000.

SILVA, S.R.; MERCADANTE, A.Z. Composição de carotenóides de maracujáamarelo (*Passiflora edulis* var. *flavicarpa*) *In Natura*. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 22, n. 3, p. 254-258, 2002.

SIMÃO, S. **Manual de fruticultura**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1971. 530 p. (Biblioteca Agronômica Ceres).

SINGH, L.B. **The Mango: botany, cultivation and utilization**. London, World Crops Books, Leonard Hill (Books), 1960. 438 p.

SOUZA, A.P. de O.; ALCANTARA, R.L. C. **Produtos orgânicos: um estudo exploratório sobre as possibilidades do Brasil no mundo**, 2003. Disponível em: <www.planetaorganico.com.br/trabAnaPaula.htm>. Acesso em 02/03/2008.

STANHILL, G. The comparative productivity of organic agriculture. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 30, p. 1-26, 1990.

STEINER, R. **Fundamentos da Agricultura Biodinâmica**. 3. ed. São Paulo: Editora Antroposofica, 2001, 235p.

STEINER, R. **Spiritual Foundations for the Renewal of Agriculture: A Course of Lectures**. Bio-Dynamic Farming and Gardening Association, Kimberton, PA. 1993. 310 p.

STOCLET, J.C.; CHATAIGNEAU, T.; NDIAYE, M.; OAK, M.H.; BEDOUI, J. E.; CHATAIGNEAU, M.; SCHINI-KERTH, V.B. Vascular protection by dietary polyphenols. **European Journal of Pharmaceutical Sciences**, v. 500, p. 299-313, 2004.

SU, Q.; ROWLEY, K.G.; BALAZS, N.D.H. Carotenoids: separation methods applicable to biological samples. **Journal Chromatography, B: Anal. Technol. Biomed. Life Sci.**, v. 781, p. 393-418, 2002.

THARANATHAN, R.N.; YASHODA, H.M.; PRABHA, T.N. Mango (*Mangifera indica* L.), "The king of fruits" - An overview. **Food Reviews International**, v. 22, n. 2, p. 95-123, 2006.

TIENSIN, T. *et al.* Highly pathogenic avian influenza H5N1, Thailand, 2004. **Emerging Infectious Diseases**, v. 11, p. 1664-1672, 2005.

TOREZAN, G.A.P. **Tratamento enzimático em suco de manga (*Mangifera indica* L. cv. Keitt) para redução dos teores de sacarose e glicose e obtenção de geléia através de processo contínuo.** Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos), Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). 2000, 158 p.

UENOJO, M.; MARÓSTICA J.R.; PASTORE, G.M. Carotenóides: propriedades, aplicações e biotransformação para formação de compostos de aroma. **Química Nova**, v. 30, n. 3, p. 616-622, 2007.

USDA. Grupo de estudos sobre Agricultura Orgânica. **Relatório e recomendações sobre agricultura orgânica.** Brasília: CNPq/Coordenação Editorial, 1984. 128 p.

VALKONEN, M.; KUUSI, T. Vitamin C Prevents the Acute Atherogenic Effects of Passive Smoking. **Free Radical in Biology and Medicine**, v. 28, n. 3, p. 428-436, 2000.

VAN BRUGGEN, A.H.C. Plant disease severity in high-input compared to reduced-input and organic farming systems. **Plant Disease**, v. 79, p. 976-984, 1995.

VÁZQUEZ-CAICEDO, A.L.; NEIDHART, S.; CARLE, R. Postharvest ripening behavior of nine Thai mango cultivars and their suitability for industrial applications. **Acta Horticulture.**, v. 645, p. 617-625, 2004.

VÁZQUEZ-CAICEDO, A.L.; SRUAMSIRI, P.; CARLE, R.; NEIDHART, S. Accumulation of all-*trans*- β -carotene and its 9-*cis* and 13-*cis* stereoisomers during postharvest ripening of

nine Thai mango cultivars. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v. 53, p. 4827–4835, 2005.

VATTEM, D.A.; LIN, Y. T.; GHAEDIAN, R.; SHETTY, K. Cranberry synergies for dietary management of *Helicobacter pylori* infections. **Process Biochemical**, v. 40, p. 1583–1592, 2005

VINCI, G.; BOTRE, F.; MELE, G.; RUGGIERI, G. Ascorbic acid in exotic fruits: a liquid chromatographic investigation. **Food Chemistry**, v. 53, n. 2, p. 211–214, 1995.

WANG, J.; MAZZA, G. Effects of anthocyanins and other phenolic compounds on the production of tumor necrosis factor alpha in LPS/IFN-gamma-activated RAW 264.7 macrophages. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v. 50, p. 4183–4189, 2002.

WISEMAN, S., WATERHOUSE, A., KORVER, O. The health effects of tea and tea components: Opportunities for standardizing research methods. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 41, p. 387–412, 2001.

WINTHERHALTER, P.; ROUSEFF, R. Carotenoid-Derived Aroma Compounds. **American Chemical Society**: Washington D. C., cap. 1, 2002.

WISTINGHAUSEN, C. V.; SCHEIBE, W.; HEILMANN, H.; WISTINGHAUSEN, E. V.; KÖNING, U. J. **Manual para uso dos Preparados Biodinâmicos**. São Paulo Ed: Antroposófica; Botucatu, SP: Associação Brasileira de Agricultura Biodinâmica, 2000, 77 p.

YAMANAKA, N.; ODA, O.; NAGAO, S. Green tea catechins such as (+)-epicatechin and (–)-epigallocatechin accelerate Cu²⁺-induced low-density lipoprotein oxidation in propagation phase. **FEBS Letter**, v. 401, p. 230–234, 1997.

YAMANO, S.; ISHII, T.; NAKAGAWA, M.; IKENAGA, H.; MISAWA, N. Metabolic engineering for production of beta-carotene and lycopene in *Saccharomyces cerevisiae*. **Bioscience, Biotechnology and Biochemistry**, v. 58, p. 1112–1114, 1994.

YEH, C.T.; YEN G.C. Induction of apoptosis by the anthocyanidins through regulation of Bcl-2 gene and activation of c-jun n-terminal kinase cascade in hepatoma cells. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v. 53, p. 1740–1749, 2005.

YU, T-W.; ANDERSON, D. Reactive oxygen species-induced DNA damage and its modification: a chemical investigation. **Mutation Research**, v. 379, n. 2, p. 201-210, 1997.

CAPITULO II

Caracterização físico-química de manga procedentes de cultivos biodinâmico, orgânico e convencional em três estádios de maturação.

RESUMO

A manga (*Mangifera indica* L.) é uma fruta mundialmente conhecida, amplamente encontrada em regiões tropicais e subtropicais, e tem grande aceitação no Brasil. Além de ser saborosa e aromática, possui ainda elevado valor nutritivo quando comparada com outras frutas, assim como alto valor comercial em muitas regiões do mundo, em especial nas regiões tropicais. Esta fruta é amplamente produzida no Brasil, sendo a Bahia o maior produtor nacional. Neste trabalho, foram realizadas análises físico-químicas para a caracterização de frutos de mangueira em diferentes estádios de maturação cultivadas nos sistemas biodinâmico, orgânico e convencional. As amostras foram coletadas na região da Chapada Diamantina – BA. As mangas foram classificadas em verdes, “de vez” ou maduras de acordo com suas propriedades físicas e análises de sólidos solúveis totais (SST) e acidez total titulável (ATT). Os frutos analisados apresentaram diferenças significativas na maioria dos parâmetros analisados. Os frutos orgânicos tiveram os maiores teores de SST, relação SST/ATT, pH e açúcares totais e redutores, enquanto que as biodinâmicas foram superiores em ATT, cinzas e lipídios. As mangas convencionais apresentaram maior conteúdo de umidade e proteínas.

Palavras-chave: manga, composição química, agricultura biodinâmica e orgânica.

1 – INTRODUÇÃO

A mangueira é originária do Sul da Ásia, mais especificamente da Índia, onde existem mais de mil variedades, e tem sido cultivada por mais de quatro mil anos, no Arquipélago Malaio, de onde se espalhou para outras partes do mundo (ANILA e VIJAYALAKSHMI, 2003). A manga é uma fruta dicotiledônea, pertencente à ordem Rutales, à família Anacardiaceae, ao gênero *Mangifera* e à espécie *Mangifera indica* L. (SINGH, 1960).

O Brasil é o nono produtor deste fruto, com uma participação de 3,4% no volume total ofertado e com uma produção anual de cerca de 820 mil toneladas (FAO, 2004). A região Nordeste é a principal produtora, e a Bahia é o estado com maior produção nacional (IBGE, 2006). Em relação às exportações, o Brasil é o segundo colocado, ficando atrás apenas do México (EMBRAPA, 2003). Entre 2006 e 2008 foram produzidas 790 toneladas de mangas orgânicas, e as exportações geraram dividendos de US\$ 680 mil (MAPA, 2008). Não há dados oficiais sobre a produção e comercialização de mangas produzidas pelo sistema biodinâmico.

A manga é conhecida pelo seu forte aroma, coloração intensa das cascas, sabor e alto valor nutritivo. A composição química da manga varia com o local de cultivo, variedade e estágio de maturação. O processo de amadurecimento dos frutos envolve uma série de alterações fisiológicas, bioquímicas e organolépticas que conduzem ao desenvolvimento de frutos maduros com qualidades desejáveis (THARANATHAN *et al.*, 2006). Concordante com a maioria dos frutos, a manga é composta principalmente de água e carboidratos, com pequeno conteúdo de proteína e gordura (BELLO-PEREZ *et al.*, 2005).

A manga contém aminoácidos, carboidratos, fibras, ácidos graxos, minerais, ácidos orgânicos, proteínas, vitaminas e pigmentos (CARDELLO; CARDELLO, 1998). Durante o amadurecimento, ocorre o amolecimento da polpa, que está associado ao aumento da solubilidade das pectinas que compõem a parede celular. Observa-se ainda um aumento na liberação das substâncias voláteis, que conferem o odor característico da manga, e o aumento no conteúdo de lipídios (MITRA, 1997).

Devido à grande preocupação com a qualidade dos alimentos consumidos e com o meio-ambiente, a agricultura convencional, dependente de mecanização, insumos químicos, agrotóxicos e praguicidas, passou a ser questionada, e algumas práticas agrícolas naturais ou ecológicas foram incentivadas. A agricultura orgânica tem conquistado uma fatia crescente do mercado por causa da busca por um estilo de vida saudável e livre de agrotóxicos. A produção biodinâmica vem crescendo no país, mas o consumo ainda é incipiente, sendo quase que totalmente exportada para o mercado europeu.

A agricultura orgânica fundamenta-se em princípios agroecológicos e de conservação de recursos naturais. As práticas monoculturais apoiadas no uso intensivo de fertilizantes sintéticos e de agrotóxicos da agricultura convencional são substituídas na agricultura orgânica pela rotação de culturas, diversificação, uso de bordaduras, consórcios, entre outras práticas (USDA, 1984; MONTECINOS, 1996; PÉREZ; POZO, 1996). No período que compreende entre 2000 a 2003, o mercado mundial de produtos orgânicos apresentou crescimento de aproximadamente 55%, ultrapassando US\$24 milhões. O Brasil já é o quinto país em extensão de área de produção de orgânicos (DULLEY; TOLEDO, 2004).

A agricultura biodinâmica possui uma base comum com as demais formas de produção orgânicas no que diz respeito à diversificação e integração das explorações vegetais, animais e florestais, à adoção de esquemas de reciclagem de resíduos vegetais e animais e ao uso de nutrientes de baixa solubilidade e concentração (DAROLT, 2002), e é uma das alternativas de produção que consiste em melhorar o aproveitamento dos recursos energéticos disponíveis. A propriedade agrícola é vista como um organismo, onde se tem a integração de todas as atividades (SANTOS; MENDONÇA, 2001). A agricultura biodinâmica propriamente dita consiste numa concepção da atividade agrícola, com o uso de preparados biodinâmicos e ciclos astronômicos (CORREA-RICKLI, 1986). Estes preparados são feitos a partir de ervas e substâncias vegetais e órgãos animais (WISTINGHAUSEN *et al.*, 2000).

Alguns estudos realizados com vegetais orgânicos demonstraram variação na composição química. Ensaios realizados durante dez anos, concluídos recentemente nos EUA,

mostraram que tomates orgânicos continham teores significativamente mais altos de flavonóides. Pimentões cultivados no sistema orgânico continham mais fenóis e carotenóides. São raros os estudos comparando as características bromatológicas de vegetais biodinâmicos com convencionais ou orgânicos.

Este trabalho tem como objetivo analisar, através de parâmetros físico-químicos, frutos de mangueira provenientes de três diferentes sistemas de cultivo – Biodinâmico, Orgânico e Convencional - produzidos na região da Chapada Diamantina no município de Piatã-BA, na safra 2008.

2 - MATERIAL E MÉTODOS

2.1 – Amostras

Foram analisados 36 frutos de mangueira (*Mangifera indica* cv. Tommy Atkins) de cada sistema de cultivo, sendo 12 de cada estágio de maturação, a saber: verde, “de vez” e maduro. Os frutos foram coletados na região da Chapada Diamantina, no município de Piatã – BA. Essa região foi escolhida por ser produtora de mangas nos diversos sistemas de cultivo - biodinâmico e orgânico, certificados, e convencional.

2.1.1- Preparo das amostras

As frutas foram lavadas com detergente apropriado e água potável, secas e descascadas para a separação da polpa. Após homogeneização, a polpa foi armazenada, em recipientes hermeticamente fechados, e levadas a congelamento em temperatura de -18°C até o momento da realização das análises.

2.2 - Caracterização físico-química da fruta

Todas as análises de caracterização físico-química dos frutos foram realizadas em triplicata, e os resultados foram determinados pela média e desvio-padrão das doze amostras de cada estágio de maturação para cada sistema de cultivo.

2.2.1 - Determinação do potencial hidrogeniônico (pH)

A leitura do pH foi realizada em potenciômetro segundo o método da AOAC (1997).

2.2.2 – Acidez total titulável (ATT)

A acidez total titulável foi determinada através da metodologia estabelecida pela AOAC (1997), fazendo a titulação do filtrado com NaOH a 0,1 N. Os resultados foram expressos em mg de ácido cítrico.100g⁻¹.

2.2.3 - Sólidos solúveis totais (SST)

A determinação do teor de sólidos solúveis totais foi realizada utilizando-se refratômetro manual modelo 211, de acordo com a metodologia preconizada por Brasil (2005), sendo as leituras posteriormente corrigidas, utilizando-se a tabela de correção à temperatura de 25°C. Os resultados foram expressos em °Brix.

2.2.4 – Relação SST/ATT

A relação foi determinada pelo quociente entre as duas características.

2.2.5 – Açúcares totais e redutores

Os açúcares totais e redutores foram extraídos e determinados de acordo com os métodos físico-químicos para a análise de alimentos (BRASIL, 2005).

2.2.6 – Cinzas

O teor de cinzas foi determinado de acordo com o método da AOAC (1997), usando forno mufla a 550°C.

2.2.7 – Umidade

O teor de umidade foi determinado por gravimetria, utilizando estufa com circulação de ar a 105°C até peso constante da amostra (AOAC, 1997).

2.2.8 – Proteínas

A determinação de proteínas foi realizada através do método Kjeldahl clássico, segundo AOAC (1997).

2.2.9 – Lipídios

A determinação de lipídios foi feita de acordo com o método de extração direta em Soxhlet (AOAC, 1997).

2.3 - Análise estatística

Foram realizados Testes de Normalidade para verificar se os dados seguiam Distribuição Gaussiana. O teste utilizado foi o de Anderson-Darling. Nos casos em que os dados tinham Distribuição Normal, foi feita a Análise de Variância (ANOVA) para verificar se existia diferença entre as médias dos tratamentos. Quando existia diferença entre as médias, foi realizado o Teste de Tukey (BARBIN, 2003). Entretanto, ao constatar que os dados não seguiam uma distribuição normal, utilizou-se o Teste de Kruskal-Wallis. Na existência de diferença entre grupos, foi feito um teste de comparações múltiplas não paramétricas (SIEGEL; CASTELLAN, 2006). Em todos os testes foi adotado o nível de 5% de

significância. Foi utilizado o software MINITAB® 14 para a realização das análises estatísticas.

3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os frutos coletados foram classificados em verdes, de vez e maduros pelas suas características físicas, usando os parâmetros indicados na Tabela 1. Imediatamente foram despulpados e submetidos às análises de sólidos solúveis totais, pH e acidez total.

Tabela 1: Estádios de maturação definidos em função das características da casca e da polpa da manga “Tommy Atkins”.

Estádio de maturação	Características da casca e da polpa da manga
Verde	Casca verde; polpa de cor verde claro a amarela pálida e consistência firme.
De vez	Casca amarela; polpa de cor amarela clara e consistência levemente macia.
Maduro	Casca de cor amarela escura; com pontos escuros ou avermelhados, podendo apresentar sinais de enrugamento; polpa muito macia.

Dentre as análises realizadas logo após o recebimento e retirada da polpa dos frutos, os sólidos solúveis totais em °BRIX e a acidez total titulável (ATT) foram as mais expressivas para a confirmação da classificação dos estádios de maturação. Nos grupos analisados, em todos os resultados, não houve diferença significativa ao nível de 5% entre os estádios de maturação (Tabela 2).

Tabela 2: Valores médios com desvio padrão de pH, acidez total titulável (ácido cítrico.100 g⁻¹) de manga “Tommy Atkins” de diferentes sistemas de cultivo em diferentes estádios de maturação.

Sistema de cultivo	pH			Acidez total titulável (ATT)		
	Maturação dos frutos			Maturação dos frutos		
	Verde	De vez	Maduro	Verde	De vez	Maduro
Biodinâmico	3,51 ^{Aa} ±0,17	3,63 ^{Aa} ±0,14	4,12 ^{Ab} ±0,19	1,25 ^{Aa} ±0,50	1,01 ^{Ab} ±0,67	0,53 ^{Ac} ±0,45
Orgânico	3,62 ^{Aa} ±0,18	4,16 ^{Bb} ±0,08	4,31 ^{Bb} ±0,21	0,67 ^{Ba} ±0,35	0,35 ^{Bb} ±0,20	0,26 ^{Bc} ±0,18
Convencional	3,51 ^{Aa} ±0,08	3,50 ^{Aa} ±0,13	4,28 ^{ABb} ±0,21	0,82 ^{Ca} ±0,51	0,69 ^{Cb} ±0,43	0,46 ^{Cc} ±0,26

Letras maiúsculas iguais indicam que não há diferença significativa ($p>0,05$) entre os sistemas de cultivo (colunas). Letras minúsculas iguais indicam que não há diferença entre os estádios de maturação de um mesmo sistema de cultivo (linhas).

O pH não foi um bom indicador para a classificação do estágio de maturação de mangas. Todas as mangas apresentaram valores semelhantes e em pelo menos dois estádios de maturação em cada grupo não houve diferença significativa a 5%.

Em relação ao pH não houve diferença significativa entre as mangas verdes nos diferentes sistemas de cultivo. Para as mangas “de vez”, as orgânicas são estatisticamente diferentes das convencionais e biodinâmicas. Nos frutos maduros, os orgânicos se comportaram de maneira semelhante aos convencionais, e estes aos biodinâmicos. Os três sistemas de cultivo originaram frutos com diferença significativa de acidez total titulável em todo o processo de amadurecimento.

Os valores médios obtidos de pH são comparáveis com os encontrados por Bleinroth (1985), que pesquisou diversos cultivares de manga e encontrou valores na faixa 3,40 a 4,29, compatíveis com os encontrados neste trabalho. Rocha *et al.* (2001) encontraram valores de pH variando entre 3,23 a 4,51 para mangas Tommy Atkins em diferentes estádios de maturação.

As mangas orgânicas nos três graus de maturação foram as que apresentaram maiores valores de pH e menores de ATT. As mangas biodinâmicas são as mais ácidas, de acordo com a ATT. Com o decorrer da maturação dos frutos houve o aumento do pH e diminuição da ATT.

Entre os três sistemas de cultivo analisados neste trabalho, a acidez total titulável no estágio maduro é menor e estatisticamente diferente dos outros estágios de maturação. Segundo Bleinroth (1985), a faixa de valores encontrados para diversos cultivares de manga maduras varia de 0,30 a 1,10g de ácido cítrico.100 g⁻¹. Em vários cultivares de manga, a acidez titulável declina de 1,5g de ácido cítrico.100 g⁻¹, no estágio pré-climatérico, para menos de 0,4g de ácido cítrico.100 g⁻¹, no pós-climatérico (LIMA, 1997). O'Hare (1995), verificou que os teores de ATT também diminuíram conforme o amadurecimento dos frutos, de 1,3 para até 0,3g de ácido cítrico.100 g⁻¹.

Os ácidos orgânicos diminuem com o amadurecimento na maioria dos frutos, entre eles o ácido cítrico, predominante em mangas. Independente do sistema de cultivo, esse declínio da acidez ocorreu de forma acentuada. Este comportamento decorre do consumo dos ácidos orgânicos e de sua conversão em açúcares no processo respiratório. Gowda e Huddar (2001) encontraram em mangas indianas uma diminuição da acidez variando de 2,71 a 0,04g de ácido cítrico.100 g⁻¹. Durante o amadurecimento, há o desdobramento dos ácidos orgânicos na maioria das frutas, ocasionado pela conversão de moléculas insolúveis em moléculas solúveis, como açúcares solúveis, pectinas, sais e ácidos orgânicos (NEVES *et al.*, 2004).

Em morangos orgânicos, foram constatadas diferenças significativas no pH e ATT em relação ao convencional. Nestes frutos, o valor de pH foi superior (7,6%) e o de ATT foi inferior (5,2%) aos convencionais (KROLOW *et al.*, 2007). Rangel (2008), encontrou valores de pH estatisticamente iguais em sucos de limas convencionais e biodinâmicos. Para a acidez também não houve diferença significativa, apesar dos sucos de limas convencionais apresentarem valores superiores aos biodinâmicos.

Tabela 3: Valores médios com desvio padrão de sólidos solúveis totais em °BRIX e relação sólidos solúveis totais / acidez total titulável (SST/ATT) “Tommy Atkins” de diferentes sistemas de cultivo em diferentes estádios de maturação.

Sistema de cultivo	SST (°BRIX)			SST/ATT		
	Maturação dos frutos			Maturação dos frutos		
	Verde	De vez	Maduro	Verde	De vez	Maduro
Biodinâmico	10,01 ^{Aa} ±0,50	10,46 ^{Ab} ±0,49	11,55 ^{Ac} ±0,57	0,57 ^{Aa} ±0,04	0,73 ^{Ab} ±0,05	1,54 ^{Ac} ±0,15
Orgânico	11,00 ^{Ba} ±0,52	11,82 ^{Bb} ±0,32	12,45 ^{Bc} ±0,36	1,15 ^{Ba} ±0,07	2,37 ^{Bb} ±0,11	3,14 ^{Bc} ±0,19
Convencional	9,68 ^{Aa} ±0,48	10,00 ^{Cb} ±0,49	11,00 ^{Cc} ±0,53	0,83 ^{Ca} ±0,06	1,02 ^{Cb} ±0,08	1,68 ^{Cc} ±0,12

Letras maiúsculas iguais indicam que não há diferença significativa ($p>0,05$) entre os sistemas de cultivo (colunas). Letras minúsculas iguais indicam que não há diferença entre os estádios de maturação de um mesmo sistema de cultivo (linhas).

As mangas orgânicas apresentaram os maiores teores de SST, enquanto que as mangas convencionais obtiveram teores menores. Nos frutos verdes, a concentração de SST em mangas biodinâmicas e convencionas não diferiram estatisticamente. Nos outros estádios de maturação há diferença significativa de SST entre os três sistemas de cultivo e ocorre um aumento progressivo durante o processo de maturação.

O teor de SST ideal para manga varia entre 10% e 13%, podendo chegar até 18,5% ou mais (MEDLICOTT *et al.*, 1988). Evangelista (2000) também verificou aumento de SST durante o amadurecimento em mangas do mesmo cultivar, apresentando valores de 6,85 para 13,37°Brix. O teor de SST, por ocasião da colheita para manga ‘Tommy Atkins’, visando a exportação, deve variar entre 7% e 8% (SAÑUDO *et al.*, 1997). Neste trabalho, pode-se verificar que os teores de SST nas mangas verdes variaram de 9,68% a 11,0% e as mangas maduras de 11,0% a 12,45%. Os teores de SST variaram entre os estádios de maturação, com valores próximos aos encontrados por Jerônimo (2000) e; Sousa (2001).

Ficher e Almeida (2007) avaliaram frutos de maracujazeiro de sistema orgânico e convencional, e encontraram valores superiores de sólidos solúveis totais em frutos provenientes do sistema orgânico. Krolow *et al.* (2007), avaliando morangos orgânicos e convencionais, encontraram nos primeiros, valores superiores a 16,1% de SST e a 24,3% na

relação SST/ATT. Segundo Rangel (2008), a faixa de valores encontrados de sólidos solúveis totais para suco de lima ácida variou de 7,63°BRIX nos biodinâmicos a 8,42°BRIX nos convencionais.

Os SST são usados como indicadores de maturidade e também determinam a qualidade da fruta (VILAS-BOAS, 2004). O aumento dos SST pode estar relacionado à perda de água durante o amadurecimento da manga. Em frutas, existe uma relação entre o aumento do valor de pH e o início do decréscimo da ATT, e pode considerar esse momento como início da fase de amadurecimento dos frutos (LIMA, 2000).

A relação SST/ATT variou de 0,57 a 1,54 nas mangas biodinâmicas (verdes, de vez e maduras), 1,15 a 3,14 nas orgânicas e 0,83 a 1,68 nas convencionais. Em todos os sistemas de cultivo, nos diferentes estádios de maturação houve diferença significativa. O índice de sólidos solúveis totais/acidez total titulável (SST/ATT), correspondente aos conteúdos de açúcares e de acidez dos frutos, sendo um parâmetro apropriado para medir a percepção de sabor pelo consumidor.

A relação SST/ATT indica o grau de equilíbrio entre o teor de açúcares e os ácidos orgânicos do fruto (VIÉGAS, 1991). Segundo Moraes *et al.* (2002), o aumento de SST e a tendência à redução da ATT, em função do estágio de maturação, pode ocasionar um acréscimo na relação SST/ATT. Esta relação é um dos índices mais utilizados para determinar a maturação e a palatabilidade dos frutos.

Ao longo do período de amadurecimento, houve diferença significativa ($p < 0,05$) para o teor de açúcares totais e redutores entre os três estádios de maturação e os três sistemas de cultivo analisados (Tabela 4). O maior teor de açúcares totais e redutores foi detectado nas mangas orgânicas. Nestas mangas, o valor médio de açúcares totais foi de 7,53% em frutas verdes, ocorrendo aumento progressivo durante o amadurecimento atingindo 14,77% em frutas maduras. Para açúcares redutores, observou-se comportamento semelhante aos açúcares totais ocorrendo aumento de 2,93% em mangas verdes para 6,86% em mangas maduras.

Tabela 4: Valores médios com desvio padrão de açúcares totais e redutores ($\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$) de manga “Tommy Atkins” de diferentes sistemas de cultivo em diferentes estádios de maturação.

Sistema de cultivo	Açúcares totais Maturação dos frutos			Açúcares redutores Maturação dos frutos		
	Verde	De vez	Maduro	Verde	De vez	Maduro
Biodinâmico	6,89 ^{Aa} ±0,06	10,70 ^{Ab} ±0,08	13,96 ^{Ac} ±0,13	2,72 ^{Aa} ±0,04	4,95 ^{Ab} ±0,07	5,95 ^{Ac} ±0,08
Orgânico	7,53 ^{Ba} ±0,08	11,55 ^{Bb} ±0,10	14,77 ^{Bc} ±0,18	2,93 ^{Ba} ±0,08	5,34 ^{Bb} ±0,06	6,86 ^{Bc} ±0,08
Convencional	6,34 ^{Ca} ±0,07	9,46 ^{Cb} ±0,06	13,30 ^{Cc} ±0,14	2,65 ^{Ca} ±0,02	3,65 ^{Cb} ±0,11	4,06 ^{Cc} ±0,02

Letras maiúsculas iguais indicam que não há diferença significativa ($p>0,05$) entre os sistemas de cultivo (colunas). Letras minúsculas iguais indicam que não há diferença entre os estádios de maturação de um mesmo sistema de cultivo (linhas).

Azevedo (2006) observou comportamento semelhante ao encontrado neste trabalho, no teor de açúcares durante o amadurecimento de mangas convencionais do mesmo cultivar, com valores de açúcares totais aumentando de 6,30% em frutas verdes para 12,91% em maduras e teor de açúcares redutores variando de 2,95% para 4,82% em frutas verdes e maduras, respectivamente.

Berniz (1984) encontrou valores para o teor de açúcares totais de 10,07% a 16,04% nas diversas variedades de manga estudadas, e na Ubá encontrou valor de 12,67%. Segundo Ferrer (1987), frutos com maiores teores de açúcares redutores (glicose e frutose) são preferidos para o consumo direto e para industrialização, uma vez que esses açúcares conferem sabor mais adocicado ao produto. O mesmo autor encontrou para a polpa de manga de diversas variedades valores de açúcares redutores variando de 2,22% a 3,61% e para açúcares totais 6,51% a 12%. Gonçalves *et al.* (1998) encontraram para manga da variedade Ubá 7,53% de açúcares totais. Já Ribeiro e Sabaa-Srur (1999) encontraram para manga “Rosa” no estágio de maturação “de vez” teor de 2,15% para açúcares redutores.

As mangas biodinâmicas (0,62% - 0,51%) apresentaram 50% mais de resíduo mineral fixo (cinzas), que as mangas orgânicas (0,31% - 0,25%), e as convencionais tiveram índices ainda menores (0,23% - 0,18%). Houve diferença significativa entre os três sistemas de

cultivo nos diferentes graus de maturação. Com a evolução da maturação o teor de cinzas sofreu diminuição (Tabela 5).

Tabela 5: Valores médios com desvio padrão do percentual de resíduo mineral fixo e umidade de manga “Tommy Atkins” de diferentes sistemas de cultivo em diferentes estádios de maturação.

Sistema de cultivo	Resíduo Mineral Fixo (Cinzas)			Umidade		
	Maturação dos frutos			Maturação dos frutos		
	Verde	De vez	Maduro	Verde	De vez	Maduro
Biodinâmico	0,62 ^{Aa} ±0,03	0,56 ^{Ab} ±0,03	0,51 ^{Ac} ±0,02	86,43 ^{Aa} ±0,77	85,33 ^{Ab} ±1,10	84,41 ^{Ab} ±1,05
Orgânico	0,31 ^{Ba} ±0,01	0,26 ^{Bb} ±0,01	0,25 ^{Bc} ±0,01	86,45 ^{Aa} ±1,30	85,68 ^{Ba} ±0,83	84,12 ^{Bb} ±1,23
Convencional	0,23 ^{Ca} ±0,01	0,19 ^{Cb} ±0,01	0,18 ^{Cc} ±0,01	88,07 ^{Ba} ±0,71	87,57 ^{Cb} ±1,07	86,58 ^{Cc} ±1,15

Letras maiúsculas iguais indicam que não há diferença significativa ($p>0,05$) entre os sistemas de cultivo (colunas). Letras minúsculas iguais indicam que não há diferença entre os estádios de maturação de um mesmo sistema de cultivo (linhas).

Kruger (2003), em ensaio comparativo entre sistema de adubação mineral, orgânico e biodinâmico de *yacon*, encontrou teores de cinzas 13% superiores nos tratamentos orgânicos quando comparados aos tratamentos convencionais. A partir do conteúdo e da composição da cinza pode-se inferir acerca do suprimento de nutrientes do local onde as plantas crescem, e a determinação de cinzas indica, então, o conteúdo de minerais, muitos deles indispensáveis ao metabolismo (LARCHER, 1986; KRUGER, 2003).

De acordo com Azevedo (2006), o teor de resíduo mineral fixo em mangas convencionais verdes foi 0,46%, reduzindo para 0,37% quando maduras. O teor de umidade também diminuiu com a maturação destes frutos, contendo 87,47% de água nos frutos verdes e 82,71% nos maduros.

As mangas procedentes de cultivo convencional são as mais ricas em água, com teor de umidade de 88,07% nas frutas verdes e 86,58% nas maduras. Entre as mangas biodinâmicas e orgânicas verdes não houve diferença ao nível de 5% de significância. No estágio “de vez” e maduro todas as amostras apresentaram diferença significativa a 5%.

O comportamento habitual dos frutos, em relação ao teor de umidade, é citado por Bleinroth (1981), que preconiza achar-se a água acumulada em maiores proporções no fruto verde, e, conforme este vai amadurecendo, o nível tende a decrescer devido à transpiração, que é mais intensa nesse período.

Tabela 6: Valores médios com desvio padrão do percentual de lipídios e proteínas de manga “Tommy Atkins” de diferentes sistemas de cultivo em diferentes estádios de maturação.

Sistema de cultivo	Lipídios			Proteínas		
	Maturação dos frutos			Maturação dos frutos		
	Verde	De vez	Maduro	Verde	De vez	Maduro
Biodinâmico	0,31 ^{Aa} ±0,01	0,33 ^{Ab} ±0,01	0,41 ^{Ac} ±0,01	0,82 ^{Aa} ±0,01	0,58 ^{Ab} ±0,01	0,51 ^{Ac} ±0,04
Orgânico	0,35 ^{Ba} ±0,01	0,40 ^{Bb} ±0,01	0,41 ^{Ac} ±0,01	0,79 ^{Ba} ±0,01	0,68 ^{Bb} ±0,01	0,47 ^{Bc} ±0,02
Convencional	0,33 ^{Ca} ±0,01	0,38 ^{Bb} ±0,03	0,41 ^{Ab} ±0,01	0,91 ^{Ca} ±0,01	0,82 ^{Cb} ±0,01	0,72 ^{Cc} ±0,02

Letras maiúsculas iguais indicam que não há diferença significativa ($p>0,05$) entre os sistemas de cultivo (colunas). Letras minúsculas iguais indicam que não há diferença entre os estádios de maturação de um mesmo sistema de cultivo (linhas).

Examinando-se os valores encontrados para os lipídios em mangas, verifica-se que, em todos os sistemas de cultivo, houve uma elevação deste constituinte durante o amadurecimento. Nos frutos verdes, as mangas de diferentes origens de cultivo diferem significativamente. Entre os frutos “de vez”, os orgânicos e convencionais são semelhantes e nos frutos maduros o teor de lipídios é estatisticamente o mesmo nos frutos biodinâmicos, orgânicos e convencionais.

Em todos os sistemas de cultivo houve diferença significativa nos teores de proteínas, que diminuíram gradativamente com o avançar do processo de amadurecimento. As mangas convencionais contêm quantidades de proteínas superiores às orgânicas e biodinâmicas.

Silva et al. (1986), em estudo realizado com diversos cultivares de manga, encontraram valores que variaram entre 0,04% a 0,64% de lipídios em mangas “de vez” e maduras, a maioria dos cultivares sofreu uma elevação na quantidade destes compostos durante a maturação. Para as proteínas os mesmos autores encontraram a situação inversa, ocorrendo

a diminuição dos teores protéicos com o avançar da maturação, com valores oscilando de 0,40% e 0,69%. Em estudo realizado por Azevedo (2006), os teores de lipídios de mangas convencionais verdes e maduras variaram de 0,56% a 0,83%, respectivamente. O teor de proteínas não sofreu qualquer alteração com a maturação do fruto mantendo-se em 2,52%.

Em um estudo realizado com batatas, Dlouhy (1989) comparou as cultivadas pelos sistemas convencional e biodinâmico em relação aos teores de proteínas, durante cinco anos. As batatas convencionais apresentaram maiores teores de proteínas que as biodinâmicas, provavelmente devido aos fertilizantes enriquecidos com nitrogênio.

4 – CONCLUSÕES

As análises de sólidos solúveis totais e acidez total titulável foram as mais eficazes para a classificação das mangas nos diferentes estádios de maturação, confirmando a classificação realizada pela caracterização física dos frutos.

A maturação altera a composição química da polpa de mangas dos três sistemas de cultivo, influenciando positiva ou negativamente os diferentes atributos de forma a causar aumento ou redução dos mesmos, respectivamente.

Para acidez total titulável, relação SST/ATT, açúcares totais e redutores, cinzas e proteínas, em todos os estádios de maturação, houve diferença significativa a 5% entre as mangas dos três sistemas de cultivos. As mangas biodinâmicas, orgânicas e convencionais verdes diferem entre si no teor de lipídios e as “de vez” e maduras são diferentes em relação ao teor de SST e umidade.

As mangas procedentes do sistema biodinâmico apresentaram maiores teores de resíduo mineral fixo, menor relação SST/ATT e maior acidez nos três estádios de maturação analisados. As frutas verdes e “de vez” apresentaram os menores teores de lipídios em todos os sistemas de cultivo.

As mangas orgânicas têm o maior valor de pH, SST, relação SST/ATT, açúcares totais e redutores e menor de AAT em todos os estádio de maturação. Têm o menor teor de umidade nas frutas maduras e menor teor de proteínas nas verdes e maduras. Estas mangas no estádio verde de maturação são as mais ricas em lipídios.

As mangas convencionais têm a menor concentração de sólidos solúveis totais, açúcares totais e redutores e resíduo mineral fixo. Umidade e proteínas foram maiores nestas mangas do que nas biodinâmicos e orgânicos.

ABSTRACT

The mango (*Mangifera indica* L.) is a world famous fruit, largely found in tropical and subtropical regions and with good acceptance in Brazil. This fruit have good tasty and smell and has high nutritional value compared to other fruits, and high commercial value in many parts of the world, especially in tropical regions. This fruit is very common in Brazil, and the state of Bahia is the largest domestic producer. In this study, were analyzed mangos produced in Chapada Diamantina - BA in three different farming systems: biodynamic, organic and conventional The sleeves were classified as “immature”, "instead of" or “mature” according to their physical properties and analysis of total solubily solids (TSS) and titratabily acidity (TTA). The fruits examined have significant differences in most parameters examined. The organic fruit had the highest levels of TSS, TSS / TTA, pH and total and reducing sugars, while biodynamic were highest in ATT, ash and lipids. The conventional mangos had highest content of moisture and protein.

Keywords: mango, chemical composition, biodynamic and organic farming.

5 – REFERÊNCIAS

ANILA, L.; VIJAYALAKSHMI, N. R. Antioxidant action of flavonoids from *Mangifera indica* and *Emblca officinalis* in hypercholesterolemic rats. **Food Chemistry**, v. 83, n. 4, p. 569-574, 2003.

AOAC - ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of the association of the Agricultural Chemists**. 14. ed. Washington, 1997.

AZEVEDO, A. C. S. **Estudo das enzimas oxidativas e presença de compostos bioativos em mangas (mangifera indica l.) produzidas no Brasil**. Campinas, 2006, 186p. Tese – (Doutorado em Ciência de Alimentos), Faculdade de Engenharia de Alimentos – Universidade Estadual de Campinas.

BARBIN, D. **Planejamento e Análise Estatística de Experimentos Agrônomicos**. 1º edição. Arapongas – PR: Ed. Midas, 2003, 194p.

BELLO-PÉREZ, L. A.; APARICIO-SAGUILA, N. A.; MENDEZ-MONTEALVO, G.; SOLORZA-FERIA, J.; FLORES-HUICOCHEA, E. Isolation and Partial Characterization of Mango (*Mangifera indica* L.) Starch: Morphological, Physicochemical and Functional Studies. **Plant Foods for Human Nutrition**, v. 60, n. 1, 7-12, 2005.

BLEINROTH, E. W. Avaliação de novos cultivares de manga para industrialização. Análise das características físico- geométricas e químicas da matéria- prima. **Boletim do Instituto de Tecnologia de Alimentos**, v. 22, n. 2, p. 207-216, 1985.

BLEINROTH, E. W. Matéria prima. In: INSTITUTO DE TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS. Manga: da cultura ao processamento e comercialização. São Paulo: **Instituto de Tecnologia de Alimentos**, cap. 2, p. 243-287, 1981.

BERNIZ, P. J. **Avaliação industrial de variedades de manga (*Mangifera indica* L.), para elaboração de néctar**. Viçosa, 1984. 57p. Dissertação - (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos), Departamento de Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Viçosa.

BRASIL, Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Métodos Físico-químicos para a Análise de Alimentos**. Brasília, Ministério da Saúde, 2005, 1018p.

CARDELLO, H.M.A.B.; CARDELLO, L. Teor de vitamina C, atividade de ascorbato oxidase e perfil sensorial de manga (*Mangifera indica* L.) var. "Haden", durante o amadurecimento. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 18, n. 2, p. 65-75, 1998 .

CORREA-RICKLI, R. **Os preparados biodinâmicos.**, n.1. Botucatu – SP: Caderno Demeter, 1986. 63p.

DAROLT, M.R. **Agricultura Orgânica: inventando o futuro**. Londrina: IAPAR, 2002, 250p.

DLOUHY, J. Product quality in alternative agriculture, In: FOOD QUALITY – CONCEPTS AND METHODOLOGY, 1989, KASSEL, U. K. Colloquium organised by Elm Farm Research Centre in association with the University of Kassel. UK: **Elm Farmaceutical Research Centre**, 1989, p. 30-35.

DULLEY, R.D.; TOLEDO, A.A.G. Certificação orgânica: importância da documentação. **Informações Econômicas**, v. 34, n. 5, p. 71-78, 2004.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. ASSIS, J. S.; FETT, M. S.; LIMA, M. A. C.; CANTILLANO, R. F. C.; SELF, G. **Elaboração e difusão das normas da produção integrada da manga no Brasil: colheita e pós-colheita**. Setorial EMBRAPA Semi-Árido, 2003.

EVANGELISTA, R. M.; CHITARRA, A. B.; CHITARRA, M. I. F. Influência da aplicação pré-colheita de cálcio na textura e na atividade das enzimas poligalacturonase, pectinametilesterase e b-galactosidase de mangas 'Tommy atkins', armazenadas sob refrigeração. **Ciência Agrotecnologia**, v. 24, n. 1, p. 174-181, 2000.

FAO. **FAOSTAT Agriculture**. 2004. Disponível em:<<http://apps.fao.org/lim500/nphwarp.pl?ProductionCrops.Primary&Domain=SUA>>. Acesso em: 10 jun. 2008.

FERRER, R. E. N. **Avaliação das Características da Polpa de Manga (*Mangifera indica* L.) para Elaboração e Armazenamento do Néctar**. Viçosa, 1987, 66p. Dissertação - (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos), Departamento de Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Viçosa.

FISCHER, I. H.; ALMEIDA, A. M. Doenças e características físicas e químicas pós-colheita em maracujá-amarelo de cultivo convencional e orgânico no Centro Oeste Paulista. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 29, p. 254-259, 2007.

GONÇALVES, N. B.; CARVALHO, V. D.; GONÇALVES, J. R. A.; COELHO, S. R. M.; SILVA, T. G. Caracterização física e química dos frutos de cultivares de mangueira (*Mangifera indica* L.). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 22, n. 1, p. 72-78, 1998.

GOWDA, I. N. D.; HUDDAR, A. G.; Studies on ripening changes in mango (*Mangifera indica* L.) fruits. **Journal of Food Science Technology**. v. 38, n. 2, p. 135-137, 2001.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Agropecuário**: banco de dados, 2006. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em: 20 jan. 2009.

JERONIMO, E. M.; KANESIRO, M. A. B. Efeito da associação de armazenamento sob refrigeração e atmosfera modificada na qualidade de mangas 'Palmer'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 22, n. 2, p. 237-243, 2000.

KROLOW, A. C.; SCHWENGBER, J.; FERRI, N. Physical and chemical evaluations of strawberry cv. Aromas produced in organic and conventional system. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 2, n. 2, p. 1732-1735, 2007.

KRUGER, F. G. **Adubação mineral, orgânica e biodinâmica de Yacon (*Polymnia sonchifolia* POEP & ENDL): rendimento, qualidade e armazenamento**. Botucatu, 2003. 211p. Tese (Doutorado em Agricultura). Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Paulo: Editora Pedagógica e universitária LTDA, 1986. 319 p.

LIMA, M. A. C.; ALVES, R. E.; ASSIS, J. S.; FILGUEIRAS, H. A. C.; COSTA, J. T. A. Qualidade, fenóis e enzimas oxidativas de uva "Itália" sob influência do cálcio durante a maturação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, n. 12, p. 2493- 2499, 2000.

LIMA, L. C. O. **Tecido esponjoso em manga “Tommy Atkins”. Transformações químicas e bioquímicas no mesocarpo durante o armazenamento.** Lavras: UFLA, p. 1997, 148p.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Programa de desenvolvimento da agricultura orgânica – PROORGÂNICO. **Exportação e Situação da Produção Orgânica, 2006 a 2008.** Publicado em 12 dez 2008. Disponível em: < <http://www.agricultura.gov.br/>>. Acesso em 10 jan. 2009.

MEDLICOTT, A. P.; REYNALDS, S. B.; NEW, S. W; THOMPSON, A. K. Harvest maturity effects on mango fruit ripening. **Tropical Agriculture**, v. 65, n. 2, p. 153-157, 1988.

MITRA, S.K. **Postharvest physiology and storage of tropical and subtropical fruits.** London: CAB International, p. 145-165, 1997.

MONTECINOS, C. **La modernización agrícola: Análisis de su evolución.** In: CURSO DE AUTOFORMACIÓN A DISTÂNCIA. Chile: Centro de Educacion y Tecnologia, 1996. p. 11-22. (Módulo I: Desarrollo Rural Humano y Agroecologico).

MORAIS, P. L. D.; FILGUEIRAS, H. A. C.; PINHO, J. L. N.; ALVES, R. E. Ponto de colheita ideal de mangas ‘Tommy Atkins’ destinadas ao mercado europeu. **Revista Brasileira de Fruticultura**, SP, v. 24, n. 3, p. 671-675, 2002.

NEVES, L. C.; LUCCHETTA., L.; MARINI.; L.; ZANUZZO., M.; ZANATTA., J.; ROMBALDI., C. V.; Armazenamento refrigerado de caquis 'Fuyu', sob atmosfera modificada com adsorção de etileno. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 26, n. 3, p.414-418, 2004.

O'HARE, T. J. Effect of ripening temperature on quality and compositional changes of mango (*Mangifera indica* L.) cv. Kensington. **Australian Journal of Experimental Agricultural**, v. 35, n. 2, p. 259-263, 1995.

PÉREZ, N. C.; POZO, E. N. **El problema de las plagas.** In: CURSO DE AUTOFORMACIÓN A DISTÂNCIA. Chile: Centro de Educacion y Tecnologia, 1996. p. 159- 166. (Módulo II: Desarrollo Rural Humano y Agroecologico).

RANGEL, C. S. **Lima ácida (Citrus latifolia, tanaka.) cv. tahiti cultivada em lavouras convencional e biodinâmica: caracterização física e química do suco e otimização da hidrólise enzimática.** Seropédica, 2008, 76p. Dissertação – (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos), Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

RIBEIRO, M. S.; SABAA-SRUR, A. U. O. Saturação de manga (*Mangifera indica* L.) var. rosa com açúcares. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 19, n. 1, p. 118-122, 1999.

ROCHA, R. H. C.; MENEZES, J. B.; MORAIS, E. A.; SILVA, G. G.; AMBRÓSIO, M. M. Q.; ALVES, M. Z. Uso do índice de degradação de amido na determinação da maturidade da manga 'Tommy Atkins'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 23, n. 2, p. 302-305, 2001.

SANTOS, R. H. S.; MENDONÇA, E. S. Agricultura Natural, Orgânica, Biodinâmica e Agroecologia. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.22, n.212, p.5-8, 2001.

SAÑUDO, R.; BUSTILLOS, R. J. A.; GARCIA, L. P. de L. MOLINA, E. B.; NUÑO, S. O. ; ANGEL, D. N. **Manejo postcosecha del mango.** EMEX: A. C. 1997. 92 p.

SIEGEL, S.; CASTELLAN, JR., N. J. **Estatística Não Paramétrica para Ciências do Comportamento.** 2ª edição. São Paulo: Ed. Artimed, 2006, 448p.

SILVA, M. F. A.; MAIA, G. A.; HOLANDA, L. F. F.; MONTEIRO, J. C. S.; ORIA, H. F.; VASCONCELOS, P. M. Características físicas e químicas da manga. **Ciências Agrônomicas.**, Fortaleza, v. 17, n. 1, p. 73-80, 1986.

SINGH, L.B. **The Mango: botany, cultivation and utilization.** London: World Crops Books, Leonard Hill (Books), 1960, 438p.

SOUSA, J. P. **Qualidade de mangas Tommy Atkins durante o armazenamento refrigerado e ambiente em associação com atmosfera modificada por diferentes plásticos.** Mossoró. 2001, 70p. Dissertação – (Mestrado em Fitotecnia), Escola Superior de Agronomia de Mossoró.

THARANATHAN, R. N.; YASHODA, H. M.; PRABHA, T. N. Mango (*Mangifera indica* L.), "The king of fruits" - An overview. **Food Reviews International**, v. 22, n. 2, p. 95-123, 2006.

USDA. Grupo de estudos sobre Agricultura Orgânica. **Relatório e recomendações sobre agricultura orgânica**. Brasília: CNPq/Coordenação Editorial, 1984. 128 p.

VIÉGAS, F. C. P. A industrialização dos produtos cítricos. In: RODRIGUEZ, O. **Citricultura brasileira**. 2 ed. Campinas: Fundação Cargill, p. 898-922, 1991.

VILAS-BOAS, B. M.; NUNES, E. E.; FIORINI, F. V. A.; LIMA, L. C. O.; VILASBOAS, E. V. B.; COELHO, A. H. R. Avaliação de qualidade de mangas “Tommy Atkins” minimamente processadas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 26, n. 3, p. 540-543, 2004.

WISTINGHAUSEN, C. V.; SCHEIBE, W.; HEILMANN, H.; WISTINGHAUSEN, E. V.; KÖNING, U. J. **Manual para uso dos Preparados Biodinâmicos**. São Paulo Ed: Antroposófica; Botucatu, SP: Associação Brasileira de Agricultura Biodinâmica, 77 p., 2000.

6 – AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à CAPES pelo suporte financeiro.

CAPITULO III

Potencial antioxidante, compostos fenólicos totais e flavonóides de mangas procedentes de cultivos biodinâmico, orgânico e convencional.

RESUMO

Os compostos fenólicos totais e flavonóides são conhecidos por sua atividade antioxidante e função protetora contra desordens ocasionadas pelo estresse oxidativo. Esses compostos são amplamente encontrados em frutos, e as mangas, são fontes importantes desses compostos. Neste trabalho avaliou-se com a utilização do radical DPPH, o potencial antioxidante em relação à capacidade em sequestrar radicais livres de mangas procedentes de diferentes tipos de cultivo. Através dos resultados obtidos observou-se que, as mangas biodinâmicas apresentaram maior capacidade antioxidante em frutos “de vez” e maduros, enquanto que as de origem orgânica apresentaram potencial antioxidante mais elevado nos frutos verdes. Estas também apresentaram maiores valores de compostos fenólicos em todos os estádios de maturação. As mangas procedentes de cultivos convencionais tiveram valores inferiores às de cultivos biodinâmico e orgânico em todos os parâmetros avaliados no presente estudo.

Palavras-chave: manga, antioxidantes, agricultura biodinâmica e orgânica.

1 – INTRODUÇÃO

A prática da agricultura convencional desenvolveu-se de forma que não considerou as agressões ao ambiente, desgastando de forma sistemática toda uma estrutura agropecuária existente e constituída (MAPURUNGA, 2000), e os alimentos produzidos de acordo com

seus princípios e práticas, normalmente, apresentam resíduos dos compostos químicos (SANTOS; MONTEIRO, 2004).

Na agricultura orgânica são utilizadas tecnologias que otimizam o uso de recursos naturais e sócio-econômicos, tendo por objetivos a autossustentação, a maximização dos benefícios sociais, a minimização da dependência de energias não renováveis e a eliminação do emprego de agrotóxicos e de outros insumos artificiais tóxicos (BRASIL, 1999). Este sistema agrícola baseia-se em métodos naturais para o efetivo controle de pragas e aumento da fertilidade do solo (CARPENTER-BOGGS *et al.*, 2000).

A agricultura biodinâmica possui uma base comum com as demais formas de produção orgânicas no que diz respeito à diversificação e integração das explorações vegetais, animais e florestais (DAROLT, 2002). A ênfase desta prática agrícola está nas relações entre o crescimento vegetal e o cosmo, a natureza e o sentido profundo da adubação, o equilíbrio vital entre a lavoura e a pecuária, o papel e o trato biológico das pragas vegetais e animais (STEINER, 2001).

A crescente demanda por alimentos produzidos sem agrotóxicos e menos agressivos ao meio ambiente é uma tendência mundial que se reflete também no Brasil (MAPA, 2007). É neste contexto que o desenvolvimento de sistemas de agricultura sustentáveis, como as agriculturas orgânica e biodinâmica, protetoras do ambiente e com potencial para ajudar a fortalecer a economia rural, se constituem como um importante desafio (CRISTOVÃO *et al.*, 2001).

Estudos afirmam que diversos fatores como o estágio de maturação, o solo, o clima, o sistema de cultivo, dentre outros podem influenciar a composição química de frutos. Nos últimos anos, tem havido um interesse crescente no estudo da manga (*Mangifera indica* L.) devido aos seus compostos bioativos, o que torna o consumo de mangas e produtos derivados um hábito saudável (CAO; CAO, 1999). A manga é uma das mais importantes culturas comerciais em todo o mundo em termos de produção, comercialização e consumo. O Brasil está entre os grandes países produtores e exportadores de manga (FAO, 2005). No estado da Bahia, são produzidas mangas nos sistemas convencional, orgânico e

biodinâmico, principalmente nas regiões da Chapada Diamantina e no Vale do São Francisco.

A oferta mundial de manga, em 2004, foi de aproximadamente 26 milhões de toneladas. O Brasil, com uma produção anual de cerca de 820 mil toneladas, é o nono produtor, com uma participação de 3,4% no volume total ofertado (FAO, 2004). O cultivo de manga encontra-se disseminado por quase todo o território brasileiro, sendo que a região Nordeste concentra a maior parte da produção, respondendo em média por 52%, e a Bahia é o estado que mais produz esta fruta (BNDES, 2003).

O alto consumo de frutas e vegetais tem sido associado a uma menor incidência de doenças crônicas degenerativas. Tal efeito protetor está relacionado aos diversos compostos antioxidantes contidos nestes alimentos (KAUER; KAPOOR, 2001). O efeito protetor exercido por estes alimentos tem sido atribuído à presença de compostos antioxidantes, dentre os quais se destacam os compostos fenólicos, produtos secundários do metabolismo vegetal (RICE-EVANS *et al.* 1996). Estes compostos exibem grande quantidade de propriedades fisiológicas, como, por exemplo, a propriedade antialérgica, antiinflamatória, antimicrobiana e antitrombótica (BALASUNDRAM *et al.*, 2006).

Inúmeros estudos realizados com compostos fenólicos, especialmente os flavonóides, demonstram a capacidade de captarem radicais livres e seus efeitos na prevenção de enfermidades cardiovasculares e circulatórias (NESS; POWLES, 1997; STOCLET *et al.*, 2004), cancerígenas (WANG; MAZZA, 2002; KATSUBE *et al.*, 2003), no diabetes e no mal de Alzheimer (HERTOG *et al.*, 1997; ISHIGE *et al.*, 2001; ABDILLE *et al.*, 2005).

O objetivo do presente trabalho foi avaliar a atividade antioxidante de mangas procedentes de três diferentes sistemas de cultivo em três diferentes estádios de maturação e estimar os principais antioxidantes como os compostos fenólicos e flavonóides totais.

2 - MATERIAL E MÉTODOS

2.1 – Amostras

Foram analisados 36 frutos de manga (*Mangifera indica* L. Var. “Tommy Atkins”) de cada sistema de cultivo, sendo 12 de cada estágio de maturação, a saber: verde, “de vez” e maduro. Os frutos foram coletados na região da Chapada Diamantina, no município de Piatã – BA. Essa região foi escolhida por ser produtora de mangas nas agriculturas biodinâmica e orgânica, certificadas, e convencional.

2.1.1- Preparo das amostras

As frutas foram lavadas com detergente apropriado e água potável, secas e descascadas para a separação da polpa. Após homogeneização, a polpa foi armazenada, em recipientes hermeticamente fechados, e levadas a congelamento em temperatura de -18°C até o momento da realização das análises.

2.1.2 – Extração dos compostos fenólicos

As amostras foram submetidas a testes visando a máxima extração dos compostos fenólicos. Para cada 10 g de manga foram utilizados 20 mL de cada um dos seguintes solventes: água deionizada, metanol, etanol e acetona, bem como as seguintes misturas de solventes: 80% metanol:20% água deionizada; 80% acetona:20% água deionizada; 50% metanol:50% etanol e acetona 30%:água deionizada 20%.

Para as análises utilizou-se 10 g de amostra em 20mL de acetona. Para todos os testes as amostras foram preparadas em triplicatas, trituradas em um moedor do tipo Ultra turrax® IKA® T18 BASIC regulado em 10.000 rpm por um minuto e levadas à centrífuga refrigerada (Eppendorf® 5702R) com temperatura de 5°C a 4.400 rpm. O sobrenadante foi utilizado como amostra final.

2.2 – Compostos fenólicos totais

O teor de fenólicos totais foi determinado usando o reagente Folin-Ciocalteu (SINGLETON; ROSSI, 1965), com o qual foi preparada a reação contendo uma alíquota de 0,5 mL do extrato fenólico, 2,5 mL de solução aquosa de Folin-Ciocalteu 10% e 2,0 mL de carbonato de sódio 7,5%. A mistura foi mantida em banho-maria a 50°C durante 5 minutos e então realizada a leitura por espectrofotometria (espectrofotômetro Femton 800XI) a uma absorvância de 760 nm. O branco foi utilizado como referência. Para a quantificação dos fenólicos totais o mesmo procedimento foi realizado utilizando curva padrão com soluções de ácido gálico (GAE) ($R^2=0,9998$) e os resultados foram expressos em mg GAE.100g⁻¹.

2.3 – Flavonóides

Para a determinação do teor de flavonóides totais, foi utilizado o mesmo extrato obtido para a análise de compostos fenólicos totais, no qual, 1 mL da amostra final foi transferida para um balão volumétrico de 10 mL contendo previamente 4 mL de água destilada. Foram adicionados 0,3 mL de nitrito de sódio 5 %. Após exatos 5 minutos, foram adicionados 0,3 mL de cloreto de alumínio 10% e após 1 minuto foram adicionados 2 mL de hidróxido de sódio 1M. O balão volumétrico foi completado com água destilada e agitado manualmente. A absorvância foi medida a 510nm (espectrofotômetro Femton 800XI) e a quantificação feita através de uma curva de calibração construída pela diluição de uma solução padrão de epicatequina (ECE) ($R^2=0,9995$) e os resultados foram expressos em mg ECE.100g⁻¹ (LEE *et al.*, 2003).

2.4 – Atividade antioxidante

A atividade antioxidante dos extratos foi determinada usando o teste DPPH (1,1-difenil-2-picrilidrazil) de acordo com a metodologia descrita por Chen *et al.* (1996). Para a avaliação da atividade antioxidante, as amostras de manga preparadas em acetona na concentração de 200 mg.mL⁻¹ foram submetidas à reação com DPPH, no qual foi misturado 1 mL da

amostra em 3 mL da solução DPPH a 0,004% m.v⁻¹. A redução do radical do DPPH foi medida através do monitoramento contínuo do declínio da absorbância a 517 nm por 30 minutos, ao abrigo da luz, até valores estáveis de absorção. A absorbância foi convertida em porcentagem da atividade antioxidante.

$$\% \text{ Inibição} = ((A_{\text{DPPH}} - A_{\text{Ext}})/A_{\text{DPPH}}) * 100$$

Os valores foram calculados por regressão linear e os resultados foram apresentados como média. A capacidade antioxidante de cada amostra (IC50) é expressa como a concentração final em µg.mL⁻¹ do extrato presente na cubeta, requerido para decrescer a concentração inicial de DPPH em 50%.

2.3 - Análise estatística

Foram realizados Testes de Normalidade para verificar se os dados seguiam Distribuição Gaussiana. O teste utilizado foi o de Anderson-Darling. Nos casos em que os dados tinham Distribuição Normal, foi feita a Análise de Variância (ANOVA) para verificar se existia diferença entre as médias dos tratamentos. Quando existia diferença entre as médias foi realizado o Teste de Tukey (BARBIN, 2003). Quando os dados não seguiam uma distribuição normal, foi utilizado o Teste de Kruskal-Wallis. Na existência de diferença entre grupos, foi feito um teste de comparações múltiplas não paramétricas (SIEGEL; CASTELLAN, 2006). Em todos os testes foi adotado o nível de 5% de significância. Para as análises foi utilizado o software MIN ITAB[®] 14.

3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a extração dos compostos fenólicos a acetona demonstrou ser o solvente mais apropriado, após serem testados outros solventes ou misturas deles. Utilizando diversos solventes Ajila *et al.* (2007) observaram que a extração máxima de compostos fenólicos em casca de manga ocorreu com acetona a 80%, assim como Pereira *et al.* (2007), em estudo com amoras, e Soares (2008), com maçãs.

O método de Folin-Ciocalteu adotado para quantificar compostos fenólicos consiste na redução do reagente por estes compostos com a formação de um complexo azul pela mistura dos ácidos fosfowolfrâmico e fosfomolibdico, que em meio básico se reduz ao oxidar os compostos fenólicos, originando óxidos azuis de wolfrâmio (W_8O_{23}) e molibdeno (Mo_8O_{23}) (MOYER *et al.*, 2002). Este complexo pode ser medido a 760 nm contra o ácido gálico como padrão (IMEH; KHOKHAR, 2002). Os conteúdos totais de fenólicos foram determinados como índice de polifenóis totais, representados na Tabela 1.

Tabela 1: Valores médios com desvio padrão em mg GAE.100g⁻¹ de compostos fenólicos totais de manga “Tommy Atkins” de diferentes sistemas de cultivo para cada estágio de maturação.

Sistema de cultivo	Compostos fenólicos totais (mg GAE.100g ⁻¹)		
	Maturação dos frutos		
	Verde	De vez	Maduro
Biodinâmico	126,03 ^{Aa} ±4,01	122,58 ^{Ab} ±2,19	63,48 ^{Ac} ±1,01
Orgânico	147,37 ^{Ba} ±2,61	130,52 ^{Bb} ±2,00	102,67 ^{Bc} ±1,36
Convencional	104,34 ^{Ca} ±3,67	92,28 ^{Cb} ±1,47	68,21 ^{Cc} ±1,17

Obs.: Letras maiúsculas iguais indicam que não há diferença significativa ($p>0,05$) entre os sistemas de cultivo (colunas). Letras minúsculas iguais indicam que não há diferença entre os estágios de maturação de um mesmo sistema de cultivo (linhas).

As mangas orgânicas, em todos os estágios de maturação, apresentaram os maiores teores de compostos fenólicos, seguidas pelas biodinâmicas e convencionais. Todas as amostras analisadas sofreram redução no teor de fenólicos com o avançar da maturação. Os frutos do cultivo convencional apresentaram valores inferiores aos biodinâmicos e orgânicos tanto no estágio de maturação verde como no “de vez”. Para os frutos maduros, os biodinâmicos tiveram menores teores destes compostos. Houve diferença significativa entre os sistemas de cultivo e entre os estágios de maturação, conforme pode-se observar na Figura 1.

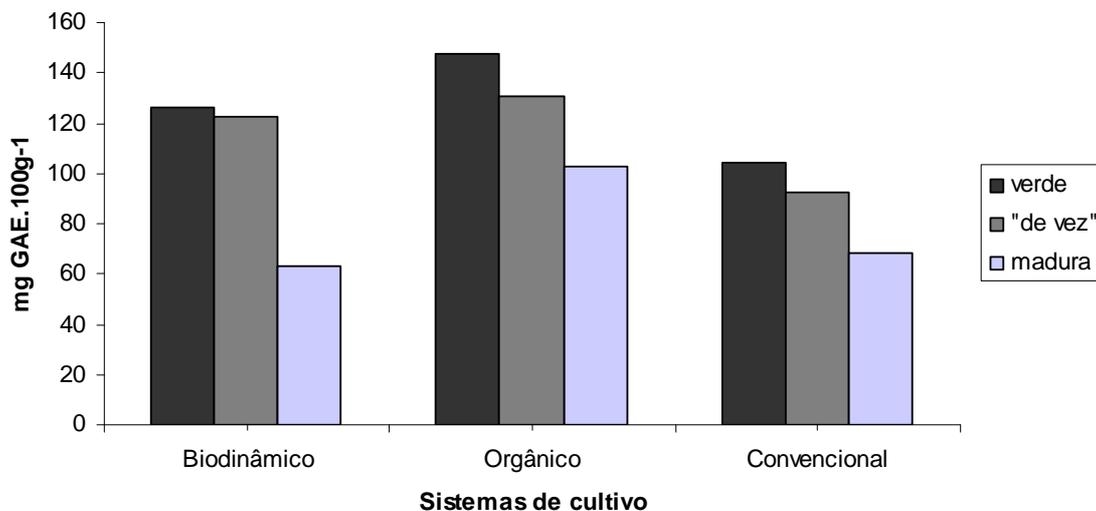


Figura 1: Teores de compostos fenólicos totais de manga “Tommy Atkins” de diferentes sistemas de cultivo para cada estágio de maturação.

Os dados demonstram uma tendência para um maior conteúdo de fenóis totais sob cultivo orgânico e biodinâmico, corroborando com a hipótese de Carbonaro e Mattera (2001) e Asami *et al.* (2003), de que alimentos orgânicos apresentam maior conteúdo de fenol endógeno devido ao método de cultivo.

Na literatura, existem diversas citações de teores de fenólicos para manga, que variam de 68 mg GAE/100 g a 266 mg GAE/100 (WU *et al.*, 2004). Esta variação pode ser devido às diferenças de variedade, clima, maturação, método de extração e sistema agrícola adotado. Padilha (2005) encontrou em extratos metanólicos (80%) de manga “Tommy Atkins”, 23,53 mg GAE.100g⁻¹ de fenólicos em frutos verdes, e 22,14 mg GAE.100g⁻¹ em frutos maduros. Em trabalhos realizados com polpa de mangas de diversas variedades, Ribeiro *et al.* (2007), trabalhando com a “Tommy Atkins”, e Vasco *et al.* (2008), estudando mangas equatorianas, concluíram que estas frutas apresentavam teores aproximados de 60 mg GAE/100 g. Melo *et al.* (2008), em extratos cetônicos de mangas “espada” e “rosa”, encontraram 99,45 mg GAE.mL⁻¹ e 84,15 mg GAE.mL⁻¹ de fenólicos, respectivamente.

Caris-Veyrat *et al.* (2004) realizaram um estudo visando à comparação do conteúdo de compostos antioxidantes presentes em tomates cultivados orgânica e convencionalmente. Os resultados, expressos em base úmida, demonstraram maior teor de polifenóis para o tomate orgânico. Pesquisa realizada no Brasil por Borguini (2006) registrou que tomates provenientes de sistema orgânico de produção apresentaram maior teor de fenólicos totais do que o tomate produzido por cultivo convencional.

Para os flavonóides, as mangas orgânicas apresentaram teores superiores às demais apenas quando estavam verdes. Nos estádios “de vez” e maduro estas mangas demonstraram possuir teores menores em relação às biodinâmicas. Os frutos biodinâmicos apresentaram os maiores teores nos estádios “de vez” e maduro, enquanto que os convencionais foram os que apresentaram menores teores em todos os estádios de maturação. As mangas verdes e maduras diferiram estatisticamente ($p \leq 0,5$) para todos os sistemas de cultivo. Os frutos orgânicos apresentaram teores próximos aos biodinâmicos, sendo semelhantes estatisticamente no estádio “de vez”. Quando avaliado um só sistema de cultivo para os três estádios de maturação pode-se perceber que os frutos biodinâmicos, orgânicos e convencionais tiveram valores estatisticamente semelhantes nos estádios verdes e “de vez” e estes diferiram dos maduros. Foi observada uma redução dos flavonóides durante o amadurecimento.

Tabela 2: Valores médios com desvio padrão em mg ECE.100g⁻¹ de flavonóides totais de manga “Tommy Atkins” de diferentes sistemas de cultivo para cada estádio de maturação.

Sistema de cultivo	Flavonóides totais (mg ECE.100g ⁻¹)		
	Maturação dos frutos		
	Verde	De vez	Maduro
Biodinâmico	25,19 ^{Aa} ±1,54	16,41 ^{Aa} ±0,79	15,96 ^{Ab} ±1,05
Orgânico	27,23 ^{Ba} ±2,05	15,71 ^{Aa} ±0,75	15,59 ^{Bb} ±1,32
Convencional	24,31 ^{Ca} ±0,83	10,49 ^{Ca} ±0,38	10,45 ^{Cb} ±0,77

Obs.: Letras maiúsculas iguais indicam que não há diferença significativa ($p > 0,05$) entre os sistemas de cultivo (colunas). Letras minúsculas iguais indicam que não há diferença entre os estádios de maturação de um mesmo sistema de cultivo (linhas).

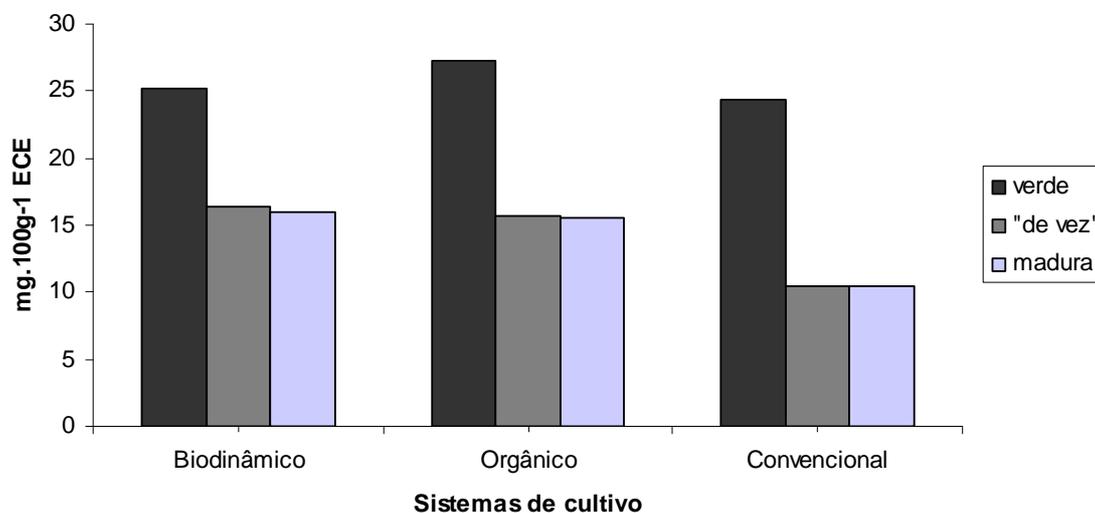


Figura 2: Teores de flavonóides totais de manga “Tommy Atkins” de diferentes sistemas de cultivo para cada estágio de maturação.

Lima *et al.* (2007) encontraram teores de compostos fenólicos (58mg GAE.g^{-1} e 63mg GAE.g^{-1}) e flavonóides ($6,1\text{mg.g}^{-1}$ e $3,3\text{mg.g}^{-1}$) com diferença significativa ($p>0,05$) entre o cultivo convencional e orgânico de extratos cetônicos de mangas verdes. Mitchell e Chassy (2006) encontraram maior teor de quercetina em duas variedades de tomate cultivados organicamente em comparação com convencionais. Resultados semelhantes foram descritos por Ren *et al.* (2001a) em espinafres, cebola e abóbora, onde houve uma tendência do maior conteúdo flavonóide ser encontrado em espécies cultivadas organicamente.

Ren *et al.* (2001b) avaliaram o conteúdo de polifenóis de cinco hortaliças (couve, repolho chinês, espinafre, alho e pimentão verde) amplamente consumidas no Japão, produzidas pelo cultivo orgânico e convencional. Os conteúdos de flavonóides (quercetina) em produtos orgânicos variaram de 1,3 a 10,4 vezes superiores aos encontrados nos convencionais, sugerindo assim a influência exercida por diferentes práticas de cultivo.

Os resultados encontrados neste trabalho demonstram que existem variações entre os frutos analisados, no que diz respeito aos fenóis totais e ao conteúdo de flavonóides em mangas biodinâmicas, orgânicas e convencionais.

O potencial dos diferentes extratos de mangas em seqüestrar radicais livres foi expresso em percentual de inibição máxima dos radicais livres em comparação ao percentual de inibição do ácido gálico (Tabela 3; Figura 3) e como concentração final do extrato necessária para inibir a oxidação do radical DPPH em 50% (Tabela 4). As substâncias antioxidantes presentes nos extratos reagem com o DPPH que é um radical estável, e o converte em 2,2-difenil-1-picril hidrazina. O grau de descoloração indica o potencial antioxidante do extrato. Um extrato que apresenta alto potencial em sequestrar radicais livres possui baixo valor de IC50. Desta forma, uma pequena quantidade de extrato é capaz de decrescer a concentração inicial do radical DPPH em 50%, ou seja, inibir a oxidação do radical em 50%. A atividade antioxidante dos extratos pode ser atribuída à habilidade de sequestrar radicais livres por meio da doação de hidrogênio, visto que os extratos mencionados apresentam um conteúdo razoável de compostos fenólicos

Tabela 3: Atividade antioxidante máxima, (percentual de inibição) dos extratos de manga 200 mg.mL⁻¹.

Sistema de cultivo	AA(%)		
	Maturação dos frutos		
	Verde	De vez	Maduro
Biodinâmico	87,27 ^{Aa} ±0,18	84,40 ^{Ab} ±0,45	77,81 ^{Ac} ±0,43
Orgânico	92,94 ^{Ba} ±0,27	79,68 ^{Bb} ±0,34	75,67 ^{Bc} ±0,30
Convencional	77,62 ^{Ca} ±0,82	74,88 ^{Cb} ±0,12	72,24 ^{Cc} ±1,03

Percentual de inibição do ácido gálico = 99,98

Obs.: Letras maiúsculas iguais indicam que não há diferença significativa ($p>0,05$) entre os sistemas de cultivo (colunas). Letras minúsculas iguais indicam que não há diferença entre os estádios de maturação de um mesmo sistema de cultivo (linhas).

De acordo com Atkinson *et al.* (2006), as práticas agronômicas interferem no crescimento e na composição química das plantas, podendo utilizá-las para manipular o crescimento, rendimentos e otimizar a produção de compostos bioativos nos frutos. Pesquisas realizadas

por Vasco *et al.* (2008), através do método DPPH, relataram que mangas equatorianas possuíam 84% de poder sequestrante de radicais livres. Azevedo (2006) trabalhou com mangas convencionais em três estádios de maturação e concluiu que as frutas verdes alcançaram 44, 41% de inibição, já as “de vez” e as maduras inibiram 29,99% e 25,95%, respectivamente.

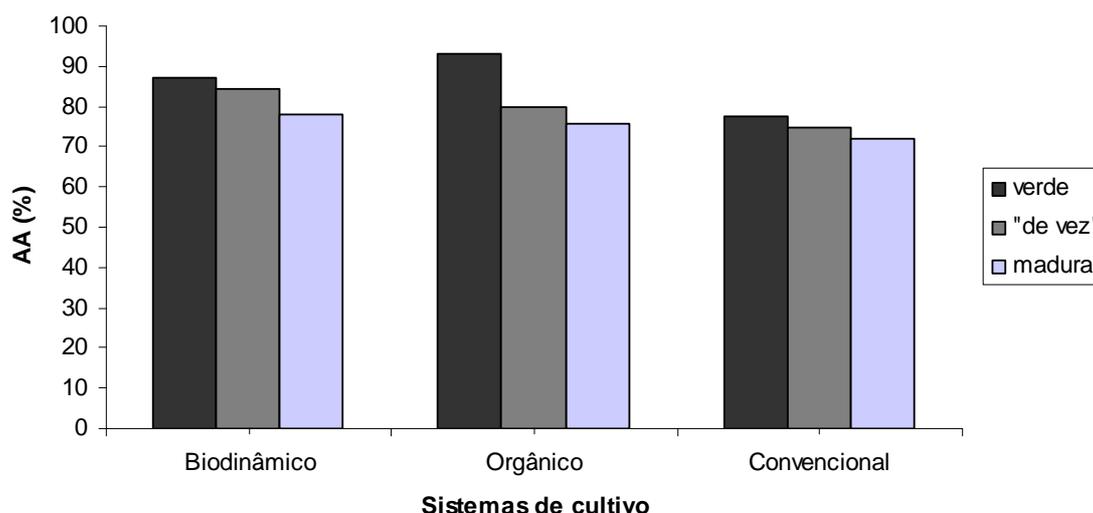


Figura 3: Atividade antioxidante máxima (%) dos extratos de manga.

As mangas orgânicas verdes sequestraram a maior quantidade de radicais livres dentre as analisadas, seguidas pelas biodinâmicas e convencionais. Entre os frutos “de vez” e maduros, as mangas biodinâmicas apresentaram o melhor resultado. As mangas convencionais foram inferiores às demais em todos os estádios de maturação. Entretanto, observa-se que, no decorrer do processo de maturação, as mangas sofrem uma notável diminuição na sua capacidade antioxidante.

Tabela 4: Capacidade dos extratos de manga em sequestrar radicais livres (DPPH).

Sistema de cultivo	IC50* $\mu\text{g.mL}^{-1}$ Maturação dos frutos		
	Verde	De vez	Maduro
Biodinâmico	152,25 ^{Aa} ±8,58	184,07 ^{Ab} ±1,42	226,54 ^{Ac} ±5,70
Orgânico	130,82 ^{Ba} ±2,73	225,32 ^{Bb} ±1,75	270,87 ^{Bc} ±4,53
Convencional	192,64 ^{Ca} ±3,13	236,25 ^{Cb} ±2,77	289,81 ^{Cc} ±5,32

Obs.: Letras maiúsculas iguais indicam que não há diferença significativa ($p>0,05$) entre os sistemas de cultivo (colunas). Letras minúsculas iguais indicam que não há diferença entre os estádios de maturação de um mesmo sistema de cultivo (linhas). *Os valores obtidos da regressão linear possuem nível de confiança de 95%. IC50 é definida como a quantidade de amostra suficiente para reduzir a concentração inicial de DPPH para 50%.

Conforme demonstrado na determinação de compostos fenólicos, os extratos das mangas orgânicas apresentaram maior conteúdo em relação às biodinâmicas e convencionais. Estes frutos, quando no estágio verde de maturação, apresentaram-se muito superiores em capacidade de sequestrar radicais livres. Os extratos de frutos biodinâmicos apresentaram maiores teores de flavonóides e menor IC50 para as frações “de vez” e maduras. Para os extratos de mangas verdes, o conteúdo de fenólicos foi 14,48% menor do que os orgânicos e 20,79% maior do que os convencionais. Estes resultados sugerem uma contribuição maior da capacidade antioxidante dos flavonóides, já que estes frutos apresentam menor teor de compostos fenólicos totais em relação aos orgânicos.

Vários autores têm demonstrado que existe uma forte relação positiva entre o teor de fenólicos totais e a capacidade antioxidante de frutas e hortaliças (VISON *et al.*, 1998; VELIOGLU *et al.*, 1998; KAUER; KAPOOR, 2002; ABDILLE *et al.*, 2005). Além da presença nos extratos de outros fitoquímicos, a estrutura química do componente ativo tem influência sobre a eficácia do antioxidante natural, uma vez que a posição e o número de hidroxilas presentes na molécula dos polifenóis é um fator relevante para esta atividade. Segundo Shahidi, *et al.* (1992), a orto-dihidroxilação contribui marcadamente para a capacidade antioxidante do composto. Assim, a capacidade antioxidante de um extrato não pode ser explicada apenas com base em seu teor de fenólicos totais, pois a caracterização da estrutura do composto ativo, também, é necessária (HEINONEN *et al.*, 1998).

4 – CONCLUSÕES

No presente estudo o estágio de maturação influenciou significativamente nos teores de compostos fenólicos, flavonóides e na capacidade antioxidante destes compostos. No estágio de maturação verde as frutas apresentaram maior potencial antioxidante e declinaram com o avanço da maturação em todos os sistemas de cultivo.

Nos frutos orgânicos verdes a atividade antioxidante, os compostos fenólicos e flavonóides foram significativamente superiores aos demais frutos. Nas mangas biodinâmicas “de vez” e maduras, a superioridade dos flavonóides, parece ter tido uma influencia positiva na sua capacidade antioxidante, mesmo com menores teores de compostos fenólicos totais frente às orgânicas.

Os frutos convencionais apresentaram resultados inferiores de compostos fenólicos, flavonóides e menor capacidade antioxidante em relação aos de cultivos orgânicos e biodinâmicos.

ABSTRACT

Phenolic compounds and total flavonoids are known for their antioxidant activity and protective function against diseases caused by oxidative stress. These compounds are found in fruits and mangos are important sources of these compounds. In this work it was evaluated, using the DPPH radical, the antioxidant potential in relation to the ability of free radicals in kidnap mangos from different types of cultivation. The results showed that the biodynamic mangos had highest antioxidant capacity in fruits “instead of” and mature, while the potential of organic origin were highest in “imature” fruits. They also showed highest values of phenolic compounds in all stages of maturation. The mangos from conventional crops had lowest values of the organic and biodynamic cultivation in all parameters evaluated in this study.

Keywords: mango, antioxidants, biodynamic and organic farming.

5 – REFERÊNCIAS

ABDILLE, M.H.; SINGH R.P.; JAYAPRAKASHA, G.K.; JENA, B.S. Antioxidant activity of the extracts from *Dillenia indica* fruits. **Food Chemistry**, v. 90, p. 891-896, 2005.

AJILA, C.M.; BHAT, S.G.; PRASADA RAO, U.J.S. Valuable components of raw and ripe peels from two Indian mango varieties. **Food Chemistry**, v. 102, p. 1006–1011, 2007.

ASAMI, D.K.; HONG, Y-J.; BARRET, D.M.; MITCHELL, A.E Comparison of the total phenolics and ascorbic acid content of freeze-dried and air-dried marionberry, strawberry, and corn grown using conventional, organic, and sustainable agricultural practices. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v. 51, p. 1237–1241, 2003.

ATKINSON, C.J.; DODDS, P.A.A.; FORD, Y.Y.; LE MIÈRE, J.; TAYLOR, J.M.; BLAKE, P.S.; PAUL, N. Effects of cultivar, fruit number and reflected photosynthetically active radiation on *Fragaria x ananassa* productivity and fruit ellagic acid and ascorbic acid concentrations. **Annals of Botany**, Londres, v.97, n.3, p.429-441, 2006.

AZEVEDO, A. C. S. Estudo das enzimas oxidativas e presença de compostos bioativos em mangas (*mangifera indica* l.) produzidas no Brasil. 186p. Tese – (Doutorado em Ciência de Alimentos), Faculdade de Engenharia de Alimentos – UNICAMP, Campinas, 2006.

BALASUNDRAM, N.; SUNDRAM, K.; SAMMAN, S. Phenolic compounds in plants and agri-industrial by-products: antioxidant activity, occurrence, and potential uses. **Food Chemistry**, v. 99, n. 1, p. 191-203, 2006.

BARBIN, D. **Planejamento e Análise Estatística de Estatística de Experimentos Agronômicos**. Ed. Midas, 194p, 2003.

BNDES. BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL. **A Cultura da Manga no Brasil: Desempenho entre 1990 e 2001**. Rio de Janeiro: BNDES Setorial, 2003.

BORGUINI, R.G. **Avaliação do potencial antioxidante e de algumas características físico-químicas do tomate (*Lycopersicon esculentum*) orgânico em comparação ao convencional** [Tese]. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2006. 161p.

BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Instrução Normativa N°7. Normas para produção de produtos orgânicos vegetais e animais** Brasília: Diário Oficial da União, Seção 1. págs 11, 19/05/1999.

CAO, Y.H.; CAO, R.H. Angiogenesis inhibited by drinking tea. **Nature**, v. 398, n. 6726, p. 381, 1999.

CARBONARO, M.; MATTERA, M. Polyphenoloxidase activity and polyphenol levels inorganically and conventionally grown peach (*Prunus persica* L., cv. Regina Bianca) and pear (*Pyrus communis* L., cv. Williams). **Food Chemistry**, v. 72, p. 419–424, 2001.

CARIS-VEYRAT, C.; AMIOT, M.J.; TYSSANDIER, V.; GRASSELLY, D.; BURET, M.; MIKOLJOZAK, M.; GUILLAND, J.C.; BOUTELOUP-DEMANGE, C.; BOREL, P. Influence of organic versus conventional agricultural practice on the antioxidant microconstituent content of tomatoes and derived purees; consequences on antioxidant plasma status in humans. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v. 52, p. 6503-6509, 2004.

CARPENTER-BOGGS, L.; KENNEDY, A.C.; REGANOLD, J.P. Organic and Biodynamic Management: Effects on Soil Biology. **Soil Science Society American Journal**, v. 64, p. 1651–1659, 2000.

CHEN, J. H.; SHAO, Y.; HUANG, M. T.; CHIN, C. K.; HO, C. T. Inhibitory effect of caffeic acid phenethyl ester on human leukemia HL-60 cells. **Cancer Letters**, v. 108, n. 2, p. 211-214, 1996.

CRISTOVÃO, A.; KOEHNEN, T.; STRECHT, A. Produção Agrícola Biológica (Orgânica) em Portugal: Evolução, Paradoxos e Desafios. **Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável**, v. 2, n. 4, p. 37-47, 2001.

DAROLT, M.R. **Agricultura Orgânica: inventando o futuro**. Londrina: IAPAR, 2002, 250p.

FAO. **FAOSTAT - Statistical Database – Agriculture**. 2005. Disponível em: <<http://apps.fao.org>>. Acesso em dez., 2008.

FAO. **FAOSTAT Agriculture**. 2004. Disponível em: <<http://apps.fao.org/lim500/nphwarp.pl?ProductionCrops.Primary&Domain=SUA>>. Acesso em: 10 jun. 2008.

HEINONEN, M.; LEHTONEN, P.J.; HOPIA, A. Antioxidative activity of berry and fruit wines and liquor. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v.48, p.25-31, 1998.

HERTOG, M.G.L.; SWEETNAM, P.M.; FEHILY, A.M.; ELWOOD, P.C.; KROMHOUT, D. Antioxidant flavonols and ischaemic heart disease in a Welsh population of men. The Caerphilly study. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 65, p. 1489-1494, 1997.

IMEH, U.; KHOKHAR, S. Distribution of conjugated and free phenols in fruits: Antioxidant activity and cultivar variations. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 50, p. 6301–6306, 2002.

ISHIGE, K., SCHUBERT, D., SAGARA, Y. Flavonoids protect neuronal cells from oxidative stress by three distinct mechanisms. **Free Radical Biology and Medicine**, v. 30, p. 433-446, 2001.

KATSUBE, N.; KEIKO, I.; TSUSHIDA, T.; YAMAKI, K.; KOBORI, M. Induction of apoptosis in cancer cells by bilberry (*Vaccinium myrtillus*) and the anthocyanins. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v. 51, p. 68-75, 2003.

KAUER, C.; KAPOOR, H.C. Anti-oxidant activity and total phenolic content of some Asian vegetables. **International Journal of Food Science and Technology**, v.37, p.153-161, 2002.

KAUER, C; KAPOOR, H.C. Antioxidants in fruits and vegetables– the millennium’s health. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 36 p. 703–725, 2001.

LEE, K.W.; KIM, Y.J.; LEE, H.J.; LEE, C.Y. Cocoa Has More Phenolic Phytochemicals and a Highest Antioxidant Capacity than Teas and Red Wine. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v. 51, p. 7292-7295, 2003.

LIMA, G. P. P.; ROCHA, S. A.; TAKAKI, M. RAMOS, P. R. R.; ONO, E. O. Comparison of polyamine, phenol and flavonoid contents in plants grown under conventional and organic methods. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 43, p. 1838–1843, 2007.

MAPA. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Secretaria de Política Agrícola – SPA. **Cadeia Produtiva de Produtos Orgânicos**. SÉRIE AGRONEGÓCIOS. Vol. 5. BUAINAIN, A.M.; BATALHA, M.O. (coord.), 2007.

MAPURUNGA, L. de F. **Análise da Sustentabilidade da Agricultura Orgânica: um Estudo de Caso**. 2000. 132 f. Tese. (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente). UFC, Fortaleza-CE.

MELO, E.A.; MACIEL, M.I.S.; LIMA, V.L.A.G.; NASCIMENTO, R.J. Capacidade antioxidante de fruta. **Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences**, v. 44, n. 2, P. 193-201, 2008.

MITCHELL, A.E.; CHASSY, A.W. 2006. **Antioxidants and the Nutritional Quality of Organic Agriculture**. Disponível em:<<http://mitchell.ucdavis.edu>>. Acessado em set. 2008.

MOYER, R.A.; HUMMER, K.E.; FINN, C.E.; FREI, B.; WROSTAD, R.E. Anthocyanins, phenolics, and Antioxidants capacity in diverse small fruits: Vaccinium, Rubus, and Ribes. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 50, p. 519-525, 2002

NESS, A.R.; POWLES, J.W. Fruit and vegetables, and cardiovascular disease: a review. **International Journal Epidemiology**, v. 26, n. 1, p. 1-13, 1997.

PADILHA, M.R.F. **Compostos bioativos em mangas (*Mangifera indica* L.): influencia do cultivar, do estágio de maturação e do tratamento pós-colheita**. Tese – (Doutorado em Nutrição), Centro de Ciências da Saúde – UFPE, Recife, 2005. 121p.

PEREIRA, M.C.; GULARTE, J.P.; VIZZOTTO, M. Otimização do processo de extração de compostos fenólicos antioxidantes de amora-preta (*Rubus* sp.). IN: XVI CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UFPEL, **Anais..** 2007.

REN, H.; BAO, H.; ENDO, H.; HAYASHI, T. Antioxidative and antimicrobial activities and flavonoids contents of organically cultivated vegetables. **Nippon Shokuhin Kagaku**, v. 48, p. 246–252, 2001a.

REN, H.; ENDO, H.; HAYASHI, T. Antioxidative and antimutagenic activities and polyphenol content of pesticide-free and organically cultivated green vegetables using

water-soluble chitosan as a soil modifier and leaf surface spray. **Journal of Science Food Agricultural.**, v. 81, p. 1426-1432, 2001b.

RIBEIRO, S. M. R., QUEIROZ, J. H., LOPEZ, M. E., QUEIROZ, R., CAMPOS, F. M., SANTANA, H. M. P. Antioxidant in Mango (*Mangifera indica* L.) Pulp. **Plant Foods for Human Nutrition**, v. 62, p. 13-17, 2007.

RICE-EVANS, C.A.; MILLER, N.J.; PAGANGA, G. Structure antioxidant activity relationship of flavonoids and phenolic acid. **Free Radical of Biology and Medicine**, v. 20, n. 7, p. 933-956, 1996.

SANTOS, G.C.; MONTEIRO, M. Sistema orgânico de produção de alimentos. **Alimentos e Nutrição**, v. 15, n. 1, p. 73-86, 2004.

SCHIEBER, A.; ULLRICH, W.; CARLE, R. Characterization of polyphenols in mango puree concentrate by HPLC with diode array and mass spectrometric detection. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, v. 1, p. 161-166, 2000.

SHAHIDI, F.; JANITHA, P.K.; WANASUNDARA, P.D. Phenolic antioxidants. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition.**, v. 32, n. 1, p. 67-103, 1992.

SIEGEL, S.; CASTELLAN, JR., N. J. **Estatística Não Paramétrica para Ciências do Comportamento**. 2ª Edição, Ed. Artimed, 2006, 448p.

SINGLETON, V.L.; ROSSI, J.A. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdicphosphotungstic acid reagents. **American Journal of Enology Viticulture**, v. 16, p. 144-158, 1965.

SOARES, M.. Avaliação da atividade antioxidante e identificação dos ácidos fenólicos presentes no bagaço de maçã cv. Gala. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 28, n. 3, p. 727-732, 2008.

STEINER, R. **Fundamentos da Agricultura Biodinâmica**. 3. ed. São Paulo: Editora Antroposofica, 2001, 235p.

STOCLET, J.C.; CHATAIGNEAU, T.; NDIAYE, M.; OAK, M.H.; EL BEDOUI, J.; CHATAIGNEAU, M.; SCHINI-KERTH, V.B. Vascular protection by dietary polyphenols. **European Journal of Pharmacology**. v. 500, n. 1-3, p. 299-313, 2004.

VASCO, C.; RUALES, J.; KAMAL-ELDIN, A. Total phenolic compounds and antioxidant capacities of major fruits from Ecuador. **Food Chemistry**, v. 111, p. 816–823, 2008.

VELIOGLU, Y.S.; MAZZA, G.; GAO, L.; OOMAH, B.D. Antioxidant activity and total phenolics in selected fruits, vegetables and grain products. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, Washington, v.46, p.4113-4117, 1998.

VISON, J.A.; HAO, Y.; SU, X.; ZUBIK, L. Phenol antioxidant quantity and quality in foods: vegetables. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, Washington, v.46, p.3630-3634, 1998.

WANG, J.; MAZZA, G. Effects of anthocyanins and other phenolic compounds on the production of tumor necrosis factor alpha in LPS/IFN-gamma-activated RAW 264.7 macrophages. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v. 50, p. 4183-4189, 2002.

WU, X.; BEECHER, R. G.; HOLDEN, J. M.; HAYTOWITZ, D. B.; GEBHARDT, S. E.; PRIOR, R. L. Lipophilic and hydrophilic antioxidant capacities of common foods in the United States. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 52, p. 4026–4037, 2004.

6 – AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à CAPES e ao CNPq pelo suporte financeiro.

CAPITULO IV

Teor de carotenóides e vitamina C em mangas procedentes de cultivos biodinâmico, orgânico e convencional.

RESUMO

A manga se destaca por seu alto valor comercial, em muitas regiões do mundo, por seu sabor, aroma, coloração e constituição bromatológica. Mangas de diferentes estádios de maturação, procedentes dos sistemas de cultivo biodinâmico, orgânico e convencional, foram analisadas para a determinação dos teores de carotenóides totais e vitamina C. As amostras foram coletadas na Chapada Diamantina – BA, região que cultiva os três sistemas agrícolas. As mangas orgânicas foram as que apresentaram maiores teores de carotenóides e vitamina C, com valores que variam de 8,10 a 45,21 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ e 17,77 a 34,02 $\text{mg}\cdot 100\text{ g}^{-1}$. Os frutos biodinâmicos apresentaram menores teores de vitamina C e carotenóides totais.

Palavras-chave: manga, carotenóides, ácido ascórbico, agricultura biodinâmica e orgânica.

1 – INTRODUÇÃO

O modelo de desenvolvimento agrícola vigente no Brasil e no mundo gera problemas ambientais e sócio-econômicos. Atualmente, evidencia-se uma maior consciência ecológica e uma mudança de hábito alimentar entre os brasileiros, na direção de um aumento na demanda por produtos saudáveis. Tais observações, por si mesmas, chamam a atenção para o potencial deste novo nicho de mercado. Os produtos orgânicos e biodinâmicos ocupam um lugar importante neste contexto e o Brasil é um grande produtor e exportador.

A agricultura orgânica tem como princípios e práticas encorajar e realçar ciclos biológicos dentro do sistema de agricultura para manter e aumentar a fertilidade do solo, minimizar

todas as formas de poluição, considerar o amplo impacto social e ecológico do sistema de produção de alimentos e produzir alimentos de boa qualidade (IFOAM, 1998). A agricultura biodinâmica é um sistema agrícola mais avançado que o orgânico, que está ganhando maior atenção devido à sua ênfase na qualidade dos alimentos, preocupação com o ambiente e sustentabilidade (STEINER, 1993). Esta agricultura é entendida a partir das influências cósmicas no desenvolvimento das plantas e animais e da interação de forças espirituais (PAULUS *et al.*, 2000).

No Brasil, a fruticultura representa grande importância comercial devido à grande área cultivada e alto volume de exportações. A manga (*Mangifera indica* L.) está entre as frutas mais importantes neste contexto. O Brasil é o nono produtor mundial de manga e segundo maior exportador, com 84% do cultivo localizado nos estados de São Paulo, Bahia, Minas Gerais, Pernambuco, Ceará, Rio Grande do Norte e Paraíba, sendo a Bahia o maior produtor nacional (IBGE, 2004). Na região da Chapada Diamantina, são cultivadas mangas sob o sistema de cultivo convencional e também nos modelos de agricultura sustentável, como a orgânica e a biodinâmica.

A manga é uma fruta muito popular em muitos países. É uma fruta climatérica (SANE *et al.*, 2005; YAHIA *et al.* 2006), e seu processo de amadurecimento ocorre rapidamente após a colheita, dependendo do cultivar, do estágio de maturação na colheita e das condições pós-colheita (VÁZQUEZ-CAICEDO *et al.*, 2004). Algumas mudanças bioquímicas ocorrem durante o amadurecimento da manga, dentre as quais se destaca a biossíntese dos carotenóides. (VÁZQUEZ-CAICEDO *et al.*, 2004; 2005). As mangas em estágio verde de maturação são adstringentes, ácidas e ricas em vitamina C (LAKSHMINARAYANA, 1985).

A manga é uma fruta rica em carotenóides e observa-se que a quantidade de carotenóides aumenta progressivamente, durante o amadurecimento da fruta, sendo o β -caroteno encontrado em boa proporção (CARDELLO; CARDELLO, 1998). O β -caroteno oferece a mais alta atividade de pró-vitamina A. Esta vitamina e seus metabólitos são indispensáveis para visão, a reprodução e a função imunológica, além de realizar outras importantes

funções fisiológicas, incluindo a desativação das espécies reativas de oxigênio (CHYTIL, 1999).

Godoy e Rodriguez-Amaya (1989) relataram que o β -caroteno é o carotenóide dominante na manga, composta de 48-84% do conteúdo total de carotenóides. Vários destes compostos foram identificados em frutos de diferentes cultivares (BEN-AMOTZ; FISHLER, 1998; CHEN *et al.*, 2004), mas apenas um pequeno número deles ocorrem em concentrações significativas (ORNELAS-PAZ *et al.*, 2007). Os carotenóides são pigmentos vegetais naturais responsáveis por diversas funções biológicas e para a coloração de muitos frutos e produtos vegetais. São compostos solúveis em lipídios associados a efeitos para a saúde, tais como proteção contra alguns tipos de câncer (BERTRAM; VINE, 2005), degeneração macular relacionada com a idade (BRUNO; MEDEIROS, 2000), e doença cardíaca (PALACE *et al.* 1999).

A composição de carotenóides em manga pode ser afetada por muitos fatores, como o cultivar, a origem geográfica, o grau de maturação e as condições de processamento do fruto (POTT *et al.*, 2003). Práticas agrícolas também podem influenciar a composição de carotenóides. A comparação de couve, do mesmo cultivar, no mesmo estágio de maturação, produzido em fazendas vizinhas, revelou, significativamente, maiores concentrações de todos os constituintes carotenóides em amostras coletadas de uma fazenda orgânica em relação aos de uma exploração agrícola convencional que utiliza agrotóxicos (RODRIGUEZ-AMAYA *et al.*, 2008).

Os carotenóides e o ácido ascórbico são compostos presentes em frutos e produtos vegetais, sendo muito importantes por ter um papel benéfico na promoção da saúde (STAHL; SIES, 1996; TEMPLE, 2000). Ambos atuam como antioxidantes, protetores contra uma variedade de doenças. Nos últimos anos, o interesse em ácido ascórbico aumentou consideravelmente devido ao seu envolvimento na liberação de óxido nítrico (KIRSCH *et al.*, 2003).

A vitamina C é um componente essencial na dieta humana, exigido na prevenção de escorbuto, apresenta funções biológicas na formação de colágeno, na absorção de ferro

inorgânico, na inibição da formação de nitrosaminas, e no reforço do sistema imunológico (DIPLOCK *et al.*, 1998). Esta vitamina possui grande número de funções e participa de numerosas reações químicas, sendo elemento de forte importância na dieta e manutenção da saúde humana (FRANCO, 1999). A concentração de ácido ascórbico em frutas e vegetais varia com as condições de crescimento (LISIEWSKA; KMIĘCIK, 1996), maturação (WANG; LIN, 2000) e tratamento pós-colheita (RIBEIRO; SERAVALLI, 2004).

A vitamina C atua como um excelente antioxidante no organismo devido à sua capacidade de eliminar diferentes espécies de radicais livres mantendo a integridade das membranas de células dos organismos aeróbios (BARATA-SOARES *et al.*, 2004; HERNÁNDEZ *et al.*, 2006), além de estar envolvida com o crescimento e divisão celular, e como cofator para muitas enzimas (LEE; KADER, 2000). Estudos indicam que o ácido ascórbico pode prevenir mutações em DNA de humanos, causadas por estresse oxidativo, como observado em células humanas *in vitro* (LUTSENKO *et al.*, 2002).

Este trabalho tem como objetivo analisar as diferenças no conteúdo de carotenóides totais e vitamina C em mangas em diferentes estádios de maturação, cultivadas em sistemas de cultivo biodinâmico, orgânico e convencional.

2 - MATERIAL E MÉTODOS

2.1 – Amostras

Foram analisados 36 frutos de manga (*Mangifera indica* cv. “Tommy Atkins”) de cada sistema de cultivo, sendo 12 de cada estágio de maturação, a saber: verde, “de vez” e maduro. Os frutos foram coletados na região da Chapada Diamantina, no município de Piatã – BA. Essa região foi escolhida por ser produtora de mangas na agricultura biodinâmica e orgânica certificadas e convencional.

2.1.1 - Preparo das amostras

As frutas foram lavadas com detergente apropriado e água potável, secas e descascadas para a separação da polpa. Após homogeneização, a polpa foi armazenada, em recipientes hermeticamente fechados, e levadas a congelamento em temperatura de -18°C até o momento da realização das análises.

2.2 – Carotenóides totais

Os carotenóides, de aproximadamente 6,0g de amostra fresca, foram extraídos com acetona e celite, utilizando almofariz e pistilo de porcelana, e filtradas em funil de Buchner. O resíduo foi lavado com acetona até a remoção completa dos pigmentos. Estes foram transferidos para um funil de separação contendo éter de petróleo e lavados exaustivamente com água destilada, para a eliminação completa da acetona.

Os pigmentos extraídos foram submetidos à saponificação em solução de hidróxido de potássio em metanol a 10% (v:v), e deixados em repouso por 12 horas à temperatura ambiente. Os pigmentos remanescentes foram transferidos para um funil de separação contendo éter de petróleo e foram lavados exaustivamente em água destilada, para eliminar completamente a solução de hidróxido de potássio. Após o ajuste do volume, a absorbância no comprimento de onda de absorção máxima foi medida num espectrofotômetro UV-Visível (Femto 800XI), num comprimento de onda de 440nm. O teor de carotenóides totais foi expresso em $\mu\text{g.g}^{-1}$ (RODRIGUEZ-AMAYA, 1999).

2.3 – Vitamina C

A vitamina C foi determinada pelo método do iodeto de potássio, com 20g de amostra. Este método é aplicado para a determinação de vitamina C ou ácido L-ascórbico em alimentos *in natura*, quando a quantidade da referida vitamina for maior que 5 mg, e baseia-se na oxidação do ácido ascórbico pelo iodato de potássio (AOAC, 1997).

2.4 - Análise estatística

Foram realizados Testes de Normalidade para verificar se os dados seguiam a Distribuição Gaussiana. O teste utilizado foi o de Anderson-Darling. Nos casos em que os dados tinham Distribuição Normal, foi feita a Análise de Variância (ANOVA) para verificar se existia diferença entre as médias dos tratamentos. Quando existia diferença entre as médias foi realizado o Teste de Tukey (BARBIN, 2003). Entretanto, ao constatar que os dados não seguiam uma distribuição normal, utilizou-se o Teste de Kruskal-Wallis. Na existência de diferença entre grupos, foi feito um teste de comparações múltiplas não paramétricas (SIEGEL; CASTELLAN, 2006) Em todos os testes foi adotado o nível de 5% de significância. Todos os testes foram realizados utilizando o programa MINITAB 14[®].

3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

As mangas são normalmente colhidas verdes ou parcialmente imaturas para que haja tempo suficiente para o transporte e comercialização antes do amadurecimento. Mudanças acentuadas ocorreram no teor de carotenóides totais entre as mangas verdes e maduras. Mercadante e Rodriguez-Amaya (1998) encontraram diferença significativa no teor de carotenóides em mangas “Tommy Atkins” verdes com uma média de $17\mu\text{g.g}^{-1}$, aumentando para $51\mu\text{g.g}^{-1}$ em frutos maduros.

As mangas orgânicas apresentaram teores de carotenóides muito superiores quando comparadas às mangas procedentes dos outros sistemas de cultivo (Tabela 1). Entre os frutos “de vez” e maduros houve diferença significativa para os demais sistemas avaliados. As mangas orgânicas e convencionais verdes são semelhantes estatisticamente. Todos os frutos avaliados diferiram significativamente a 5% em relação ao estágio de maturação. Nos frutos maduros os teores de carotenóides totais foram superiores.

Tabela 1. Valores médios com desvio padrão do teor de carotenóides totais ($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$) de manga “Tommy Atkins” de diferentes sistemas de cultivo para cada estágio de maturação.

Sistema de cultivo	Carotenóides totais ($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$) Maturação dos frutos		
	Verde	De vez	Maduro
Biodinâmico	1,37 ^{Aa} ±0,11	3,30 ^{Ab} ±0,15	7,13 ^{Ac} ±0,28
Orgânico	8,10 ^{Ba} ±0,37	12,57 ^{Bb} ±0,26	45,21 ^{Bc} ±0,51
Convencional	5,21 ^{Ba} ±0,12	6,21 ^{Cb} ±0,47	29,33 ^{Cc} ±0,42

Valores assinalados com a mesma letra entre as médias parciais não diferem significativamente ($p>0,05$). A primeira letra indica se há diferença entre os sistemas de cultivo (sentido da coluna - vertical). A segunda letra indica se há diferença entre os estádios de maturação (sentido da linha - horizontal).

Na Figura 1 observa-se com clareza a diferença entre os teores de carotenóides totais em relação aos sistemas de cultivo e estádios de maturação. Os frutos biodinâmicos foram os que apresentaram menor quantidade desses compostos. As mangas convencionais apresentaram teores próximos de carotenóides totais entre os frutos verdes e “de vez”. No estágio maduro houve um aumento grande na concentração deste composto; fato semelhante ocorreu com os frutos orgânicos.

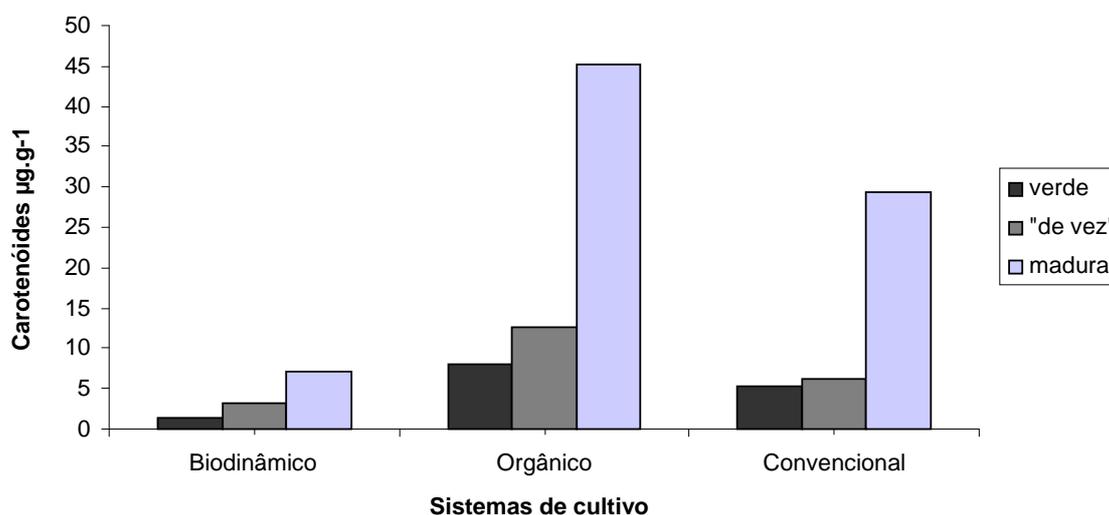


Figura 1: Representação gráfica dos teores de carotenóides totais em mangas biodinâmicas, orgânicas e convencionais, em diferentes estádios de maturação.

De acordo com Kruse *et al.* (2001), frequentemente se emprega mais de um herbicida na agricultura convencional para efeito sinérgico de controle de pragas resistentes. Herbicidas diminuem a síntese de carotenóides através da inibição das enzimas fitoeno desnaturase ou por algum processo bioquímico ainda não esclarecido (SANDMANN *et al.*, 1991). Isto poderia explicar os menores valores encontrados para as mangas convencionais em relação às orgânicas, porém as mangas biodinâmicas apresentaram teores ainda menores, e então essa explicação não tem aplicabilidade, partindo do pressuposto de que não são utilizados agroquímicos neste sistema.

Ishida e Chapman (2004) estimaram o conteúdo total de carotenóides e, especificamente, o conteúdo de licopeno em amostras de “ketchup” orgânicos e convencionais. As amostras de “ketchup” produzidas por empresas de alimentos orgânicos apresentaram maiores teores de licopeno e de carotenóides totais. Caris-Veyrat *et al.* (2004) realizaram um estudo visando à comparação do conteúdo de compostos antioxidantes presentes em tomates cultivados orgânica e convencionalmente. Os resultados, expressos em base úmida, demonstraram maior teor de vitamina C e carotenóides para o tomate orgânico.

Os teores de vitamina C foram superiores nas mangas cultivadas sob o sistema orgânico, e em todos os estádios de maturação estes frutos apresentaram diferença significativa ($p \leq 0,05$) para os outros sistemas de cultivo (Tabela 2).

Toor *et al.* (2006) verificaram a influência de diferentes tipos de fertilizantes sobre os principais componentes antioxidantes de tomates e concluíram que as fontes de adubos podem ter um expressivo efeito sobre a concentração destes compostos. A utilização de adubos orgânicos aumentou os níveis de ácido ascórbico. Pesquisas realizadas no Brasil por Borguini (2006) registraram que tomates provenientes de sistema orgânico de produção apresentaram maior teor de ácido ascórbico do que o tomate produzido por cultivo convencional.

Pesquisa realizada por Schuphan (1974), na Alemanha, durante um período de doze anos, visou a comparação entre dois padrões de aplicação de fertilizantes na produção de espinafre, batata, cenoura e repolho. Em um processo, foi utilizado um fertilizante

convencional de alta solubilidade e no outro houve a adoção de adubo orgânico. Ao examinar os resultados obtidos para os alimentos cultivados com a aplicação da adubação orgânica, observou-se acréscimos de 28% de vitamina C.

Premuzic *et al.* (1998) compararam o conteúdo de ácido ascórbico de tomates cultivados com substrato orgânico aos tomates cultivados hidroponicamente e registraram um conteúdo maior de ácido ascórbico para os frutos produzidos mediante utilização de composto orgânico. Miranda e Viana (2006) estudando frutos de diferentes procedências obtidos em feiras de alimentos orgânicos e comparados com frutos convencionais obtidos em redes de supermercados durante um ano, verificaram maiores teores de vitamina C em mangas orgânicas.

Tabela 2. Valores médios com desvio padrão de vitamina C (mg.g^{-1}) de manga “Tommy Atkins” de diferentes sistemas de cultivo para cada estágio de maturação.

Sistema de cultivo	Vitamina C (mg.g^{-1}) Maturação dos frutos		
	Verde	De vez	Maduro
Biodinâmico	16,52 ^{Aa} ±2,66	11,63 ^{Ab} ±2,54	10,47 ^{Ac} ±2,43
Orgânico	34,02 ^{Ba} ±4,56	17,97 ^{Bb} ±1,80	17,77 ^{Bb} ±1,85
Convencional	22,48 ^{Ca} ±1,09	13,77 ^{Cb} ±1,66	13,35 ^{Cc} ±2,69

Valores assinalados com a mesma letra entre as médias parciais não diferem significativamente ($p>0,05$). A primeira letra indica se há diferença entre os sistemas de cultivo (sentido da coluna - vertical). A segunda letra indica se há diferença entre os estádios de maturação (sentido da linha - horizontal).

Os valores de vitamina C nos frutos biodinâmicos foram inferiores aos convencionais e estes aos orgânicos (Figura 2). Nos sistemas de cultivo biodinâmico e convencional houve diferença significativa entre os três estádios de maturação. Para os frutos “de vez” e maduros orgânicos não houve diferença significativa a 5%. Segundo Lee e Kader (2000) e Hernández *et al.* (2006) a evolução da maturação influencia de maneira negativa o conteúdo de vitamina C em manga, o que foi constatado neste trabalho.

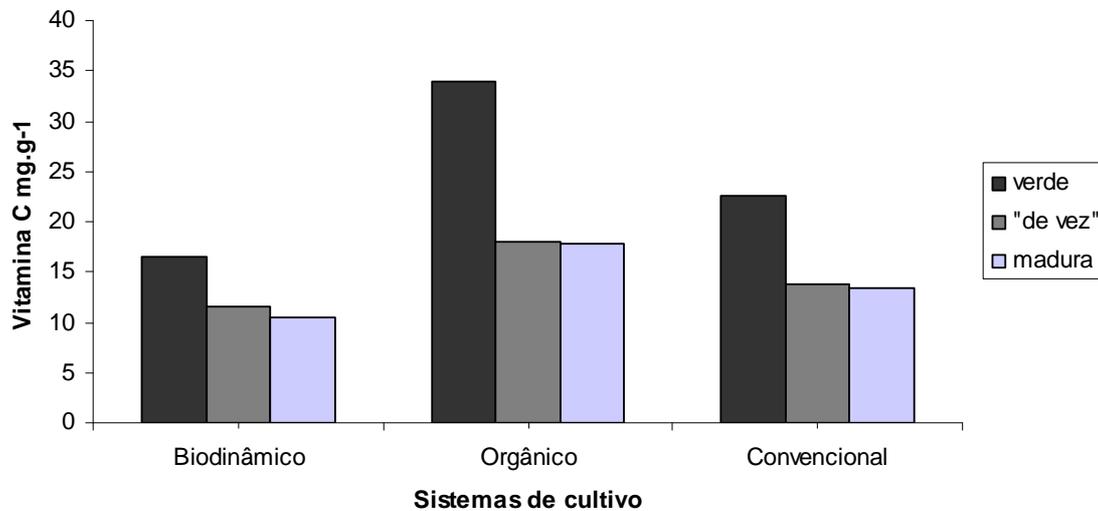


Figura 2: Representação gráfica dos teores de vitamina C em mangas biodinâmicas, orgânicas e convencionais, em diferentes estádios de maturação.

Franco (1999), descreve a manga como uma fruta rica em vitamina C, apresentando valores que variam de $66,5 \text{ mg} \cdot 100^{-1} \text{ g}$ na fruta verde a $43,0 \text{ mg} \cdot 100^{-1} \text{ g}$ na fruta madura. Cardello e Cardello (1998) encontraram a mesma correlação de redução no teor de vitamina C durante a maturação de mangas "Haden", onde detectaram um teor aproximadamente de $205 \text{ mg} \cdot 100^{-1} \text{ g}$ em frutas verdes caindo para aproximadamente $105 \text{ mg} \cdot 100^{-1} \text{ g}$ em frutas maduras.

Os resultados encontrados neste trabalho quanto ao conteúdo médio de ácido ascórbico em manga procedente de cultivo convencional foram superiores aos achados por Ribeiro (2006), Franke *et al.* (2004), Frenich *et al.* (2005) e por Vinci *et al.* (1995).

Não foram encontrados na literatura estudos que tivessem realizado a comparação dos teores de vitamina C e ou carotenóides em frutos procedentes dos cultivos biodinâmicos, orgânicos e convencionais.

4 – CONCLUSÕES

As mangas orgânicas são as que apresentaram maior teor de carotenóides totais e vitamina C, enquanto que as mangas biodinâmicas apresentaram os menores teores destes compostos. A influência da prática orgânica favoreceu a formação de carotenóides e vitamina C, importantes antioxidantes, nas frutas estudadas. O cultivo biodinâmico requer mais estudos para esclarecimento de sua composição.

Os teores de carotenóides de mangas procedentes dos três sistemas de cultivo estudados aumentaram significativamente do estágio verde para maduro, enquanto que a concentração de vitamina C apresentou efeito inverso.

ABSTRACT

The mango's fruit have a very high commercial value in many regions of the world for their characteristics like taste, smell, color and chemical constitution. Mangos of different stages of maturation, from biodynamic, organic and conventional farming systems, were analyzed to determine the levels of total carotenoids and vitamin C. Samples were collected in the Chapada Diamantina - Bahia. The organic mangos were represented in highest levels of carotenoids and vitamin C, with values ranging from 8.10 to 45.21 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ and 17.77 to 34.02 $\text{mg}\cdot 100\text{ g}^{-1}$. The biodynamic fruits have lowest levels of vitamin C and total carotenoids.

Keywords: mango, carotenoids, acid ascorbic, biodynamic and organic farming.

5 – REFERÊNCIAS

AOAC - ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of the association of the Agricultural Chemists**. 14. ed. Washington, 1997.

BARATA-SOARES, A. D.; GOMEZ, M. L. P. A.; MESQUITA, C. H.; LAJOLO, F. M. Ascorbic acid biosynthesis: a precursor study on plants. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v. 16, n. 3, p. 147-154, 2004.

BARBIN, D. **Planejamento e Análise Estatística de Estatística de Experimentos Agronômicos**. Ed. Midas, 2003. 194p.

BEN-AMOTZ, A.; FISHLER, R. Analysis of carotenoids with emphasis on 9-*cis*- β -carotene in vegetables and fruits commonly consumed in Israel. **Food Chemistry**. v. 62, n. 4, p. 515–520, 1998.

BERTRAM, J. S.; VINE, A. L. Cancer prevention by retinoids and carotenoids: independent action on a common target. **Biochimica et Biophysica Acta**., v. 1740, p. 170–178, 2005.

BORGUINI, R. G. Avaliação do potencial antioxidante e de algumas características físico-químicas do tomate (*Lycopersicon esculentum*) orgânico em comparação ao convencional [tese]. São Paulo: Universidade de São Paulo, 161p, 2006.

BRUNO, R. S., MEDEIROS, D. M. Lutein, zeaxanthin, and age-related macular degeneration. **Journal of Nutraceuticals, Functional and Medical Foods**, v. 3, n. 1, p. 79–85, 2000.

CARDELLO, H. M. A. B.; CARDELLO, L. Teor de vitamina C, atividade de ascorbato oxidase e perfil sensorial de manga (*Mangifera indica* L.) var. Haden, durante o amadurecimento. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.18, n. 2, p. 211-217, 1998.

CARIS-VEYRAT, C.; AMIOT, M. J.; TYSSANDIER, V.; GRASSELLY, D.; BURET, M.; MIKOLJOZAK, M.; GUILLAND, J. C.; BOUTELOUP-DEMANGE, C.; BOREL, P. Influence of organic versus conventional agricultural practice on the antioxidant microconstituent content of tomatoes and derived purees; consequences on antioxidant plasma status in humans. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v. 52, n. 21, p.6503-6509, 2004.

CHEN, J.P.; TAI, C.Y.; CHEN, B.H. Improved liquid chromatographic method for determination of carotenoids in Taiwanese mango (*Mangifera indica* L.). **Journal of Chromatography**, v. 1054, n. 1-2, p. 261–268, 2004.

CHYTIL, F. Vitamin A: Not for vision only. **Brazilian Journal of Nutrition**, v. 82, p. 161–162, 1999.

DIPLOCK, A. T.; CHARLEUX, J. L.; CROZIER-WILLI, G.; KOK, F. J.; RICE-EVANS, C.; ROBERFROID, M. Functional food science and defense against reactive oxidative species. **Brazilian Journal of Nutrition**, v. 80, n.1, p. 77–112, 1998.

FRANCO, G. **Tabela de composição química dos alimentos**. 9. ed. São Paulo: Atheneu Editora. 1999, 307p.

FRANKE, A. A.; CUSTER, L. J.; ARAKAKI, C.; MURPHY, S. P. Vitamin C and flavonoid levels of fruits and vegetables consumed in Hawaii. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 17, n. 4, p. 1-35, 2004.

FRENICH, A. G.; TORRES, M. E. H.; VEGA, A. B.; VIDAL, J. L. M.; BOLAÑOS, P. P. Determination of ascorbic acid and carotenoids in food commodities by Liquid Chromatography with Mass Spectrometry Detection. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v. 53, n. 19, p. 7371-7376, 2005.

GODOY, H. T.; RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Carotenoid composition of commercial mangoes from Brazil. **Lebensmittel-Wissenschaft and Technologie**, v. 22, p. 100–103, 1989.

HERNÁNDEZ, Y.; LOBO, M. G.; GONZÁLEZ, M. Determination of vitamin C in tropical fruits: a comparative evaluation of methods. **Food Chemistry**, v. 96, n. 4, p. 654-664, 2006.

IFOAM. INTERNATIONAL FEDERATION OF ORGANIC AGRICULTURAL MOVEMENTS. **Basic standards for organic production and processing**. In: IFOAM General Assembly. Argentina, 1998.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção Agrícola Municipal**. 2004. Disponível em <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/protablas?z=t80=11>>. Acesso em: dez. 2008.

ISHIDA, B. K.; CHAPMAN, M. H. A comparison of carotenoid content and total antioxidant activity in catsup from several commercial sources in the United States. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v. 52, n. 26, p. 8017-8020, 2004.

KIRSCH, M.; FUCHS, A.; DE GROOT, H. Regiospecific Nitrosation of N-terminal-blocked Tryptophan Derivatives by N₂O₃ at Physiological pH. **Journal of Biological Chemistry**, v. 278, n. 14, p. 11931-11936, 2003.

KRUSE, N. D., VIDAL, R. A., BAUMAN, T. T., & TREZZI, M. M. Sinergismo potencial entre herbicidas inibidores do fotossistema II e da síntese de carotenóides. **Ciência Rural**, v. 31, n. 4, p. 569-575, 2001.

LAKSHMINARAYANA, S. Mango. In: NAGY, S.; SHAW, P.E. (eds) **Tropical and Subtropical fruit**. New York: AVI Publishers, p.184-257, 1985.

LEE, S. K.; KADER, A. A. Preharvest and postharvest factors influencing vitamin C content of horticultural crops. **Postharvest Biology and Technology**, v. 20, n. 3, p. 207-220, 2000.

LISIEWSKA, Z.; KMIĘCIK, W. Effects of level of nitrogen fertilizer, processing conditions and period of storage of frozen broccoli and cauliflower on vitamin C retention. **Food Chemistry**, v.57, n. 2, p.267-270, 1996.

LUTSENKO, E. A., CÁRCAMO, J. M., GOLDEN, D. W. Vitamin C prevents DNA mutation induced by oxidative stress. **The Journal of Biological Chemistry**, v. 277, n. 3, p. 16.895-16.899, 2002.

MERCADANTE, A. Z.; RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Effects of Ripening, Cultivar Differences, and Processing on the Carotenoid Composition of Mango. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 46, n. 10, p. 128-130, 1998.

MIRANDA M. S.; VIANA, M. Determinação de vitamina C em frutos procedentes de cultivo organico e convencional -Bahia. In: Seminário Estudantil de Pesquisa SEMPPG, 2006, Salvador. anais do SEMPPG, 2006.

ORNELAS-PAZ, J.; DE, J.; YAHIA, E.M.; GARDEA, A. Identification and quantification of xanthophyll esters, carotenes and tocopherols in the fruit of seven Mexican mango cultivars by liquid chromatography-APCI+-time-of-flight mass spectrometry. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 55, n. 21, p. 6628–6635, 2007.

PALACE, V. P.; KHAPER, N.; QIN, Q.; SINGAL, P.K. Antioxidant potentials of vitamin A and carotenoids and their relevance to heart disease. **Free Radical Biology and Medicine**, v. 26, n. 5-6, p. 746–761, 1999.

PAULUS, G.; MULLER, A.M.; BARCELLOS, L.A.R. **Agroecologia aplicada: praticas e métodos para uma agricultura de base ecológica**. Porto Alegre: EMATER/RS, 2000, 141p.

POTT, I.; MARX, M.; NEIDHART, S.; MÜHLBAUER, W.; CARLE, R. Quantitative determination of b-carotene stereoisomers in fresh, dried and solar-dried mangoes (*Mangifera indica* L.). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 51, n. 16, p. 4527–4531, 2003.

PREMUZIC, Z.; BARGIELA, M.; GARCIA, A.; RONDINA, A.; LORIO, A. Calcium, iron, potassium, phosphorus and vitamin C content of organic and hydroponic tomatoes. **Hortscience**. v. 33, p. 255-257, 1998.

RIBEIRO, E. P.; SERAVALLI, E. A. G. **Química de Alimentos**. São Paulo: Edgard Blücher: Instituto Mauá de Tecnologia, 2004, 184p.

RIBEIRO, S. M. R. **Caracterização e avaliação do potencial antioxidante de mangas (*Mangifera indica* L.) cultivadas no estado de Minas Gerais**. Viçosa, 166p. Tese de Doutorado, Universidade Federal de Viçosa, 2006.

RODRIGUEZ-AMAYA, D.B. **A guide to carotenoids analysis in food**. Washington: ILSI Press, 1999. p.14-22.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B.; KIMURA, M.; GODOY, H. T., AMAYA-FARFAN, J. Updated Brazilian database on food carotenoids: Factors affecting carotenoid composition. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 21, p. 445– 463, 2008.

SANDMANN, G., SCHMIDT, A., LINDEN, H. Phytoene desaturase, the essential target for bleaching herbicides. **Weed Science**, v. 39, n. 3, p. 474-479, 1991.

SANE, V. A.; CHOURASIA, A.; PRAVENDRA, N. Softening in mango (*Mangifera indica* cv. Dashehari) is correlated with the expression of an early ethylene responsive, ripening related expansion gene, *MiExpA1*. **Postharvest Biology and Technology**, v.38, p.223–230, 2005.

SCHUPHAN, W. Nutritive value of crops as influenced by organic and inorganic fertilizer treatment. **Qualitas Plantarum: plant foods for human nutrition**. v. 23, n. 4, p. 333-358,1974.

SIEGEL, S.; CASTELLAN, JR., N. J. **Estatística Não Paramétrica para Ciências do Comportamento**. 2ª Edição, Ed. Artimed, 2006, 448p.

STAHL, W.; SIES, H. Perspective in biochemistry and biophysics. Lycopene. A biologically important carotenoid for humans. **Archives of Biochemistry and Biophysics**, v. 336, p. 1-9, 1996.

STEINER, R. **Spiritual Foundations for the Renewal of Agriculture: A Course of Lectures**. Bio-Dynamic Farming and Gardening Association, Kimberton, PA. 1993. 310 p.

TEMPLE, N. J. Antioxidants and Disease: more questions than answers. **Nutrition Research**, v. 20, n. 3, p. 449-459, 2000.

TOOR, R. K.; SAVAGE, G. P.; HEEB, A. Influence of different types of fertilizers on the major antioxidant components of tomatoes. **Journal of Food Composition and Analysis**., v. 19, n. 1, p. 20-27, 2006.

VÁZQUEZ-CAICEDO, A. L.; NEIDHART, S.; CARLE, R. Postharvest ripening behavior of nine Thai mango cultivars and their suitability for industrial applications. **Acta Horticulture**. v. 645, p. 617–625, 2004.

VÁZQUEZ-CAICEDO, A. L.; SRUAMSIRI, P.; CARLE, R.; NEIDHART, S. Accumulation of all-*trans*- β -carotene and its 9-*cis* and 13-*cis* stereoisomers during postharvest ripening of nine Thai mango cultivars. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 53, n. 12, p. 4827–4835, 2005.

VINCI, G., BOTRÈ, F., MELE, G., & RUGGIERI, G. Ascorbic acid in exotic fruits: a liquid chromatographic investigation. **Food Chemistry**, v. 53, n. 4, p. 211-214, 1995.

WANG, S. Y.; LIN, H-S. Antioxidant Activity in fruits and leaves of blackberry, raspberry and strawberry varies with cultivar and development stage. **Journal Agricultural Food Chemistry**, v.48, n. 2, p.140-146, 2000.

YAHIA, E. M.; ORNELAS-PAZ, J. D. E. J.; GARDEA, A. Extraction, separation and partial identification of ‘Ataulfo’ mango fruit carotenoids. **Acta Horticulture**, v. 712, p. 333–338, 2006.

6 – AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a CAPES e ao CNPq pelo suporte financeiro.

CONCLUSÕES GERAIS

Tanto os estádios de maturação quanto os sistemas de cultivo influenciaram na composição química da manga “Tommy Atkins”, com alguns atributos químicos se comportando de forma positiva ou negativa, de maneira a aumentar ou diminuir o teor destes atributos, respectivamente.

Com a maturação ocorreu aumento gradativo do pH, sólidos solúveis totais, gorduras, açúcares totais e açúcares redutores, enquanto ocorreu redução gradativa de acidez, cinzas e água. As mangas procedentes do sistema biodinâmico apresentaram maiores teores de resíduo mineral fixo e acidez nos três estádios de maturação analisados. As mangas orgânicas têm o maior valor de pH, SST, relação SST/ATT, açúcares totais e redutores em todos os estádios de maturação, além de ter o menor teor de umidade nas frutas maduras e menor teor de proteínas nas verdes e maduras. As mangas convencionais têm a menor concentração de sólidos solúveis totais, açúcares totais e redutores e resíduo mineral fixo. A umidade e proteínas foram maiores nestes frutos do que nos biodinâmicos e orgânicos.

Nas mangas orgânicas verdes, a atividade antioxidante, os compostos fenólicos e flavonóides foram significativamente superiores às demais. As mangas orgânicas foram as que apresentaram maior teor de carotenóides totais e vitamina C, enquanto que as mangas biodinâmicas apresentaram os menores teores destes compostos. Além de maior quantidade de compostos bioativos.

De uma maneira geral, as mangas procedentes de cultivo convencional de cultivo apresentaram os menores teores de compostos fenólicos, flavonóides totais e menor potencial antioxidante. Em relação aos carotenóides totais e vitamina C, estas mangas foram superiores somente às biodinâmicas.

As mangas biodinâmicas apresentaram menores índices de carotenóides totais, vitamina C e teores intermediários de compostos fenólicos e flavonóides totais, porém, nos estádios de maturação em que os flavonóides foram superiores às demais, estas mangas demonstraram

maior capacidade em sequestrar radicais livres. O cultivo biodinâmico requer mais estudos para maior conhecimento de sua composição.