

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”

FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS

CÂMPUS DE BOTUCATU

**BIOMASSA, TEORES DE NUTRIENTES, ESPILANTOL E ATIVIDADE
ANTIOXIDANTE EM PLANTAS DE JAMBU (*Acmella ciliata* Kunth) SOB
ADUBAÇÕES MINERAL E ORGÂNICA**

LUCIANA DA SILVA BORGES

Dissertação apresentada à Faculdade de
Ciências Agronômicas da Unesp - Câmpus de
Botucatu, para obtenção do título de Mestre em
Agronomia (Horticultura)

BOTUCATU-SP

Fevereiro - 2009

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CÂMPUS DE BOTUCATU

**BIOMASSA, TEORES DE NUTRIENTES, ESPILANTOL E ATIVIDADE
ANTIOXIDANTE EM PLANTAS DE JAMBU (*Acmella ciliata* Kunth) SOB
ADUBAÇÕES MINERAL E ORGÂNICA**

LUCIANA DA SILVA BORGES

Orientadora: Profa. Dra. Giuseppina Pace Pereira Lima

Co -Orientadora: Profa. Dra. Rummy Goto

Dissertação apresentada à Faculdade de
Ciências Agronômicas da Unesp - Câmpus de
Botucatu, para obtenção do título de Mestre em
Agronomia (Horticultura)

BOTUCATU - SP

Fevereiro – 2009

FICHA CATALOGRAFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO - SERVIÇO TÉCNICO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - UNESP - FCA LAGEADO - BOTUCATU (SP)

Borges, Luciana da Silva, 1981-
B732b Biomassa, teores de nutrientes, espilantol e atividade antioxidante em plantas de Jambu (*Acmella ciliata* Kunth) sob adubações mineral e orgânica / Luciana da Silva Borges .- Botucatu : [s.n.], 2009.
xvii, 108 f. : il., color., gráfs., tabs.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2009
Orientador: Giuseppina Pace Pereira Lima
Co-orientador: Romy Goto
Inclui bibliografia

1. Óleos essenciais. 2. Flavonóides. 3. Vitamina C. 4. Pesticidas. 5. Antioxidantes. I. Lima, Giuseppina Pace Pereira. II. Goto, Romy. III. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Campus de Botucatu) Faculdade de Ciências Agrônômicas. IV. Título

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: "BIOMASSA, TEORES DE NUTRIENTES, ESPILANTOL E ATIVIDADE
ANTIOXIDANTE EM PLANTAS DE JAMBU (Acmella ciliata Kunth)
SOB ADUBAÇÕES MINERAL E ORGÂNICA"

ALUNA: LUCIANA DA SILVA BORGES

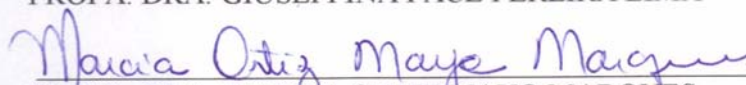
ORIENTADOR: PROFA. DRA. GIUSEPPINA PACE PEREIRA LIMA

CO-ORIENTADOR: PROF^a DR^a RUMY GOTO

Aprovado pela Comissão Examinadora



PROFA. DRA. GIUSEPPINA PACE PEREIRA LIMA



PROFA. DRA. MARCIA ORTIZ MAYO MARQUES



PROF. DR. ÁTILA FRANCISCO MOGOR

Data da Realização: 12 de Fevereiro de 2009.

BIOGRAFIA DA AUTORA

Luciana da Silva Borges, filha de Valérico Borges e Maria de Fátima da Silva Borges, nasceu em Bélem/PA, em 06 de Maio de 1981.

Em Novembro de 2006 graduou-se em Engenharia Agrônômica pela Universidade Federal Rural da Amazônia.

Durante os estudos de graduação foi bolsista CNPq.

Em março de 2007 ingressou no curso de mestrado, na área de concentração de Produção Vegetal/Horticultura, da Faculdade de Ciências Agrônômicas de Botucatu/UNESP.

Durante os estudos de pós-graduação foi bolsista CAPES.

AGRADECIMENTOS

Agradeço

À **SANTÍSSIMA TRINDADE** pela vida, pelas pessoas colocadas em meu caminho e pela força para que continuasse e concluísse essa fase.

À minha família (pais e irmãos, sobrinhos e cunhados), que muito contribuíram para realização dessa nova fase em minha vida.

À Faculdade de Ciências Agrônômicas/ UNESP, Câmpus de Botucatu pela formação e oportunidade de concretizar o curso de mestrado em Agronomia/Horticultura.

À CAPES, pelo auxílio bolsa de Mestrado.

À Profa. Dra. Giuseppina Pace Pereira Lima, pela coragem de aceitar o desafio de trabalhar com cultura rústica, no caso o jambu, pela orientação, atenção e indicação dos caminhos a seguir.

À Profa. Dra. Romy Goto, pela orientação de como conduzir o trabalho no campo, e atenção e preocupação com o desenvolvimento do experimento.

Ao Prof. Dr. Fabio Vianello, da Universidade de Pádua, Itália, por auxiliar nas análises dos antioxidantes e pelas explicações detalhadas sobre as metodologias.

À Profa. Dra. Márcia Ortiz Mayo Marques, pela ajuda na análise do óleo essencial do jambu.

III

Aos professores do curso de Pós-graduação da Faculdade de Ciências Agronômicas, que transmitiram com muita competência e dedicação seus conhecimentos, contribuindo assim para o meu aprimoramento profissional.

Às amigas Amaralina Celoto Guerrero e Janaína Celoto Guerrero, pela amizade e auxílio, tanto nas questões profissionais, como nas pessoais, como também nos momentos difíceis e alegres.

Aos funcionários da Fazenda São Manuel, que muito contribuíram para o desenvolvimento desse projeto.

Ao amigo Raimundo (DICO), que muito me ajudou a entender a planta do jambu.

A Dra. Maria Rosicler Rossetto Miranda, pela ajuda nas análises bioquímicas.

As amigas Maria Aparecida e Raquel, que contribuiu para a análise do óleo essencial da planta de jambu.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS -----	X
LISTA DE FIGURAS -----	XIII
1 RESUMO -----	1
2 SUMMARY-----	3
3 INTRODUÇÃO-----	5
3.1 Objetivo geral-----	8
3.2 Objetivos específicos-----	8
4 REVISÃO DE LITERATURA-----	9
4.1 Aspectos gerais da cultura do jambu-----	9
4.2 Sistema de produção orgânico-----	13
4.3 Sistema de produção mineral-----	15
4.3.1 Nitrogênio-----	16
4.4 Diferenças bioquímicas entre cultivos orgânicos e convencionais-----	17

	V
4.4.1 Vitamina C-----	18
4.4.2 Compostos fenólicos-----	19
4.4.3 Potencial antioxidante-----	22
4.4.4 Pesticidas-----	23
5 MATERIAL E MÉTODOS-----	27
5.1 Localização da área experimental-----	27
5.2 Caracterização do solo-----	28
5.3 Caracterização química do esterco de curral-----	29
5.4 Caracterização do sistema de irrigação-----	30
5.5 Delineamento experimental e tratamentos-----	30
5.6 Aspectos gerais da instalação dos experimentos-----	31
5.7 Tratos culturais e manejo da área experimental do cultivo orgânico e mineral--	32
5.8 Limpeza e higienização do material vegetal-----	33
5.9 Características avaliadas-----	33
5.9.1 Teores de nutrientes na parte aérea (g Kg ⁻¹ para macronutrientes e mg Kg ⁻¹ para micronutrientes)-----	33
5.9.2 Altura de planta (cm)-----	34
5.9.3 Matéria fresca (g)-----	34
5.9.4 Matéria Seca (g)-----	34
5.9.5 Extração do óleo essencial -----	34
5.9.5.1 A separação e quantificação-----	35
5.9.5.2 Análises no CG-DIC-----	35
5.9.5.3 Condições de análises no CG-EM-----	36

5.9.5.4 Identificação das substâncias-----	36
5.9.6 Determinação de ácido ascórbico (Vitamina C)-----	36
5.9.7 Flavonóides-----	37
5.9.8 Potencial antioxidante-----	38
5.9.8.1 Índice de atividade antioxidante-----	39
5.9.9 Análises de resíduos de pesticidas-----	39
5.10 Análise dos resultados-----	40
6 RESULTADOS E DISCUSSÕES-----	41
6.1 Dados climáticos-----	41
6.2 Análise do solo-----	44
6.3 Teores de nutrientes na parte aérea (g Kg ⁻¹ para macronutrientes e mg Kg ⁻¹ para micronutrientes) -----	47
6.4 Produção-----	57
6.4.1 Altura de planta(cm)-----	57
6.4.2 Matéria fresca e seca (g) -----	61
6.5 Composição química do óleo essencial -----	63
6.6 Flavonóides-----	71
6.7 Determinação de ácido ascórbico (Vitamina C)-----	75
6.8 Potencial antioxidante-----	81
6.9 Análises de resíduos de pesticidas-----	87
6.10 Correlação para os tipos de adubações e as características avaliadas-----	89
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS-----	93

8 CONCLUSÕES-----96

9 REFERÊNCIAS-----97

Tabela	Página
6- Resumo da análise de variância para o teor na parte aérea de Boro(B), Cobre(Cu), Ferro(Fe), Manganês(Mn)e Zinco(Zn), em jambu (variedade jambuarana) cultivado sob adubação orgânica e mineral. FCA-UNESP, Botucatu (SP). 2008.-----	46
7- Resumo da análise de variância para o teor na parte aérea de nitrogênio(N), fósforo(P), potássio(K), cálcio(Ca), magnésio(Mg) e enxofre(S), em jambu (variedade jambuarana) cultivado sob adubação orgânica e mineral. FCA-UNESP, Botucatu (SP). 2008.-----	50
8- Resumo da análise de variância para o teor na parte aérea de Boro(B), Cobre(Cu), Ferro(Fe), Manganês(Mn)e Zinco(Zn), em jambu (variedade jambuarana) cultivado sob adubação orgânica e mineral. FCA-UNESP, Botucatu (SP). 2008.-----	53
9- Resumo da análise de variância da massa seca de inflorescência (MSI) e folha (MSF), massa fresca de inflorescência (MFI) e folha (MFF) de jambu (variedade jambuarana) da primeira e segunda colheita. FCA-UNESP, Botucatu (SP). 2008.-----	54
10- Massa seca de inflorescência (MSI) e folha (MSF), massa fresca de inflorescência (MFI) e folha (MFF) da primeira e segunda colheita de jambu (variedade jambuarana). FCA-UNESP, Botucatu (SP). 2008.-----	59
11- Composição química do óleo essencial de Jambu (variedade jambuarana), cultivado sob adubação orgânica mineral. FCA-UNESP, Botucatu (SP). 2008.-----	62

Tabela	Página
12- Resumo da análise de variância de teor de flavonóides (mg mL^{-1}) em folha e inflorescência de jambu (variedade jambuarana), cultivado sob adubação orgânica e mineral. FCA.UNESP, Botucatu (SP) . 2008.-----	69
13- Resumo da análise de variância de vitamina C ($\text{mg}/100\text{g}$) em folha e inflorescência de jambu (variedade jambuarana), cultivado sob adubação orgânica e mineral. FCA.UNESP, Botucatu (SP) . 2008.-----	74
14- Resumo da análise de variância de potencial antioxidante: Concentração eficiente ($\text{CE}_{50}\text{mg}/\text{mL}$) e Índice de atividade antioxidante (IAA) em folha e inflorescência de jambu (variedade jambuarana), cultivado sob adubação orgânica e mineral. FCA.UNESP, Botucatu (SP) . 2008.-----	83
Tabela 15: Resíduos de pesticida em folha e inflorescência de jambu (variedade jambuarana), cultivado sob adubação orgânica e mineral. FCA.UNESP, Botucatu (SP) . 2008.-----	86
Tabela 16: Correlação de pearson em folha e inflorescência de jambu (variedade jambuarana), para as características analisadas. FCA.UNESP, Botucatu (SP). 2008.-----	91
Tabela 17: Correlação de pearson em folha e inflorescência de jambu (variedade jambuarana), sob adubação orgânica e mineral. FCA.UNESP, Botucatu (SP) . 2008.-----	92

LISTA DE FIGURAS

Figura	Página
1- Plantas de jambu cultivado na Fazenda experimental São Manuel. FCA-UNESP/SP. 2008.-----	9
2- Estrutura química do espilantol (N-isobutylamidas).-----	10
3- Estrutura de quatro tipos de flavonóides mais pesquisados.-----	26
4- Vista geral do sistema de irrigação do experimento. Fazenda experimental São Manuel. FCA-UNESP/SP. 2008.-----	28
5- Reação de DPPH (2,2 difenil-1-picrilhidrazila) do radical livre e captação de substâncias antioxidantes.-----	37
6- Temperatura,máxima, média e mínima dos meses janeiro (A), fevereiro (B), março (C), abril (D), maio (E) e junho (F) em campo do cultivo orgânico e mineral de plantas de jambu (variedade jambuarana). Fazenda Experimental São Manuel (SP), 2008.-----	40

Figura**Página**

- 7- Precipitação pluviométrica dos meses de janeiro (A), fevereiro (B), março (C), abril (D), maio (E) e junho (F) em campo do cultivo orgânico e mineral de plantas de jambu (variedade jambuarana). Fazenda Experimental São Manuel (SP), 2008. -----41
- 8- Teores de nitrogênio (A), fósforo (B) e enxofre (C) em inflorescência e fósforo (D), cálcio (E) e enxofre (F) em folhas de jambu (variedade jambuarana), cultivado sob adubação orgânica e mineral, em função das doses de nitrogênio, na colheita. FCA.UNESP, Botucatu (SP). 2008.-----47
- 9- Teores de Boro (A), Ferro (B), Manganês (C) em inflorescência e Cobre (D), Boro (E), Ferro (F), Manganês (G) e Zinco (H) em folhas de jambu (variedade jambuarana) cultivado sob adubação orgânica e mineral, em função das doses de nitrogênio na colheita. FCA.UNESP, Botucatu (SP). 2008.-----51
- 10- Altura de plantas de jambu (variedade jambuarana) cultivadas sob adubação orgânica e mineral. FCA-UNESP, Botucatu (SP). 2008.-----56
- 11- Interação entre doses nitrogênio e adubações orgânica e mineral para altura de plantas de jambu, variedade jambuarana. FCA-UNESP, Botucatu (SP). 2008.-----58
- 12- Porcentagem de espilantol em inflorescência de jambu (variedade jambuarana), cultivado sob adubação orgânica e mineral. FCA-UNESP, Botucatu (SP). 2008.-----61
- 13- Cromatograma de óleo essencial de inflorescência de jambu (variedade jambuarana), cultivado sob adubação mineral na primeira e segunda colheita. FCA.UNESP, Botucatu (SP). 2008. -----65

Figura**Página**

14- Cromatograma de óleo essencial de inflorescência de jambu (variedade jambuarana), cultivado em sob adubação orgânica na primeira e segunda colheita. FCA.UNESP, Botucatu (SP). 2008.-----	66
15- Cromatograma de óleo essencial de folha de jambu (variedade jambuarana), cultivado sob adubação mineral na primeira e segunda colheita. FCA.UNESP, Botucatu (SP). 2008.-----	67
16- Cromatograma de óleo essencial de folha de jambu (variedade jambuarana), cultivado sob adubação orgânica na primeira e segunda colheita. FCA.UNESP, Botucatu (SP). 2008.-----	68
17- Teor de flavonóides (mg mL^{-1}) em folha e inflorescência de jambu (variedade jambuarana), cultivado sob adubação orgânica e mineral. FCA-UNESP, Botucatu (SP). 2008.-----	70
18- Teor de flavonóides em função das doses de esterco de curral e uréia, utilizadas sob adubação orgânica e mineral, na segunda colheita de inflorescência de jambu (variedade jambuarana). FCA-UNESP, Botucatu (SP). 2008.-----	71
19- Teor de vitamina C ($\text{mg}/100\text{g}$) em folhas de jambu (variedade jambuarana), cultivado sob adubação orgânica e mineral, na primeira e segunda colheita. FCA.UNESP, Botucatu (SP). 2008.-----	75
20- Teor de vitamina C ($\text{mg}/100\text{g}$) em inflorescência de jambu (variedade jambuarana), cultivado sob adubação orgânica e mineral, na primeira e segunda colheita. FCA.UNESP, Botucatu (SP). 2008.-----	76

Figura**Página**

21- Teor de vitamina C (mg/100g) em folhas de jambu (variedade jambuarana) em função da interação doses (nitrogênio) e adubações (orgânica e mineral), na primeira colheita. FCA.UNESP, Botucatu (SP). 2008.-----	77
22- Teor de vitamina C (mg/100g) em inflorescência de jambu (variedade jambuarana) em função da interação doses (nitrogênio) e adubações (orgânica e mineral), na primeira colheita. FCA.UNESP, Botucatu (SP). 2008.-----	78
23- Teor de vitamina C (mg/100g) em folhas de jambu (variedade jambuarana) em função da interação doses (nitrogênio) e adubações (orgânica e mineral), na segunda colheita. FCA.UNESP, Botucatu (SP). 2008.-----	80
24- Teor de vitamina C (mg/100g) em inflorescência de jambu (variedade jambuarana) em função da interação doses (nitrogênio) e adubações (orgânica e mineral), na segunda colheita. FCA.UNESP, Botucatu (SP). 2008.-----	82
25- Concentração eficiente (CE ₅₀ mg/mL) em folhas de jambu (variedade jambuarana), cultivado sob adubação orgânica e mineral, na primeira e segunda colheita. FCA.UNESP, Botucatu (SP). 2008.-----	84
26- Concentração eficiente (CE ₅₀ mg/mL) em inflorescência de jambu (variedade jambuarana), cultivado sob adubação orgânica e mineral, na primeira e segunda colheita. FCA.UNESP, Botucatu (SP). 2008.-----	85
27- Índice de atividade antioxidante (IAA) em folhas de jambu (variedade jambuarana) cultivado sob adubação orgânica e mineral, na primeira e segunda colheita. FCA.UNESP, Botucatu (SP). 2008.-----	86

Figura**Página**

28- Índice de atividade antioxidante (IAA) em inflorescência de jambu (variedade jambuarana) cultivado sob adubação orgânica e mineral, na primeira e segunda colheita. FCA.UNESP, Botucatu (SP). 2008.-----87

1 RESUMO

A produção orgânica é um sistema que permite alcançar bons níveis de produtividade, evitando ao mesmo tempo os riscos de contaminação química do agricultor, dos consumidores e do meio ambiente. Pelo fato da planta de jambu ser bastante utilizada como medicamento alternativo e por indústrias de cosméticos, vem aumentando o interesse devido às suas características físico-químicas. No entanto, as pesquisas sobre essa cultura ainda são muito incipientes. Existem poucos trabalhos e uma insuficiente diversidade de análises físico-químicas que possam caracterizar e diferenciar os tipos de cultivo em relação ao jambu. Assim, o objetivo do presente estudo foi analisar o óleo essencial e os compostos antioxidantes em diferentes partes de jambu (folha e inflorescência) cultivado sob adubação orgânica e mineral, além de caracterizar os minerais no solo e nas plantas, nos diferentes tipos de cultivo. O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental São Manuel (São Manuel-SP), pertencente à Faculdade de Ciências Agrônomicas - UNESP, campus de Botucatu) e na mesma época. O delineamento estatístico foi em blocos casualizados em esquema fatorial (2 x 6), duas fontes de adubação (orgânica e mineral) e seis doses de esterco de curral e uréia, com

quatro repetições para todas as análises efetuadas, exceto para as características de potencial antioxidante e espilantol, que foram utilizadas três repetições. Os experimentos realizados apresentaram como tratamentos seis doses de adubação mineral (0, 30, 60, 90, 120, 150 g m⁻² de uréia), aplicadas parceladas em duas vezes e seis doses de adubação orgânica (0, 2, 4, 6, 8 e 10 kg m⁻² de esterco de curral), aplicadas no plantio. As características avaliadas foram teores de nutrientes na parte aérea, altura de plantas, massa fresca e seca, composição química do óleo essencial, teor de ácido ascórbico; potencial antioxidante e presença de pesticidas. Os resultados permitem concluir que os compostos majoritários presentes no estudo foram trans-cariofileno, germacreno D, L-dodeceno e espatulenol e o espilantol ocorreu apenas nas inflorescências, sendo maior no cultivo orgânico. A melhor dose para adubação foi 120 g m⁻² para o cultivo mineral ou 8 kg m⁻² para o cultivo orgânico para induzir aumentos nos teores de N e S inflorescências do cultivo orgânico e Mn das inflorescências do cultivo mineral. A mesma quantidade de adubo induziu aumentos no teor de P em folhas do cultivo orgânico e Zn e Mn em folhas do sistema de cultivo mineral. O sistema de produção orgânico induziu aumentos nos níveis de B, Cu, Fe e Mn nas folhas e de B, Cu e Fe nas inflorescências. O cultivo mineral promoveu aumento de Zn nas folhas e inflorescências. Maior teor de flavonóides ocorreu em plantas do cultivo mineral, enquanto maior teor de vitamina C e potencial antioxidante ocorreu no cultivo orgânico. Não foi detectada a presença de fosforados e carbamatos em folhas e inflorescência de plantas da adubação orgânica e do sistema mineral. O uso de agricultura orgânica é viável para o cultivo de jambu no Estado de São Paulo.

Palavra chave: óleo essencial, nitrogênio, flavonóides, vitamina C, pesticida, índice de atividade antioxidante.

BIOMASS, NUTRIENT CONTENT, SPILANTHOL AND ANTIOXIDANT ACTIVITY IN JAMBU PLANTS (*Acmella ciliata* Kunth) UNDER MINERAL AND ORGANIC FERTILIZATION Botucatu, 2009. 125p.

Dissertação (Mestrado em Agronomia/Horticultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista.

Author: LUCIANA DA SILVA BORGES

Adviser: GIUSEPPINA PACE PEREIRA LIMA

Second adviser: RUMY GOTO

2 SUMMARY

The organic production it is a system that will achieve good levels of productivity, while avoiding the risk of chemical contamination of farmers, consumers and the environment. Because the plant jambu be widely used as alternative medicine and cosmetic industries, has been increasing interest due to their physical and chemical characteristics. However, the researches on this crop are still very incipient. There is little work and an insufficient variety of physical and chemical analysis that can characterize and differentiate the types of cultivation on the jambu. The purpose of this study was to analyze the essential oil and the antioxidant compounds in different parts of jambu (leaf and inflorescence) grown under organic and mineral fertilizer, and characterize the minerals in soil and plants in different types of cultivation. The experiment was conducted led in (Experimental Farm São Manuel (São Manuel-SP), belonging to the Faculty of Agricultural Sciences - UNESP, campus of

Botucatu) and at the same time. The statistical design was factorial (2 x 6), two sources of fertilizer (organic and mineral) and six doses of the kraal manure and urea, with four replications for all analysis performed, except for the characteristics of potential antioxidant and spilantol, which were used three repetitions. The experiments presented treatments as six doses of conventional fertilization (0, 30, 60, 90, 120, 150 g m⁻², urea), applied in two split doses of fertilizer and six non-conventional (0, 2, 4, 6, 8 and 10 kg m⁻² of the kraal manure), applied at planting. The characteristics were nutrient content in shoot, plant height, fresh and dry weight, chemical composition of essential oil, ascorbic acid content, antioxidant potential, and presence of pesticides. The results show that the compounds were present in this study were trans-caryophyllene, germacrene D, L-dodecene and espatulenol and espilantol occurred only in the inflorescence, being higher in organic farming. The best dose for fertilization was 120 g m⁻² for conventional manure or 8 kg m⁻² for the organic cultivation to induce increases in the levels of N and S in the inflorescences of organic cultivation and Mn of conventional cultivate. The same amount of fertilizer induced increases in levels of P in leaves of organic crop Mn and Zn in leaves of the conventional cultivation system. The organic system production increased levels of B, Cu, Fe and Mn in leaves and B, Cu and Fe in inflorescences. The conventional cultivation increased Zn in leaves and inflorescences. Higher content of flavonoids occurred in conventional cultivation of plants, while higher vitamin C content and antioxidant potential occurred in the organic cultivation. Was not detected the presence of phosphorous and carbamates in plant leaves and inflorescence of the organic and conventional system. The use of organic agriculture is viable for growing jambu in São Paulo State.

Key words: essential oil, nitrogen, flavonoid, vitamin C, pesticide, antioxidant activity index

3 INTRODUÇÃO

O jambu (*Acmella ciliata* Kunth) é uma planta nativa do Brasil, com propriedades químicas importantes, que vem despertando o interesse farmacêutico, principalmente pelo seu princípio ativo, o espilantol (VILLACHICA et al., 1996). No entanto, pesquisas sobre o seu cultivo e suas propriedades antioxidantes são ainda incipientes.

As empresas que utilizam produtos naturais, como as indústrias farmacêuticas e de cosméticos, têm optado por plantas cultivadas de forma não mineral (produção orgânica), uma vez que, os consumidores estão cada vez mais preocupados com a saúde, e é claro sem deixar de ressaltar a questão da conservação do meio ambiente. No entanto, existem controvérsias sobre plantas cultivadas no sistema orgânico em relação ao mineral, principalmente, quanto ao teor de substâncias antioxidantes.

O crescimento de áreas rurais voltadas para a agricultura orgânica tem aumentado em todo mundo. De acordo com o Stifung Okologie and Landbau (SOEL – fevereiro de 2003), aproximadamente 23 milhões de hectares são cultivados de forma

orgânica. Na América Latina, são aproximadamente 4,7 milhões de hectares, sendo que somente a Argentina produz 3,2 milhões de hectares de forma não mineral (YUSSEFI; WILLER, 2003). A produção orgânica de hortaliças tem crescido significativamente nos últimos anos, principalmente na Região Sudeste do Brasil. O mercado emergente desses produtos tem feito com que muitos agricultores convencionais passem a adotar adubação orgânica, em detrimento da agricultura mineral, onde se usa grande quantidade de adubos.

Os fertilizantes minerais desenvolveram-se a partir de meados do século XIX, na agricultura industrial de larga escala. Esses adubos podem ser simples ou compostos, solúveis ou insolúveis, e pertencem, geralmente, a um dos três grupos: nitrogenados, fosfatados e potássicos. A vantagem da utilização desse tipo de adubo é a velocidade de reação das plantas ao seu uso, pois atende às necessidades imediatas proporcionando um desenvolvimento rápido. Como desvantagens, podem-se citar o custo alto ao produtor, o gasto energético em seu processo produtivo e transporte do local de produção, incluindo os efeitos negativos sobre a vida microbiana do solo, sua degradação, salinização, acidificação e desertificação (CROCE, 2004).

Para Rocha (1998), as substâncias ativas das plantas medicinais são de dois tipos: os produtos do metabolismo primário (essencialmente sacarídeos), substâncias indispensáveis à vida da planta que se formam em todas as plantas verdes graças à fotossíntese; e os produtos do metabolismo secundário. Estes produtos trata-se designadamente de óleos essenciais (ou essências naturais), resinas e alcalóides. Segundo Accorsi (1994), os laboratórios farmacêuticos de manipulação preparam os produtos fitoterápicos com os princípios ativos extraídos das plantas medicinais. Nem sempre os princípios ativos de uma planta são conhecidos, mas mesmo assim ela pode apresentar atividade medicinal satisfatória, desde que não apresente efeitos tóxicos agudos ou crônicos (MARTINS et. al., 2000).

Para Andrade e Casali (1999), a nutrição, dentre diversos fatores é o componente principal que pode interferir na composição química da planta, diferindo de uma espécie para outra quanto às exigências de nutrientes que influenciam na produção de substâncias do metabolismo em termos quantitativos e qualitativos. O nitrogênio interfere na produção de alcalóides (MARTINS et al., 2000). Ren et al.,(2001) estudando atividade antioxidante em espécies vegetais produzidas em dois diferentes métodos de cultivo (orgânico e mineral) observaram diferenças significativas.

3.1 Objetivo geral

O objetivo do presente estudo foi analisar o óleo essencial e compostos antioxidantes em diferentes partes de jambu (folha e inflorescência) cultivado sob adubação orgânica e mineral.

3.2 Objetivos específicos

- Determinar o teor de minerais no solo e nas plantas dos diferentes tipos de cultivo.
- Analisar qualitativamente e quantitativamente o óleo essencial nas folhas e inflorescência do jambu cultivado sob adubação orgânica e mineral.
- Determinar os teores de flavonóides, vitamina C, potencial antioxidante e os resíduos de pesticidas em jambu (folha e inflorescência) cultivado sob adubação orgânica e mineral.

4 REVISÃO DE LITERATURA

4.1 Aspectos gerais da cultura do jambu

O jambu (*Acmella ciliata* Kunth) (Figura 1), também conhecido como agrião-do-Pará, cresson du Pará, entre outros. É uma de clima tropical hortaliça de largo consumo na região Norte do Brasil, principalmente no Pará. Pertence à família Asteraceae, nativa da Amazônia (PIMENTEL, 1985).



Foto: Borges, 2008

Figura 1: Plantas de jambu cultivado na Fazenda experimental São Manuel. FCA-UNESP/SP. 2008.

Desenvolve-se bem em climas quentes e úmidos, com temperaturas médias de 25,9° C, precipitação anual de 2.761 mm ao ano, evapotranspiração potencial de 1.455 mm, umidade relativa do ar 86% e 2.389 horas anuais de luz solar (VILLACHICA et al., 1996).

As sinónimas de *Acmella ciliata* Kunth são: *Spilanthes oleracea* L., *Cotula pyretharia* L., *Pyrethrum spilanthus* Medik., *Spilanthes acmella* var *oleracea* (L.) C. B. CLARK ex HOOK. F., *Spilanthes fusca* MART (LORENZI; MATOS, 2002), *Bidens fervida* Lan, *Bidens fusca* Lan, *Isocarpa pyretharia* (L.) Cass, *Spilanthes radicans* Schrad. Ex D. C., *Spilanthes oleracea* b *fusca* (Lam.) D. C. (HIND; BIGGS, 2003).

A planta de jambu atinge cerca de 40 cm de altura e é uma planta C3, herbácea, ramificada e semi-carnosa (ALBURQUERQUE, 1989). A raiz é axial com muitas ramificações, a haste é do tipo rastejante ramificada em dicásio, podendo ocorrer em tricásio. As flores são em capítulos globosos, amarelados e longo pedunculados. Sua propagação pode ser por semente ou estaquia. Além de fazer parte de comidas típicas da região norte, como o pato no tucupí e o tacacá, o jambu vem sendo utilizado de forma mais geral, seja em saladas ou compondo outros pratos, como também em medicamentos naturais, pela suas propriedades nutracêuticas (SAWAKI, 2000).

Em levantamento recente feito com feirantes regionais do Pará, foi registrado o consumo médio de 15 Kg/dia. de jambu. O maior produtor da região metropolitana de Belém produz cerca de 3.600 Kg/mês (AMAZÔNIA HOJE, 2006).

A cultura do jambu tem o ciclo de 45-70 dias, exige pouca tecnologia para o seu manuseio e é muito cultivado entre os pequenos agricultores. Sua germinação ocorre entre 5-7 dias aproximadamente. A colheita, na Região Norte, é realizada entre 35 a 50

dias após o transplante (CARDOSO; GARCIA, 1997). No Estado de São Paulo, a espécie de jambu tem apresentado, geralmente, ciclo de 90 dias.

Jacobson (1957) descreveu a presença de uma substância ativa, o “espilantol”, uma amida (N-isobutilamidas) (figura 2) também abundante em outras espécies do gênero *Spilanthes*. Sua composição química, incluindo o espilantol, tem potencial para uso industrial, sendo citado como indicativo para diversas doenças (GUSMÃO et al., 2005).

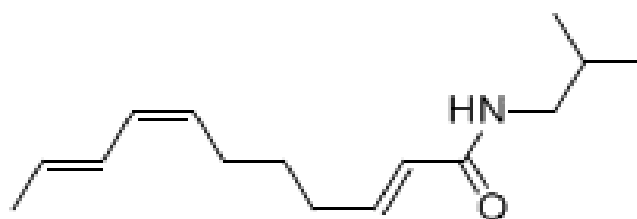


Figura 2: Estrutura química do espilantol (N-isobutilamidas).

Segundo Herdy (1982), o espilantol produz na mucosa oral uma sensação semelhante a dos anestésicos locais. Para Oliver-Bever (1983), propriedades inseticidas têm sido evidenciadas no espilantol. Herdy (1982) trabalhando com a ação do espilantol sobre a atividade elétrica do coração do coelho, observou que esse princípio ativo poderá servir como modelo arritmogênico para testar drogas antiarrítmicas.

A medicina tradicional recomenda suas folhas e flores na elaboração de infusões no tratamento de anemia, dispepsia, malária, afecções da boca (dor de dente) e da garganta, contra escorbuto e também como antibiótico e anestésico (RANZI, 2005). Trabalhos realizados por Moreira et al. (1987), mostraram que o extrato hexânico das folhas desta planta é capaz de induzir convulsões tônico-clônicas em camundongos quando administrado por via intraperitoneal.

O jambu apresenta bom valor nutritivo por 100 gramas de folhas. Contém 89,0 g de água e apresenta valor energético de aproximadamente 32,0 calorias. Contém em cada 100 g: 1,9 g proteínas, 0,3 g de lipídios, 7,2 g de carboidratos, 1,3 g de fibras, 1,6 g de cinzas, 162,0 mg de cálcio, 41 mg de fósforo, 4,0mg de ferro, 0,03 mg de vitamina B₁, 0,21 mg de vitamina B₂, 1,0 mg de niacina e 20,0 mg de vitamina C (VILLACHICA et al., 1996).

Já existem patentes sobre estudos com jambu registradas desde 1973, tanto por laboratórios americanos, como japoneses e ingleses. Além disso, conforme dados recentes há cerca de trinta e quatro pedidos de patentes registrados até 2006, todos estrangeiros (SCIFINDER SCHOLAR, 2006). No Instituto Nacional de Propriedade Intelectual, entre os pedidos, existem os processos número PI0100254-6 que visa a *A. oleracea* como fonte de espilantol, utilizado como anestésico na forma de pastilhas e o número JP7090294, registrado como refrescante bucal (HAMIGAKI, 1995). Alguns países já possuem a patente desse princípio ativo, como é o caso do Japão, Inglaterra e Estados Unidos. Segundo Martins (1995), muitas substâncias exclusivas de plantas brasileiras encontram-se patenteadas por empresas ou órgãos governamentais estrangeiros, porque a pesquisa nacional não recebe o devido apoio. Hoje em dia, o custo para desenvolver medicamentos sintéticos ou semi-sintéticos é muito elevado e tem se mostrado pouco frutífero.

O jambu possui em torno de 0,7 % de óleo essencial e parece conter também flavonóides (LORENZI; MATOS, 2002). O óleo essencial contém um elevado índice de espilantol, e tem despertado grande interesse no mercado (SCIFINDER SCHOLAR, 2006).

As flores e as folhas de *Spilanthes acmella* contém aminoácidos (MONDAL et al., 1998; PEIRIS et al., 2001), alcalóides (PEIRIS et al., 2001) e N-isobutilamidas (espilantol) (RAMSEWAK al et., 1999).

4.2 Sistema de produção orgânico

A agricultura orgânica foi inicialmente proposta pelo engenheiro agrônomo inglês Sir Albert Howard trabalhando na Índia (1925-1930), onde estudou a relação entre a fertilidade do solo e a utilização do húmus, sendo o pioneiro no desenvolvimento de metodologia para a elaboração do composto. Adubação orgânica refere-se à utilização de materiais orgânicos (esterços, compostos, resto de cultivo, adubação verde, etc.), complementada com substâncias minerais (calcário, fosfato natural, rochas moídas, basalto, etc.) de lenta solubilização, dando especial ênfase à conservação do solo e a proteção da natureza com a utilização de produtos pouco ou não tóxicos ao ambiente (EHLERS, 1996).

Segundo Kiehl (1985), a matéria orgânica exerce importantes efeitos benéficos sobre as propriedades do solo, contribuindo substancialmente para o crescimento e desenvolvimento das plantas. Há influências sobre as propriedades físicas, químicas, e biológicas do solo, revertendo no aumento da produção. O que se procura com as técnicas orgânicas é promover uma atividade agrícola sustentável, baseada em práticas com rotação e consórcio de plantas, cobertura do solo, adubação verde, culturas resistentes, controle biológico, etc., que levam ao equilíbrio ambiental (PASCHOAL, 1994).

O mercado de produtos orgânicos vem crescendo muito nos últimos anos, sendo uma ótima alternativa para os pequenos agricultores, já que utiliza menor quantidade de insumos agrícolas e apresentam alto valor agregado, devido à preferência dos consumidores por alimentos mais saudáveis (CAMPANHOLA; VALARINI, 2001; BORGUINI 2002). A preferência no mercado por estes produtos deve ser atribuída à idéia de

que estes alimentos possam estar livres de muitos agrotóxicos capazes de induzir uma série de doenças na população, que podem ser desencadeadas pelos organoclorados, fosforados, carbamatos, etc., ou seja, um coquetel de pesticidas que são utilizados de maneira incorreta e abusiva na agricultura mineral.

Há um mercado potencial para os produtos orgânicos, uma vez que existe grande desconforto de uma parcela da população em manter a aquisição e consumo de alguns alimentos convencionais, tais como tomate, morango e batata, cujo cultivo reconhecidamente envolve o emprego de substanciais quantidades de adubos sintéticos e pesticidas (PENTEADO, 2000).

Caporal (2004) define a agricultura orgânica como sendo o resultado das aplicações de técnicas e métodos diferenciados dos pacotes convencionais, normalmente estabelecidos de acordo e em função de regulamentos e regras que orientam a produção e impõem limites de uso de certos tipos de insumos e fornecem liberdade para uso de outros. Por definição, a agricultura orgânica corresponde à “produção de alimentos de origem vegetal e animal sem a utilização de agrotóxicos e adubos químicos sintéticos ou outros agentes contaminantes, mediante um conjunto de adubações de produção com enfoque holístico, que buscam a maximização dos benefícios sociais, a auto sustentação, a redução/ eliminação da dependência de insumos, por meio de otimização do uso de recursos naturais e socioeconômicos disponíveis” (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

A produção orgânica fundamenta-se no princípio do equilíbrio biológico da natureza, que tem permitido a permanência e evolução da vida sobre a Terra. É um sistema que permite alcançar bons níveis de produtividade, evitando ao mesmo tempo os riscos de contaminação química do agricultor, dos consumidores e do meio ambiente. Por outro lado, nada tem de atrasada, pois incorpora os avanços da ciência e promove as

participações criativas dos agricultores, respeitando seu conhecimento, cultura e experiência (LUCON; CHAVES, 2004).

Para Filgueira (2003), a adubação orgânica possui algumas características que favorecem a agricultura, como exemplo, aumenta a capacidade de penetração e retenção de água, melhora a estrutura, o arejamento e a porosidade e aumenta a vida microbiana útil, inclusive com eliminação de fitopatógenos.

A matéria orgânica no solo exerce funções importantes como fornecimento de macro e micronutrientes, correção de toxidez, melhora e condiciona as características físico-químicas e biológicas. A matéria orgânica atua diretamente na biologia do solo, constituindo uma fonte de energia e de nutrientes para os organismos que participam de seu ciclo biológico (KIEHL, 1985).

4.3 Sistema de produção mineral

Na agricultura mineral o sistema de adubação é realizado com fertilizantes minerais, principalmente o NPK, para suprir as necessidades nutricionais das plantas, quando o solo por si só não tem condições de fazê-lo por falta de estrutura e atividade biológica, típicas deste modo de agricultura. Para suprir sua função, os fertilizantes minerais devem apresentar uma série de características desejáveis (CROCE, 2004). Segundo Alcarde et al. (1989), as características de qualidade dos fertilizantes minerais podem ser classificadas quanto à sua natureza físico-química.

Os fertilizantes minerais são aqueles constituídos por compostos inorgânicos, muito embora também sejam considerados fertilizantes minerais alguns

compostos orgânicos sintéticos, como a uréia, a calciocianamida e os quelatos (RODELLA; ALCARDE, 2000).

4.3.1 Nitrogênio

Nas hortaliças folhosas o efeito do nitrogênio se reflete diretamente na produtividade, pois o fornecimento de doses adequadas favorece o desenvolvimento vegetativo, expande a área fotossinteticamente ativa e eleva o potencial produtivo da cultura (FILGUEIRA, 2003).

Dentre os nutrientes, o nitrogênio (N) destaca-se pelas modificações morfofisiológicas nos vegetais. Quantitativamente, é o mais importante para seu desenvolvimento, sendo que está presente em maior quantidade na matéria seca do que qualquer outro elemento que se considere (ENGELS; MARSCHENER, 1995). Esse macronutriente está relacionado com os mais importantes processos bioquímicos e fisiológicos que ocorrem na planta, tais como fotossíntese, respiração, desenvolvimento e atividade das raízes, absorção iônica de outros nutrientes, crescimento e diferenciação celular (CARMELLO, 1999).

O nitrogênio faz parte dos aminoácidos, que juntos constituem as proteínas, a clorofila, algumas vitaminas, entre outros compostos. Quando há falta de nitrogênio no solo e o adubo não o fornece, as plantas crescem e produzem menos e suas folhas ficam cloróticas (amareladas). Além disso, a cultura se torna mais suscetível ao ataque de pragas e moléstias (MALAVOLTA et al., 2002).

O nitrogênio também participa como estimulante na formação e no desenvolvimento de gemas floríferas e frutíferas, maior vegetação e perfilhamento e aumento do teor de proteínas (MALAVOLTA et al., 1989). Bernardi et al. (2005) verificaram que a

alface cultivada com zeólita, substância rica em nutrientes como nitrogênio, apresentou maior qualidade visual e houve correlações significativas entre os teores de N e os atributos sensoriais de cor e tamanho.

Baseado nestes conceitos, a agricultura orgânica parece ser uma ótima alternativa para o ambiente e para o ser humano, entretanto, não se sabe bem ao certo se existem diferenças significativas entre os alimentos produzidos em cultivo orgânico (não mineral) e convencional (ISMAIL; FUN, 2003).

4.4 Diferenças bioquímicas entre cultivos orgânicos e convencionais

As diferenças entre os alimentos orgânicos e convencionais encontradas na literatura são basicamente os elevados teores de vitamina C, como em tomates (BORGUINI, 2002) e alguns micronutrientes para produtos orgânicos, além de níveis elevados de nitrato para os alimentos produzidos através do cultivo mineral (WILLIAMS, 2002; SIDERER et al., 2005).

Piamonte (1996) em experimento com adubação mineral e orgânica demonstrou que o peso de massa seca, textura, conservação, teores de vitamina A e beta caroteno foram superiores em cenoura com adubação orgânica. Woese et al. (1997) em trabalho de revisão sobre qualidade de uma gama de produtos oriundos da agricultura orgânica e mineral, constataram que no caso das hortaliças, em particular as folhosas, ocorreu maior concentração de massa seca nos alimentos orgânicos em relação ao mineral.

4.4.1 Vitamina C

As vitaminas possuem atividade antioxidante, principalmente a vitamina C (LEE; KADER, 2000). O ácido ascórbico possui grande número de funções em numerosas reações químicas e é elemento de grande importância não só pela sua função tampão nos processos de oxirredução, mas também pelas particularidades de sua estrutura molecular capaz de transferir ambos, íons ou elétrons de hidrogênio, em processos reversíveis (FRANCO, 1999).

A vitamina C interfere no metabolismo do ferro, da glicose e outros glicídeos, facilitando a absorção de hexoses, assim como a glicogênese hepática. Pode ser rapidamente oxidado pela citocromo-oxidase mais citocromo C, podendo exercer uma função importante na manutenção do sistema de atividade da enzima transglutaminase (SH), servindo como doador de hidrogênio (FRANCO, 1999).

Vitamina C, nome genérico dado ao ácido ascórbico, é uma vitamina hidrossolúvel, sintetizada por plantas e por quase todos os animais, exceto os humanos, os primatas, alguns roedores e pássaros. Assim, para esses, ela deve ser adquirida a partir da dieta. Quando há deficiência prolongada dessa vitamina na dieta dos humanos, pode ocorrer uma doença conhecida como escorbuto. Resultante da falta de frutas frescas que, juntamente com vegetais verdes, são fontes de vitamina C. Essa falta se dá porque sob condições fisiológicas, o ácido ascórbico é reversivelmente oxidado a ácido dihidroascórbico, que por sua vez, é irreversivelmente hidrolisado para vitamina inativa, o ácido dicetogulônico (VOET; VOET, 1994).

A vitamina C é de grande importância em nutrição, tanto para manutenção da saúde humana, como na indústria de alimentos, onde é utilizada como aditivo

em alimentos processados. É uma molécula ácida com forte atividade redutora, derivada de açúcares (hexoses) e é um componente essencial da maioria dos tecidos. Ela pode ser sintetizada a partir de açúcares (hexoses) tais como a glicose, sendo que a enzima final no caminho biossintético é L-gulonolactona oxidase (PENTEADO, 2003).

O ácido ascórbico é facilmente absorvido no intestino humano por um mecanismo ativo e provavelmente por difusão é transportado para o sangue. Essa vitamina é armazenada até certa quantidade em tecidos como o fígado e o baço e provavelmente existe um controle dos níveis séricos e teciduais (ROCK et al., 1996). Amin Ismail e Cheah Sook (2003) verificaram um alto teor de Vitamina C em couve chinesa, alface e repolho orgânicos em comparação aos convencionais. Em estudo sobre química de alimentos, Ribeiro e Seravalli (2004) afirmam que a concentração de vitamina C em frutas e vegetais varia com as condições do cultivo, maturação e tratamento pós-colheita e que, geralmente, o ácido ascórbico em frutas é mais estável do que em vegetais folhosos, em razão de sua acidez.

4.4.2 Compostos fenólicos

As substâncias polifenólicas são uma grande classe de compostos de alto valor para a saúde. São derivados do metabolismo secundário das plantas e são produtos da via biossintética do ácido chiquimico. Esta via está presente nos fungos, bactérias e plantas, mas não nos animais, por isso o homem tem necessidade de consumir na dieta os produtos fenólicos e aminoácidos aromáticos que necessita.

Os polifenóis estão presentes nas plantas de coloração verde, chocolate, bebidas de origem vegetal (vinho, chá) (MATTIVI et al., 2001), nas frutas frescas e podem ser encontrados na forma livre ou ligada, mas a última forma é a mais freqüente nos

frutos (VINSON et al., 2001). Os vegetais mais ricos em compostos fenólicos (> 30 nmol/g) são o mirtilo vermelho e azul, uva vermelha e branca, pera, morango, maçã, além de cebolas, brócolis, aspargos e feijões (RICE-EVANS et al., 1997).

Flavonóides são polifenóis bioativos, que ocorrem em alimentos de origem vegetal. Pela natureza de sua estrutura química são antioxidantes, que podem contribuir para a prevenção de arteriosclerose e câncer. Considera-se que a oxidação das LDLs desempenha um importante papel no processo de arteriosclerose (HOLLMAN; KATAN,1999).

Yao et al. (2004) relatam diversos progressos no que diz respeito à presença de flavonóides nos alimentos e seus benefícios à saúde humana. Segundo esses autores, dentre as vantagens gerais do consumo de alimentos ricos em flavonóides estão a atividade antioxidante e antimutagênica, redução do risco de doenças cardiovasculares, antioxidante que inibe a atividade de radicais livres, citotoxicidade e peroxidação de lipídios, agente antiproliferativo de tumores e protetor contra doenças crônicas como arteriosclerose, assiste na gerência de sintomas da menopausa, fortifica capilares, efeito radioprotetivo, propriedade antimicrobial, entre outros. De um estudo efetuado, a absorção de flavonóides (um composto fenólico) na dieta holandesa é em torno de 23 mg ao dia, enquanto que a americana é de 20,1 mg ao dia (VINSON et al., 1998).

Os flavonóides constituem o mais importante grupo dos compostos fenólicos e podem ser subdivididos nos seguintes grupos: antocianinas, flavanas, flavononas, flavonas, flavonóis e os isoflavonóides (PIMENTEL et al., 2005). Na natureza, os flavonóides estão normalmente ligados a vários açúcares, em complexos chamados glicosídeos. Apesar do termo “flavonóides” derivar do latim “flavus”, que significa amarelo, observa-se que os grupos flavonóis e flavonas são incolores e que a classe das antocianinas possuem substâncias

que variam sua coloração de verde ao azul (LOPES et al., 2000). Nas plantas eles são essenciais para a pigmentação, crescimento, reprodução, resistência à patógenos, entre outras funções.

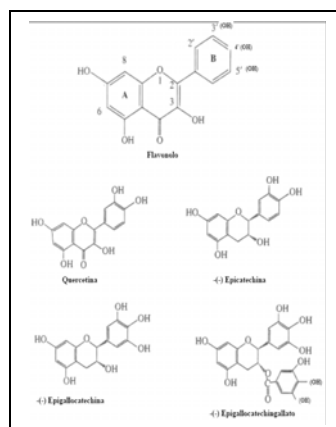


Figura 3: Estrutura de quatro tipos de flavonóides mais pesquisados.

Os flavonóides (Figura 3) quando ligados a açúcares, tendem a serem estáveis à cocção dos alimentos. Contudo, significantes perdas físicas ocorrem quando a camada externa das frutas é removida no consumo ou em processos industriais, tais como maçãs e pêras (RICE et al., 1997). Frutas e verduras cozidas no microondas ou em água fervente, apresentam diminuição no conteúdo de polifenóis (VINSON et al., 1998). O teor de flavonóides varia entre as espécies e pode sofrer alterações com a adubação. Smolen e Sady (2009) estudando diversas fontes e formas de aplicação de nitrogênio em cenoura, observaram que este mineral altera o teor de compostos fenólicos, sendo que a aplicação de nitrogênio no solo promoveu incrementos no teor dos fenólicos, comparado com a aplicação foliar.

4.4.3 Potencial antioxidante

O potencial antioxidante dos alimentos é importante, pois o seqüestro de radicais livres está diretamente relacionado à preservação das membranas celulares e ao processo de detoxificação dos organismos vivos. Estudos nos mecanismos de quimioprevenção têm focalizado a atividade biológica de vários compostos encontrados em frutas e vegetais.

Dentre os compostos antioxidantes encontram-se a vitamina C, vitamina E e β -caroteno (WANG et al., 1996), além dos compostos fenólicos, como os flavonóides (YAO et al., 2004). O potencial antioxidante destes compostos está relacionado à capacidade destes elementos em seqüestrar radicais livres produzidos por um processo de desequilíbrio no sistema oxidativo da célula, gerando o chamado “estresse oxidativo”, o qual está relacionado com diversas patologias crônico-degenerativas. Dentre os radicais livres, o ânion superóxido é o mais comum, formado principalmente durante o transporte de elétrons mitocondrial e microssomal, bem como a partir do sistema xantina/xantina oxidase e outras oxidases celulares, seguido dos radicais hidroxila, peroxila e o peróxido de hidrogênio (CADENAS; DAVIES, 2000).

Antioxidantes são importantes na prevenção de doenças, tanto para plantas quanto para animais, inibindo ou atrasando a oxidação das biomoléculas por meio da prevenção da iniciação ou da propagação da cadeia de reações de oxidação. Agentes redutores, cuja função é transferir átomos de hidrogênio, como ácido ascórbico, são considerados antioxidantes. Alguns antioxidantes também são capazes de quelar íons metálicos como cobre e ferro, os quais catalisam a oxidação lipídica (KAUR; KAPOOR, 2001).

Vários trabalhos têm sido realizados para determinar a atividade antioxidante de alguns vegetais, incluindo plantas medicinais. Dlouhy (1989), em estudo de cinco anos, relatou que batatas orgânicas apresentaram maiores teores de matéria seca e vitamina C que as convencionais.

4.4.4 Pesticidas

Alguns resíduos (pesticidas) podem ser encontrados nos alimentos cultivados de forma mineral e orgânica, sendo nesta última, devido principalmente à contaminação da água e solo.

Dentre os pesticidas, destacam-se os organoclorados, organofosforados, carbamatos e herbicidas, que aparecem devido à aplicação de substâncias tais como fertilizantes, inseticidas, entre outros, durante o cultivo, transporte ou armazenamento. As intoxicações por pesticidas podem ser descritas como diretas (exposição direta aos produtos) ou através da ingestão de alimentos contaminados (RITTER, 1997; JEYARATNAM, 1994).

A utilização de agrotóxicos resistentes à degradação microbiana tem representado um risco à contaminação do solo e dos lençóis freáticos. O crescente aumento da população nas grandes cidades tem gerado quantidades cada vez maiores de resíduos (ex. lixo doméstico, esgoto, etc.), contrapondo com a necessidade, cada vez maior, por mananciais de água potável para o consumo da população. A atividade industrial, por sua vez, tem produzido rejeitos gasosos, líquidos e sólidos nocivos ao meio ambiente em geral. Substâncias químicas presentes na atmosfera, principalmente compostas organoclorados voláteis produzidos pelo homem, tem colocado em risco a vida na terra através da destruição da camada de ozônio.

Contaminação das águas e rios tem sido caracterizada por processos industriais que utilizam grandes volumes de água, levando, conseqüentemente, à produção de quantidades exageradas de efluentes líquidos (ex. indústria papelreira e têxtil) que podem conter espécies tóxicas de alta solubilidade em lipídios, capazes de entrar na cadeia alimentar favorecida pela retenção em tecidos gordurosos (BRITO et al., 2004).

A redução de danos promovidos por pesticidas, principalmente em crianças, requer um conhecimento das formas de exposição, tal como a ingestão de alimentos que contém resíduos de agrotóxicos (THOMAS et al., 1997; AKLAND et al., 2000). As dietas das crianças geralmente possuem maiores níveis de pesticidas, encontrados, por exemplo, em sucos, frutas frescas e vegetais frescos (NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 1993).

O consumo de alimentos cultivados de forma orgânica pode muitas vezes, diminuir os riscos de exposição aos pesticidas (WILLIAMS; HAMMIT, 2001; CURI et al., 2003). Em trabalho de Liu et. al. (2001), os autores descrevem um estudo com 110 crianças de regiões rurais e urbanas e observaram que elas apresentavam resíduos de organofosforados na urina, com exceção de uma cujos pais forneciam alimentos de origem exclusivamente orgânicos.

Para Caldas e Souza (2000) o consumo de alimentos seguros significa a promoção da saúde e manutenção da qualidade de vida da população. A garantia de alimento livre de contaminantes é essencial para a prevenção de doenças, principalmente em um país como o Brasil, onde uma parte considerável da população enfrenta sérios problemas de carência nutricional e de acesso ao sistema público de saúde.

A redução de danos promovidos por pesticidas, principalmente em crianças, requer um conhecimento das formas de exposição, tal como a ingestão de alimentos que contém resíduos de agrotóxicos (AKLAND et al., 2000).

Baker et al. (2002) analisaram resíduos de agrotóxicos sob três adubações (mineral, produção integrada e orgânico) nos Estados Unidos e constataram que as amostras dos convencionais apresentaram maior freqüência de resíduos. Em média, 73% dos produtos analisados apresentaram contaminação. Para algumas frutas como maçã, pêsego, pêra e morango, mais de 90% das amostras convencionais apresentaram resíduos.

A identificação de resíduos agrícolas, de acordo com Stertz (2004), serve para avaliar a qualidade dos alimentos consumidos pela população, além de proporcionar uma avaliação quanto ao uso inadequado dos agrotóxicos, caracterizar a fonte de contaminação e fornecer dados para permitir que medidas preventivas e de controle possam ser efetuadas, antes que a contaminação se torne um perigo para a saúde do ser humano, para o meio ambiente, ou que cause grandes perdas econômicas no comércio local, nacional ou internacional.

Para Bourn e Prescott (2002), a quantidade de pesticidas utilizada na produção de um vegetal varia amplamente de cultura para cultura. Um considerável número de fatores irá afetar a presença de resíduos em alimentos, incluindo o estágio de desenvolvimento da cultura em que o pesticida foi aplicado, a persistência do produto, o uso de pesticida no pós-colheita e o nível de pesticidas presentes no meio ambiente.

Segundo Lourenço (2003), os danos à saúde humana, devido à ingestão de resíduos de agrotóxicos em alimentos só poderão ser minimizados pelo uso restrito, controlado e racional desses produtos na agricultura. Existe uma necessidade urgente de ações na área de saúde pública para que seja possível uma identificação rápida e segura das intoxicações causadas por agrotóxicos.

Knezevic e Serdar (2009) verificando resíduos de pesticidas em alimentos no mercado da Croácia, observaram que um total de 240 amostras de frutas frescas

e legumes de importação e produção doméstica analisadas, 66,7% das amostras não estavam contaminadas, porém 33,38% das amostras estavam contaminadas com resíduos de pesticidas. Para esses autores é necessário um programa de monitoramento para resíduos de pesticidas em alimentos e o nível de contaminação de resíduos deveria ser considerado um possível problema de saúde pública.

Para Oviedo (2002), também a contaminação de alimentos com agrotóxicos é reconhecida como um problema de saúde pública, portanto, o monitoramento de resíduos em alimentos torna-se imprescindível para garantir a segurança alimentar e identificar potenciais fontes de contaminação. Esse mesmo autor avaliando hortaliças disponíveis na CEASA-Campinas durante o período entre outubro de 2000 a agosto de 2001, quanto aos resíduos de inseticidas piretróides, constatou tanto a presença de resíduos em níveis superiores ao limite máximo permitido, como a aplicação de inseticida não autorizado para a cultura avaliada. Segundo o autor, estes resultados indicam que as boas práticas agrícolas não estão sendo cumpridas por alguns produtores, evidenciando assim, a necessidade de implantação de um programa de monitoramento de resíduos.

5 MATERIAL E MÉTODOS

5.1 Localização da área experimental

Os experimentos foram conduzidos na Fazenda Experimental São Manuel (São Manuel-SP), pertencente à Faculdade de Ciências Agrônômicas - UNESP, campus de Botucatu. As coordenadas geográficas aproximadas são de latitude 22° 44' 50'' sul e longitude 48° 34' 00'' oeste de Greenwich, com altitude em torno de 765 m. O clima da região, segundo Espíndola et al. (1974), é do tipo mesotérmico, Cwa (subtropical úmido com estiagem no período de inverno). O total da precipitação média anual é de 1534 mm, apresentando o total médio para o mês mais chuvoso (janeiro) de 242 mm e de 38 mm para os meses mais secos (julho e agosto). A temperatura média anual é de 21°C.

5.2 Caracterização do solo

O solo onde os experimentos foram conduzidos foi classificado como Latossolo Vermelho Amarelo fase arenosa (ESPÍNDOLA et al., 1974).

Antes da realização do experimento avaliou-se as características químicas do solo da área experimental, a fim de fazer uma adubação adequada para ambos os experimentos (orgânico e mineral).

As características químicas foram obtidas a partir de 10 sub-amostras, componentes de uma amostra composta retirada das áreas experimentais na profundidade de 0-20 cm, as quais foram analisadas no Laboratório de Fertilidade do Solo, do Departamento de Recursos Naturais/Ciência do Solo, da FCA/UNESP.

Tabela 1: Resultados das análises químicas do solo, antes da implantação dos experimentos sob adubação orgânica e mineral. Fazenda Experimental São Manuel (SP), 2008.

Amostra de solo	pH	M. O.	Presina	H ⁺ Al	K	Ca	Mg	SB	CTC	V%
	CaCl ₂	g/dm ³	mg/dm ³				mmolc/dm ³			
1	6,3	11	27	13	2,0	22	7	31	44	71
2	5,3	9	26	19	3,0	15	5	23	42	56
3	5,5	9	26	18	2,0	19	6	27	45	61
4	5,2	8	29	19	2,3	17	5	24	43	56
5	5,2	10	23	22	2,7	19	6	27	49	56

Amostra de solo	Boro	Cobre	Ferro	Manganês	Zinco
			mg/dm ³		
1	0,13	0,8	18	6,8	0,9
2	0,15	1,1	31	6,8	1,0
3	0,16	1,1	21	10,2	1,1
4	0,16	1,1	22	5,7	0,8
5	0,15	1,2	31	5,1	0,9

Fonte: Laboratório de Fertilidade do Solo – DRN/Ciência do Solo – FCA/ UNESP.

Os resultados da análise química do solo, mostraram que a área utilizada para a implantação dos experimentos, estava com uma adubação adequada para o cultivo do jambu, como observa-se na tabela 1, pois essa planta é uma espécie rústica, não sendo exigente em adubação. Segundo Cardoso e Garcia (1997), os solos areno-argilosos e os ricos em matéria orgânica têm sido recomendados para o cultivo do jambu.

5.3 Caracterização química do esterco de curral

Foi realizada análise química do esterco de curral, antes da incorporação ao solo (Tabela 2) e verificou-se o teor de nitrogênio do esterco para utilizar a mesma concentração de uréia no plantio com adubação mineral.

Tabela 2: Caracterização do adubo orgânico, utilizado nos experimentos sob adubação orgânica e mineral. Fazenda São Manuel (SP), 2008.

Fertilizante	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Umidade	MO	C	Ca	Mg	S
% na matéria seca									
Esterco bovino	1,47	1,54	1,38	14,30	41,00	22,80	1,20	0,40	0,30

Fertilizante	Fe	Cu	Mn	Na	Zn	pH	C/N
mg/Kg de matéria seca							
Esterco bovino	18650	200	364	2580	386	7.80	16/1

Fonte: Laboratório de Fertilidade do Solo – DRN/Ciência do Solo – FCA/ UNESP.

5.4 Caracterização do sistema de irrigação

Para o fornecimento de água nos experimentos foi utilizado um sistema de irrigação do tipo aspersão (Figura 4). Na linha central foi colocado um tubo de polietileno de maior diâmetro, ligado a uma bomba, para que ocorresse o bombeamento da água desde da caixa d'água até os aspersores. Nessa tubulação principal foi ligado um tubo de menor diâmetro, providos de aspersores, colocados a 50 cm do nível do solo. Durante todo o ciclo, a irrigação foi realizada duas vezes ao dia, especialmente após o transplântio.



Borges, 2008

Figura 4: Vista geral do sistema de irrigação do experimento. Fazenda experimental São Manuel. FCA-UNESP, São Manuel (SP). 2008.

5.5 Delineamento experimental e tratamentos

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados em esquema fatorial (2 x 6), sendo duas fontes de adubação (esterco de curral e uréia) e seis doses de nitrogênio, com quatro repetições. A unidade experimental foi constituída por 18 plantas de jambu.

O experimento realizado apresentou como tratamentos doses de adubação mineral (0, 30, 60, 90, 120, 150 g m⁻² de uréia), aplicadas parceladas em duas vezes e as doses de adubação orgânica (0, 2, 4, 6, 8 e 10 kg m⁻² de esterco de curral), aplicadas no plantio.

5.6 Aspectos gerais da instalação dos experimentos

A semeadura foi realizada no mês de janeiro de 2008, em bandejas de poliestireno de 128 células, contendo o substrato comercial Plantimax®. As sementes de jambu da variedade jambuarana foram obtidas de produtores do Estado do Pará, com boas características fitossanitárias, no campo de produção. A germinação ocorreu aos sete dias após a semeadura e o transplantio aos 40 dias após a semeadura.

No preparo do canteiro definitivo foi utilizada enxada rotativa (microtrator) e roto-encanteirador para boa uniformização (altura de 20 cm) e para boa exploração do sistema radicular, evitando também o encharcamento do solo pela irrigação constante.

O plantio foi realizado manualmente, em quatro canteiros de 6 m² (para cada experimento: orgânico e mineral), colocando-se 18 plantas por linha, sendo que cada canteiro constou de cinco linhas. O espaçamento utilizado foi de 20 x 25 cm, que permitiu o cultivo de 90 plantas (CARDOSO; GARCIA, 1997).

A adubação de cobertura foi feita aos 30 dias após o transplantio para o cultivo sob adubação mineral nas doses de 15, 30, 45, 60, 75 g m⁻² de uréia, sendo que essa quantidade é o restante das doses dos tratamentos, uma vez que foi aplicado apenas uma parte no plantio. No cultivo sob adubação orgânica foram aplicados 0,5 g m⁻² de produto comercial

orgânico e 15 dias depois foi aplicado 50 g/m² de torta de mamona. Essa aplicação da torta de mamona foi realizada semanalmente.

5.7 Tratos culturais e manejo da área experimental do cultivo orgânico e mineral

As capinas foram realizadas a cada dez dias, desde no início da instalação da cultura, uma vez que o plantio foi realizado em campo aberto e no início do período das chuvas, favorecendo a concorrência de plantas invasoras. No período inicial, a capina foi realizada com auxílio de enxadas. Quando as plantas já se apresentavam mais desenvolvidas, a capina passou a ser manual, para não danificar as plantas.

O jambu é muito susceptível a algumas pragas (paquinhas, grilos, formigas, e largatas) e aos fungos causadores de Mela ou tombamento (*Pythium spp*, *Sclerotium rolfsii*, *Rhizoctonia solani* e *Fusarium sp*) (SAWAKI, 2000). Segundo Cardoso e Garcia (1997), em fase mais adiantada de crescimento das plantas, tem sido constatado o ataque de homopteros (pulgões), principalmente nas folhas mais jovens, causando enrugamento. No Estado de São Paulo, já foi constatado o aparecimento de *Tecaphora spilantes*, na planta de jambu (COUTINHO et al., 2006). Embora tenha se observado o aparecimento de pulgões, a incidência foi baixa não havendo a necessidade de se realizar qualquer controle.

A primeira colheita foi feita pela manhã, aos 90 dias após o transplântio das mudas, na abertura botão floral. Os ramos foram cortados a sete cm do solo (CARDOSO; GARCIA, 1997), para que ocorresse a rebrota dos novos ramos e para a realização da segunda colheita, que ocorreu aos 40 dias após a rebrota.

Foram utilizadas folhas e flores do primeiro e segundo cortes, para as análises bioquímicas.

5.8 Limpeza e higienização do material vegetal

O material vegetal colhido foi levado ao laboratório de Análises Químicas, do Departamento de Química e Bioquímica, IB/UNESP, Campus de Botucatu/SP. Foram realizadas quatro lavagens para a retirada de impurezas. A primeira foi em água da torneira para retirada dos resíduos do campo, a segunda foi na solução contendo 150 mg L^{-1} de cloro ativo deixando o material imerso por 5 minutos, visando reduzir a contaminação microbiana do produto, a terceira e quarta em água destilada, para em seguida serem secas naturalmente.

5.9 Características avaliadas

5.9.1 Teores de nutrientes na parte aérea e no solo (g Kg^{-1} para macronutrientes e mg Kg^{-1} para micronutrientes)

Após a avaliação da massa de matéria fresca de folhas e inflorescência de jambu no momento da colheita, o material foi lavado, seco e moído (moinho de aço-inóx, tipo Wiley) e encaminhado para o Laboratório de Nutrição Mineral de Plantas do Departamento de Recursos Naturais/Ciência do Solo, da FCA/UNESP, onde procederam as análises dos teores de nitrogênio (N), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), ferro (Fe),

manganês (Mn), cobre (Cu) e zinco (Zn) no tecido foliar, através de metodologia citada por Malavolta et al. (1997).

5.9.2 Altura de planta (cm)

A altura das plantas foi determinada com auxílio de uma trena, medindo-se a planta do colo até o ápice, em seis plantas por parcela, aos 90 dias após a semeadura para a primeira colheita e aos 40 dias após a rebrota para a segunda colheita.

5.9.3 Massa de matéria fresca (g)

A massa de matéria fresca foi determinada pela pesagem em balança digital, da parte aérea das plantas.

5.9.4 Massa de matéria Seca (g)

A massa de matéria seca foi determinada a partir de amostras frescas que foram levadas para estufa de circulação forçada de ar, a 60 °C, até peso constante.

5.9.5 Extração do óleo essencial

As folhas e as inflorescências secas foram moídas e submetidas, separadamente, a hidro-destilação em aparelho de Clevenger por duas horas, para a obtenção

dos óleos essenciais. Os óleos obtidos foram separados da fase aquosa por partição líquido-líquido com diclorometano.

5.9.5.1 A separação e quantificação

A separação e a quantificação (método de normalização de área) das substâncias foram realizadas em cromatógrafo gasoso com detector de ionização de chama (CG-DIC, Shimadzu, GC-2010), usando coluna capilar DB-5 (J&W Scientific; 30,0m x 0,25mm x 0,25 μ m). A identificação das substâncias foi realizada em cromatógrafo à gás acoplado a espectrômetro de massas (CG-EM, Shimadzu, QP-5000), operando por impacto de elétrons (70eV), com coluna capilar OV-5 (Ohio Valley Specialty Chemical, Inc.; 30,0m x 0,25mm x 0,25 μ m).

5.9.5.2 Análises no CG-DIC

Para as análises no CG-DIC, usou-se injetor: a 220 °C e detector: a 230 °C. O gás de arraste usado foi o hélio, com vazão de 1,0mL/min. e Split: 1/20. A diluição utilizada foi de 1 μ L de amostra/1mL de Acetato de Etila e o volume de injeção, de 1 μ L. Como programa de temperatura, utilizou-se 60 -120 °C, 6 °C/min, 120 -195 °C, 3 °C/min. e 195 °C-240 °C, 8 °C/min.

5.9.5.3 Condições de análises no CG-EM

Injetor: 220 °C, Detector: 230 °C; gás de arraste: hélio, Vazão: 1,0mL/min.; Split: 1/20. Diluição: 1µL de amostra/1mL de Acetato de Etila. Volume de injeção: 1µL. Programa de temperatura: 60 °C-240 °C, 3 °C/min.

5.9.5.4 Identificação das substâncias

A identificação das substâncias foi efetuada através da comparação dos seus espectros de massas com o banco de dados do sistema CG-EM (Nist. 62 lib.) e índice de retenção de Kovats (ADAMS, 1995). Os índices de retenção das substâncias foram obtidos pela co-injeção do óleo essencial com uma mistura padrão de hidrocarbonetos (C₉-C₂₄), aplicando-se a equação de Van den Dool e Kratz (1963).

5.9.6 Determinação de ácido ascórbico (Vitamina C)

O método utilizado para determinação de vitamina C foi o de Terada et al. (1978) com algumas modificações. Cerca de 400mg de folha e inflorescência frescas de jambu mineral e orgânica, anteriormente pulverizadas em N₂ líquido, foram homogeneizados com ácido oxálico (0,5%, peso/ volume) durante 20'' em miniturax (MARCONI). Foram adicionados 50 mg de carvão ativado (Sigma) que ficaram em repouso por 150 minutos a 4°C. Em seguida, foram submetidas à centrifugação a 12000xg por 10'. Uma alíquota de 1,5 mL do sobrenadante foi combinado com 2,5 mL de ácido oxálico 0,5%. As formas L e dehidroascórbica da vitamina C foram mensuradas a partir da adição de 150 µL de uma

solução aquosa a 0,25% de 2,6-diclorofenolindofenol (peso/volume) (Merck), 1 mL de uma solução 9N de ácido sulfúrico (98% Sigma) a 2% de 2,4-dinitrofenolhidrozina (Merck) (peso/volume) com 50 μL de tiouréia 10% em EtOH 50% (v:v). A mistura foi submetida a banho fervente por 15' e após o resfriamento, foram adicionados 5 mL de H_2SO_4 85% (Sigma) e a leitura procedida à 520 nm. Os resultados foram comparados com a curva padrão de ácido ascórbico $100 \mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$ em ácido oxálico 0,5% (ambos reagentes Merck).

5.9.7 Flavonóides

Os flavonóides totais foram quantificados de acordo com o método espectrofotométrico adaptado de Santos e Blatt (1998) e Awad et al. (2000). Foram pesadas 50 mg de amostra de material fresco, que foi pulverizado em nitrogênio líquido antes da pesagem, para aumentar a área de superfície e com isso, facilitar a extração destes metabólitos. Os flavonóides foram extraídos com 4 mL de uma solução de metanol em ácido acético a 10% (85:15, ambas v:v). O extrato foi homogeneizado manualmente e submetido ao banho de ultrassom por 1 hora, em seguida, submetidos à centrifugação por 20 minutos a $12500 \times g$. Ao sobrenadante foi adicionado 1 mL de cloreto de alumínio 5% em MeOH (peso : volume), segundo modificações feitas por Santos e Blatt (1998). A leitura da absorbância foi realizada a 425 nm e os resultados comparados com a curva padrão que também foi construída de acordo com Santos e Blatt (1998) para quercetina (Sigma-Aldrich). Os valores foram expressos em μg de quercetina (flavonóides totais). g^{-1} matéria fresca.

5.9.8 Potencial antioxidante

Foi realizado de acordo com o método descrito por Mensor et al. (2001), utilizando o reagente DPPH (1,1 difenil-2-picrilhidrazila da Sigma-Aldrich), radical livre relativamente estável. Utilizou-se 60 mg de amostra seca de jambu homogeneizada com 20 mL de etanol 95%. O homogenado foi colocado em banho maria até secagem completa e a amostra foi ressuspensa em 20 mL de etanol 95%, e posteriormente filtrada. A medida da atividade antioxidante foi realizada pela construção de uma curva de cada uma das amostras em etanol sob pelo menos 5 pontos diferentes de concentrações (250, 125, 100, 50 e 10 µg/mL). As reações foram incubadas em temperatura ambiente durante pelo menos 60 minutos junto com 1 mL da solução seqüestrante de DPPH em etanol na concentração de 0,3mM de DPPH. Um controle negativo foi feito com o DPPH a 0,3mM em etanol para observar o decaimento do radical contra os antioxidantes doadores. A leitura obtida a 518 nm, foi convertida em porcentagem de atividade antioxidante pela fórmula:

$$AAO\% = \frac{100 - [(Abs_{amostra} - Abs_{branco}) \times 100]}{Abs_{controle}}$$

e o valor estimado para 50% da inibição, valor de CE₅₀ (µg/mL), foi calculado por regressão linear, segundo método descrito por Mensor et al. (2001). Este método se baseia na redução deste radical livre, relativamente estável, DPPH (2,2 difenil-1-picrilhidrazila) (Sigma-Aldrich), em solução alcoólica, que na presença de antioxidantes doadores de hidrogênio, captura estes elétrons mudando a coloração de violeta para amarelo, passando para sua forma

estável, DPPH-H^+ . Segundo as reações observadas na figura 5 e a leitura foi realizada a 518 nm.

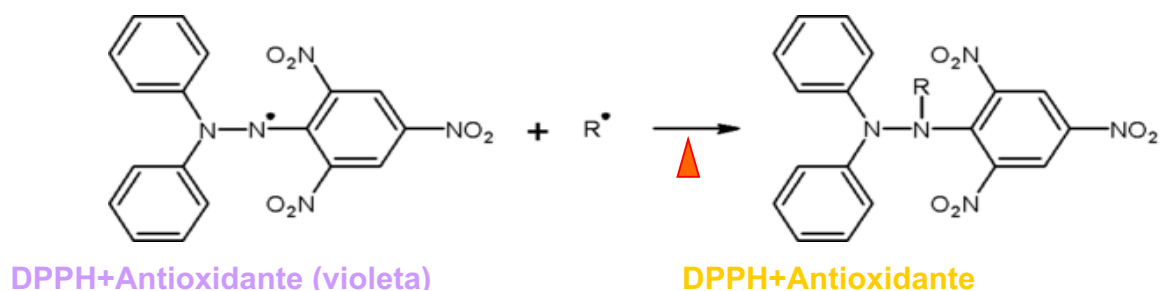


Figura 5: Reação de DPPH (2,2 difenil-1-picrilhidrazila) do radical livre e captação de substâncias antioxidantes.

5.9.8.1 Índice de atividade antioxidante

Foi determinado de acordo com Scherer e Godoy (2009), onde:

IAA < 0,5 = pobre atividade antioxidante

0,5 < IAA < 1,0 = moderada

1,0 ≤ IAA ≤ 2,0 = forte

> 2,0 = muito forte

5.9.9 Análises de resíduos de pesticidas

Amostras dos vegetais foram trituradas e sofreram processo de extração por solventes. Posteriormente, foram identificadas qualitativamente através de cromatografia de camada delgada (placa 20 x 20; 0,25 micras; 60G) quanto aos grupos

químicos (carbamatos, organoclorados, organofosforados e herbicidas). Os resultados foram comparados com padrões. Estas análises foram realizadas no Centro de Assistência Toxicológica (CEATOX)/IB/(UNESP).

5.10 Análise dos resultados

Os dados obtidos para as características avaliadas foram analisados estatisticamente através da análise de variância com teste F. Quando houve significância para o fator doses de uréia e esterco de curral, foi feita análise de regressão e quando se observou efeito de fonte foi aplicado teste de Tukey (5%) para a comparação de médias. Estabeleceu-se o coeficiente de correlação de Pearson (r), entre as médias para todas as características analisadas. Quando ocorreu interação entre doses e fonte, o efeito das doses foi estudado para cada fonte de cultivo. Todas as análises realizadas foram feitas através do programa SISVAR e os gráficos pelo Office Excel.

6 Resultados e Discussões

6.1 Dados climáticos

Os dados de temperatura média observados no experimento de janeiro a março mantiveram-se acima da faixa de 15°C a 20°C, citada por Cardoso e Garcia (1997), como médias de temperatura ótimas para o bom desenvolvimento vegetativo e florescimento do jambu. Nos meses de maio a junho a temperatura ficou na faixa de 16 a 18°C, porém não se observou nenhuma anormalidade nas plantas de jambu nesse período (Figura 6).

A precipitação pluviométrica observada nos meses de realização do experimento teve pico, de 49, 38, 29, 43, 50 e 17 mm nos meses de janeiro, fevereiro, março, abril, maio e junho, respectivamente (Figura 7). Segundo Cardoso e Garcia (1997), o jambu desenvolve-se bem em temperaturas elevadas e umidade relativa do ar em torno de 90%. Para esses mesmos autores, no período chuvoso, as chuvas fortes e excessivas favorecem o aparecimento de doenças, induzem estragos nas plantas e provocam a lavagem dos nutrientes do solo, resultando em baixa produtividade.

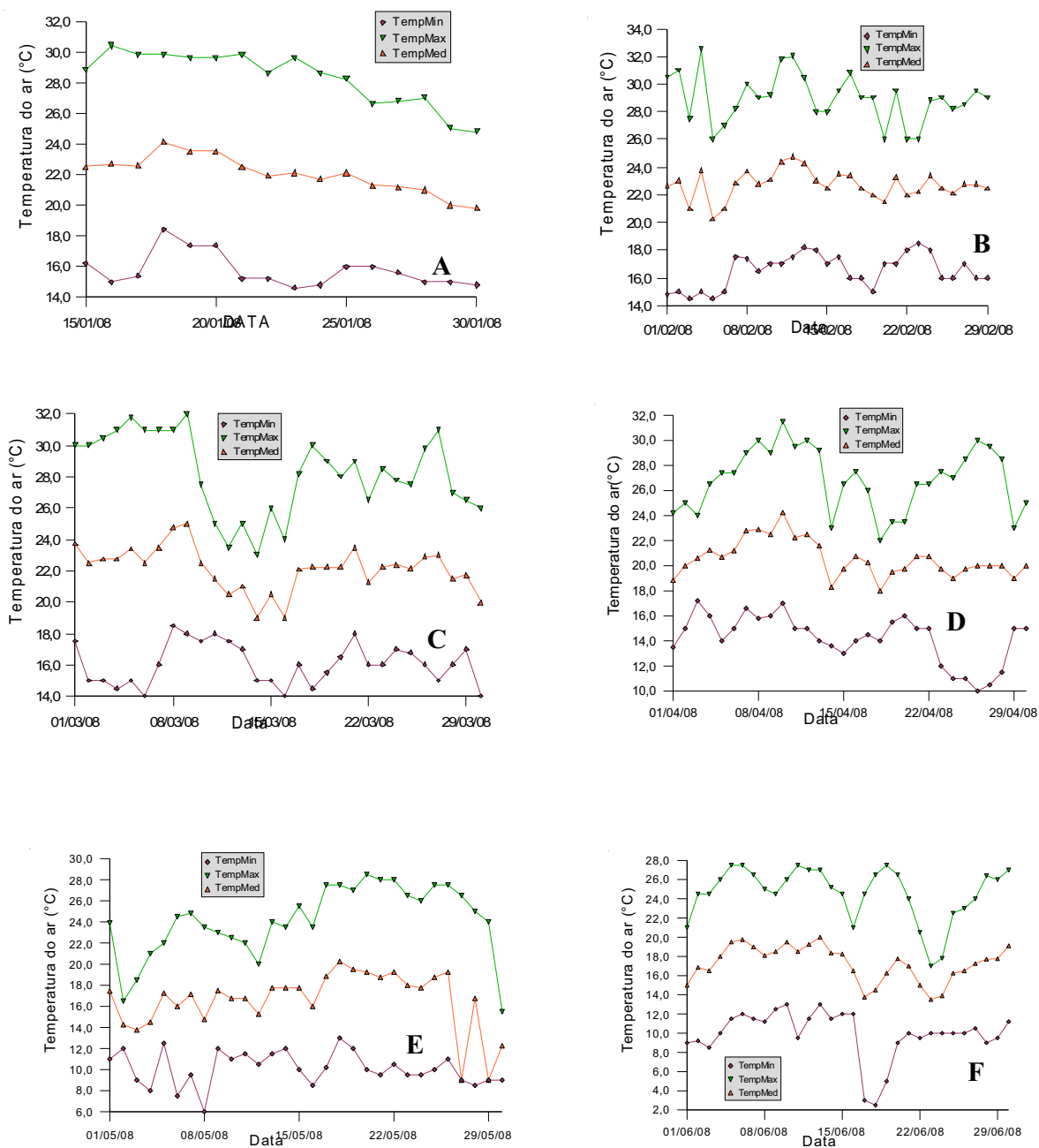


Figura 6: Temperatura, máxima, média e mínima dos meses janeiro (A), fevereiro (B), março (C), abril (D), maio (E) e junho (F) em campo do cultivo orgânico e mineral de plantas de jambu (variedade jambuarana). Fazenda Experimental São Manuel (SP), 2008.

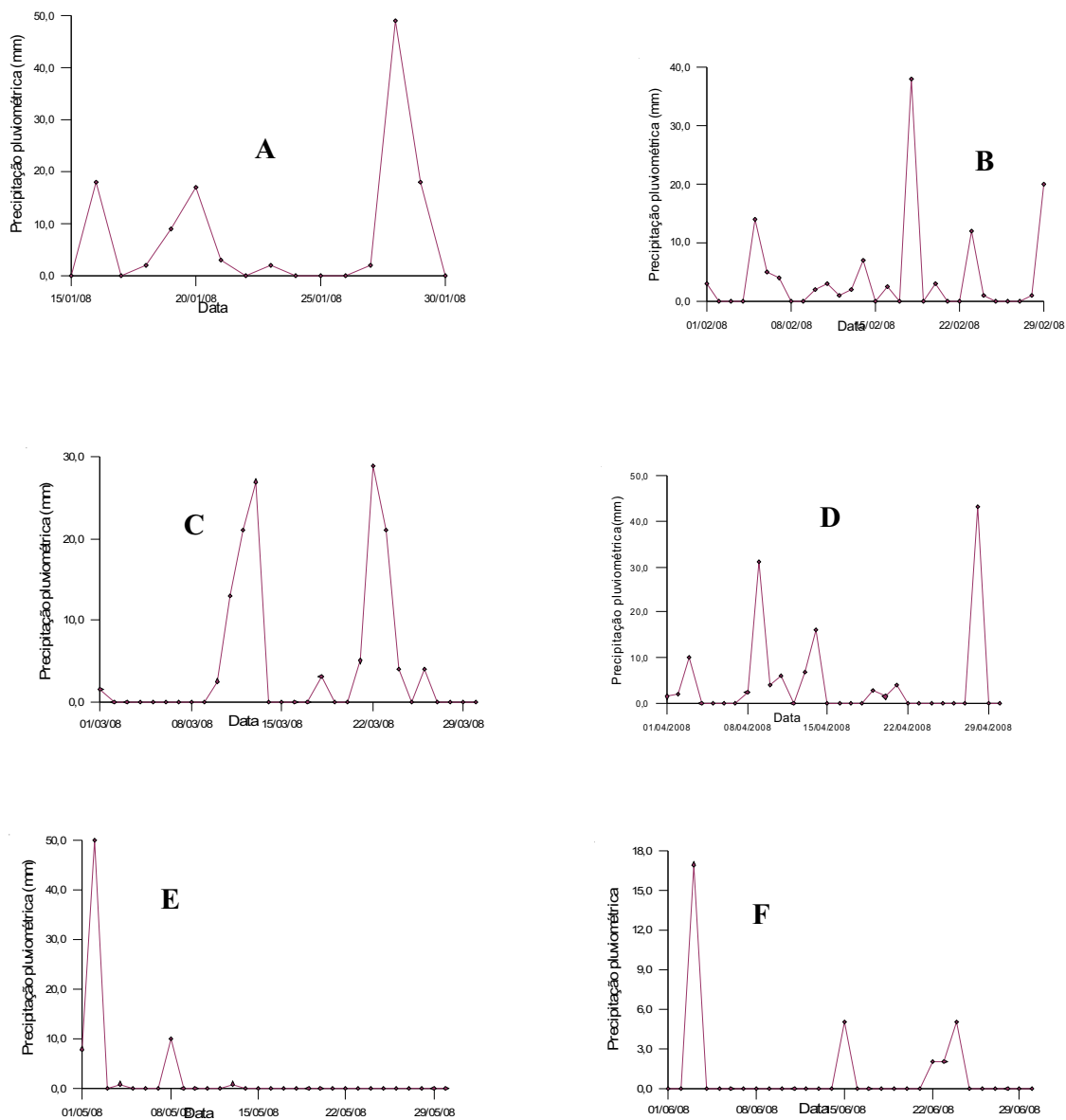


Figura 7: Precipitação pluviométrica dos meses de janeiro (A), fevereiro (B), março (C), abril (D), maio (E) e junho (F) em campo do cultivo orgânico e mineral de plantas de jambu (variedade jambuarana). Fazenda Experimental São Manuel (SP), 2008.

6.2 Análise do solo

Com relação ao esterco utilizado, observa-se na tabela 2 que a sua composição química, estava adequada para ser utilizado, pois apresentava uma boa quantidade de nitrogênio, sendo que este foi o elemento principal de estudo nesse trabalho.

Para Malavolta et al. (2002), os adubos orgânicos não valem apenas pelos nutrientes que contêm, mas também por seus efeitos benéficos nos solos. A matéria orgânica funciona como fonte de energia para microrganismos úteis, melhora a estrutura e o arejamento a capacidade de armazenar umidade e tem efeito regulador na temperatura do solo. Retarda a fixação do fósforo e, aumentando a capacidade de troca catiônica (CTC), ajuda a reter potássio, cálcio, magnésio e outros nutrientes em formas disponíveis para as raízes, protegendo-as de lavagem ou lixiviação pela água das chuvas ou de irrigação. Esse efeito pode ser observado nas Tabelas 3 e 4, onde o experimento com adubo orgânico apresenta maior concentração de potássio, cálcio e magnésio em relação ao experimento com adubação mineral.

Tabela 3: Resultado da análise química do solo, ao final do experimento com adubação orgânica. Fazenda Experimental São Manuel (SP), 2008.

Amostra de solo	pH	M. O.	Presina	H ⁺ Al	K	Ca	Mg	SB	CTC	V%
	CaCl ₂	g/dm ³	mg/dm ³	mmolc/dm ³						
1	5,6	16	18	17	1,6	18	5	25	42	59
2	5,6	17	25	18	2,9	10	7	29	47	62
3	6,2	21	39	17	5,2	22	8	35	52	68
4	6,1	20	42	17	5,1	25	10	40	57	70
5	6,2	20	47	17	6,6	25	9	40	57	71
6	6,1	18	45	17	7,6	21	8	36	54	68

Amostra de solo	Boro	Cobre	Ferro	Manganês	Zinco
			mg/dm ³		
1	0,15	1,7	44	15,2	2,0
2	0,14	1,8	51	16,1	2,1
3	0,18	2,0	56	16,1	3,3
4	0,21	2,2	52	18,6	3,5
5	0,19	2,2	56	18,2	3,3
6	0,17	2,3	57	20,1	3,2

Fonte: Laboratório de Fertilidade do Solo – DRN/Ciência do Solo – FCA/ UNESP.

1= Testemunha

2= Dose 2 kg m⁻² para a adubação orgânica e 30 g m⁻² de nitrogênio para mineral

3= Dose 4 kg m⁻² para a adubação orgânica e 60 g m⁻² de nitrogênio para mineral

4= Dose 6 kg m⁻² para a adubação orgânica e 90 g m⁻² de nitrogênio para mineral

5= Dose 8 kg m⁻² para a adubação orgânica e 120 g m⁻² de nitrogênio para mineral

6= Dose 10 kg m⁻² para a adubação orgânica e 150 g m⁻² de nitrogênio para mineral

Tabela 4: Resultado da análise química do solo, ao final do experimento com adubação mineral. Fazenda Experimental São Manuel (SP), 2008.

Amostra de solo	pH CaCl ₂	M. O. g/dm ³	Presina mg/dm ³	H+Al	K mmolc/dm ³	Ca	Mg	SB	CTC	V%
1	5,3	16	31	20	3,4	17	5	25	45	56
2	4,9	15	32	25	1,6	15	4	21	46	45
3	4,6	15	39	28	1,8	15	4	20	48	42
4	4,5	16	29	30	1,2	13	3	17	47	37
5	4,6	16	30	26	1,1	14	4	19	45	42
6	4,4	14	28	29	1,2	12	3	16	45	36

Amostra de solo	Boro	Cobre	Ferro mg/dm ³	Manganês	Zinco
1	0,14	1,6	44	15,1	2,0
2	0,13	1,6	50	16,5	2,0
3	0,20	1,7	57	18,9	2,2
4	0,16	1,8	61	19,4	2,0
5	0,18	1,8	59	19,4	2,2
6	0,21	1,7	55	22,6	1,9

Fonte: Laboratório de Fertilidade do Solo – DRN/Ciência do Solo – FCA/ UNESP.

1= Testemunha

2= Dose 2 kg m⁻² para a adubação orgânica e 30 g m⁻² de nitrogênio para mineral

3= Dose 4 kg m⁻² para a adubação orgânica e 60 g m⁻² de nitrogênio para mineral

4= Dose 6 kg m⁻² para a adubação orgânica e 90 g m⁻² de nitrogênio para mineral

5= Dose 8 kg m⁻² para a adubação orgânica e 120 g m⁻² de nitrogênio para mineral

6= Dose 10 kg m⁻² para a adubação orgânica e 150 g m⁻² de nitrogênio para mineral

6.3 Teores de nutrientes na parte aérea (g Kg^{-1} para macronutrientes e mg Kg^{-1} para micronutrientes)

Não houve efeito significativo da interação entre doses de nitrogênio e os adubos orgânico e mineral utilizados sobre os teores dos macronutrientes nitrogênio, potássio e magnésio para folhas de jambu e potássio, cálcio e magnésio de inflorescências (Tabela 5). Para os micronutrientes cobre e zinco em inflorescência de jambu, também não houve efeito significativo da interação (Tabela 6). O aumento das doses de nitrogênio exerceu influência significativa sobre a maioria dos teores de macronutrientes e micronutrientes nas folhas e inflorescência de jambu (Figura 8 e 9).

Tabela 5: Resumo da análise de variância para o teor na parte aérea de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S), em jambu (variedade jambuarana) cultivado sob adubação orgânica e mineral. FCA-UNESP, Botucatu (SP). 2008.

Causas de G.L variação	Quadrados médios													
	Folha							Inflorescência						
	N	P	K	Ca	Mg	S	N	P	K	Ca	Mg	S		
adubações(S)	1	2408,33 ^{**}	134,33 ^{**}	0,08 ^{ns}	0,75 ^{ns}	6,90 ^{**}	191,20 ^{**}	154,08 ^{**}	1,92 ^{**}	10,08 ^{ns}	17,52 ^{**}	0,88 ^{ns}	11,60 ^{**}	
Doses(D)	5	472,53 ^{ns}	0,67 ^{ns}	99,03 [*]	9,23 ^{**}	0,53 ^{ns}	2,45 ^{**}	6,39 ^{ns}	0,25 [*]	4,00 ^{ns}	1,29 ^{ns}	0,42 ^{ns}	0,41 ^{**}	
Int. S * D	5	329,08 ^{ns}	3,50 ^{**}	27,19 ^{ns}	5,60 ^{**}	0,45 ^{ns}	6,02 ^{**}	22,03 ^{**}	0,35 ^{**}	3,59 ^{ns}	0,82 ^{ns}	0,56 ^{ns}	1,23 ^{**}	
Bloco	3	1720,69 ^{ns}	0,65 ^{ns}	44,50 ^{ns}	4,13 ^{ns}	0,14 ^{ns}	0,29 ^{ns}	22,16 ^{ns}	0,31 ^{ns}	0,61 ^{ns}	2,63 ^{ns}	0,55 ^{ns}	0,10 ^{ns}	
Erro	33	389,01	0,29	34,06	1,41	0,22	0,22	6,72	0,08	2,61	0,68	0,31	0,05	
CV(%)		17,51	10,77	9,54	9,68	10,99	8,67	10,24	6,56	6,89	15,49	14,85	7,27	

^{ns} Não significativo pelo teste F; ^{*} significativo a 5% de probabilidade; ^{**} significativo a 1% de probabilidade

Tabela 6: Resumo da análise de variância para o teor na parte aérea de Boro (B), Cobre (Cu), Ferro (Fe), Manganês (Mn) e Zinco (Zn), em jambu (variedade jambuarana) cultivado sob adubação orgânica e mineral. FCA-UNESP, Botucatu (SP). 2008.

Causas de G.L variação	Quadros médios										
	Folha					Inflorescência					
	B	Cu	Fe	Mn	Zn	B	Cu	Fe	Mn	Zn	
Adubações(A)	1	36071,56 ^{**}	3536,33 ^{**}	1223366,02 ^{**}	2218370,02 ^{**}	784,08 ^{**}	494,40 ^{**}	48,00 [*]	5857621,33 ^{**}	522918,75 ^{**}	385,33 ^{**}
Doses(D)	5	321,14 ^{ns}	36,75 ^{**}	554994,33 ^{**}	76151,58 ^{**}	27,23 ^{ns}	44,85 ^{ns}	18,15 ^{ns}	976416,63 ^{**}	16899,28 ^{**}	24,35 ^{ns}
Int. A * D	5	1059,02 ^{**}	25,53 ^{ns}	112691,67 [*]	129483,18 ^{**}	114,13 ^{**}	90,27 [*]	1,25 ^{ns}	211057,83 ^{**}	23557,60 ^{**}	13,83 ^{ns}
Bloco	3	863,41 ^{**}	42,47 ^{ns}	63339,24 ^{ns}	84663,19 ^{ns}	192,13 ^{ns}	14,11 ^{ns}	21,61 ^{ns}	61336,55 ^{ns}	14836,27 ^{ns}	25,41 ^{ns}
Erro	33	175,45	9,94	38753,95	15351,30	32,98	32,10	8,97	63167,40	3582,38	12,56
CV(%)		12,12	12,43	17,28	32,61	11,61	14,07	16,64	26,49	35,45	11,39

^{ns} Não significativo pelo teste F; ^{*} significativo a 5% de probabilidade; ^{**} significativo a 1% de probabilidade

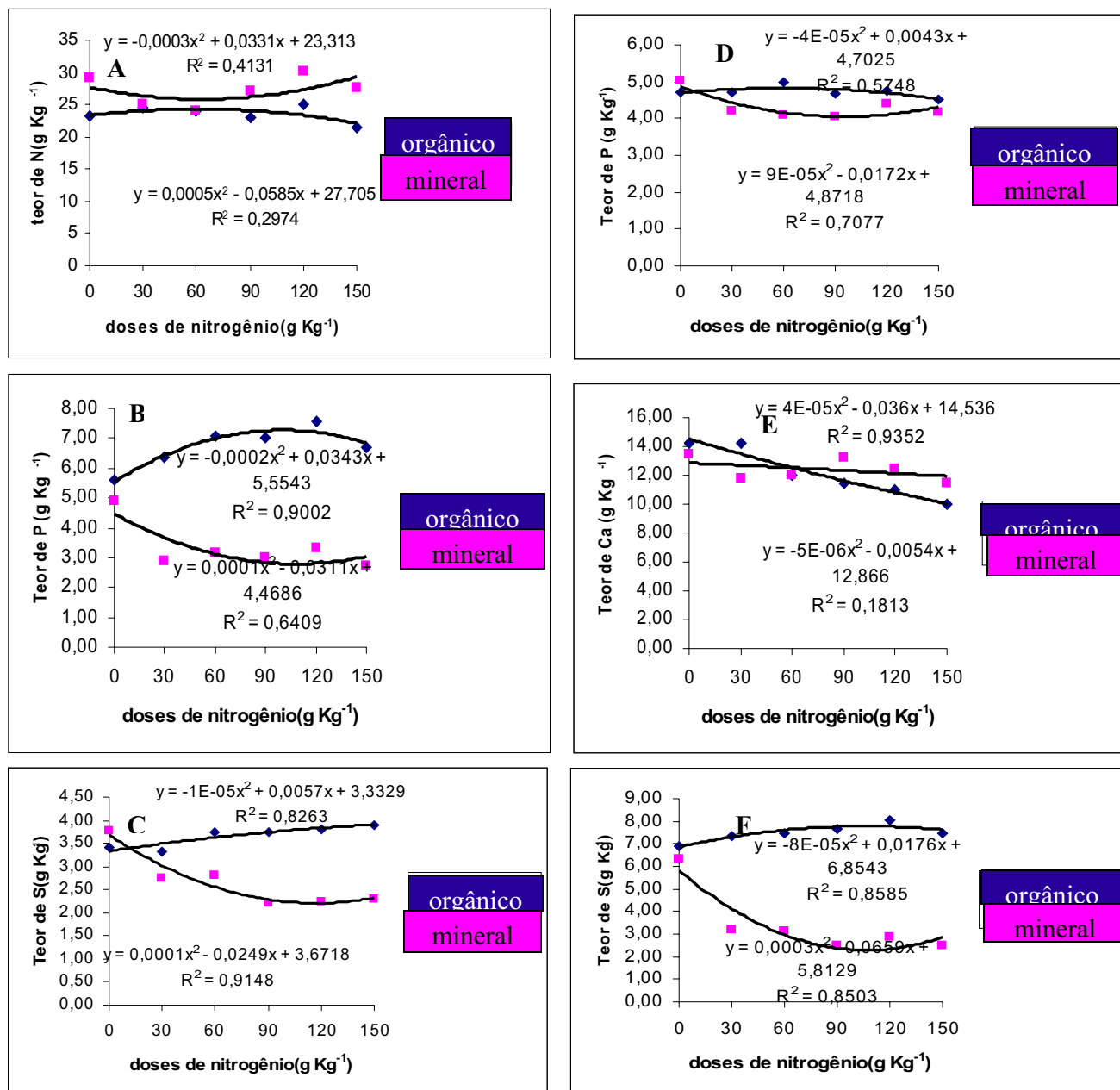


Figura 8: Teores de nitrogênio (A), fósforo (B) e enxofre (C) em inflorescência e fósforo (D), cálcio (E) e enxofre (F) em folhas de jambu (variedade jambuarana), cultivado sob adubação orgânica e mineral, em função das doses de nitrogênio, na colheita. FCA.UNESP, Botucatu (SP). 2008.

Para Martins et al. (2000), dentre os fatores que podem interferir na composição química de uma planta, a nutrição é um dos que merece destaque. A deficiência e, ou, o excesso de nutrientes, podem promover maior ou menor produção de fármacos na planta.

O teor máximo de nitrogênio encontrado nas inflorescências de jambu foi melhor na dose de 120 g m⁻² (correspondente a 8 kg m⁻² no orgânico, onde se observou o valor estimado de 32,5 g na adubação mineral e 25,7 g na adubação orgânica. A partir deste ponto, houve decréscimo, ocorrendo teores de até 28,5 g na adubação mineral de 23,5 g na adubação orgânica (Figura 8).

Sawaki (2000) trabalhando com sintomas de deficiência de macronutriente e micronutrientes em plantas de jambu, verificou uma média de 29,42 g Kg⁻¹ de nitrogênio em folhas velhas e 41,42 g Kg⁻¹ de nitrogênio em folhas novas de jambu. O nitrogênio que foi o elemento em estudo nesse trabalho é citado por Martins et al. (2000) como um elemento que tem uma ação bem controversa dependendo da espécie utilizada, por exemplo, quando em *déficit*, provoca em papoula (*Papaver somniferum*) e beladona (*Atropa beladona*) aumento da concentração de alcalóides, enquanto na labélia (*Lobelia inflata*) há redução. Neste trabalho tanto as doses de nitrogênio, como as adubações utilizados influenciaram nos teores de vitamina C e flavonóides

Os teores de fósforo nas inflorescências mostraram-se praticamente constante na adubação orgânica com o aumento nas doses de nitrogênio, permanecendo numa faixa de 4,8 a 5,0 g Kg⁻¹. Na adubação mineral, houve um decréscimo, conforme foi aumentando as doses de nitrogênio. Independente das doses utilizadas nas duas adubações, os teores observados mostraram-se superiores ao verificados por Sawaki (2000), que foram de

1,87, 0,90, 1,90 e 2,30 g Kg⁻¹ na raiz, caule e folha velha e nova de plantas de jambu, respectivamente.

O fósforo contribui para o aumento da concentração de alcalóides na beladona e de substâncias aromáticas no coentro e no funcho. O seu déficit no solo reduz a concentração de cumarinas em chambá, mas o efeito mais negativo é a redução da produção da biomassa, reduzindo a produção global de princípio ativo (MARTINS et al., 2000).

Os teores de enxofre nas inflorescências de jambu, foram maiores na adubação orgânica, onde o maior teor 7,8 g Kg⁻¹ foi observado na dose de 120 g m⁻² de nitrogênio. Já na adubação mineral, ocorreu um decréscimo, conforme houve aumento nas doses de nitrogênio de 6,5 até 2,8 g Kg⁻¹.

No teor de fósforo em folhas de jambu em adubação mineral, observou-se uma média superior que a encontrada na inflorescência na adubação orgânica, onde a maior média foi de 7,5 g Kg⁻¹ para a dose de 120 g m⁻².

O teor de cálcio nas folhas de jambu decresceu como o incremento nas doses de nitrogênio, tanto na adubação orgânica de 14,0 até 10,5 g Kg⁻¹, como na adubação mineral de 14,0 até 12,0 g Kg⁻¹.

Os teores de enxofre nas folhas variaram de forma semelhante ao enxofre na inflorescência, onde na adubação orgânica houve aumento no enxofre conforme foi aumentando as doses de nitrogênio de 3,4 até 4,0 g Kg⁻¹. Na adubação mineral, houve um decréscimo linear com aumento das doses de nitrogênio de 3,7 até 2,5 g Kg⁻¹. Esses valores estão bem abaixo dos encontrados por Sawaki (2000), onde as médias observadas por esse autor foram de 19,45 e 19,82 g Kg⁻¹ em folhas velhas e novas de jambu. Segundo esse autor

essas médias estão 5,5 a 6,2 vezes superiores as médias adequadas de enxofre para alface, inferindo-se a assim que o jambu é muito mais exigente nesse nutriente que a alface.

Para as adubações utilizadas houve efeito significativo onde a adubação orgânica foi superior para fósforo, magnésio, enxofre de folhas e fósforo, enxofre de inflorescência de plantas de jambu. Entretanto, a adubação mineral foi superior a orgânica para nitrogênio em folha e inflorescência. Não foi observado efeito significativo entre as adubações para cálcio e potássio em folhas e potássio e magnésio de inflorescência nas plantas de jambu (Tabela 7).

As médias verificadas para o teor de boro na inflorescência foram de 41,5 até 46,8 mg Kg⁻¹, conforme foi aumentando as doses de nitrogênio na adubação orgânica. Na mineral houve um decréscimo de 46,5 até 34,0 mg Kg⁻¹, conforme ocorreu aumento das doses de nitrogênio. O teor de boro nas folhas variaram de forma semelhante a inflorescência, porém com médias de 125 até 152,5 mg Kg⁻¹ para adubação orgânica e 110,5 até 80,5 mg Kg⁻¹ para a mineral (Figura 9).

Para o ferro em inflorescência verificou-se uma média de 1900 até 995 mg Kg⁻¹ para adubação orgânica, observando assim um decréscimo a medida que se aumentava as doses de nitrogênio. Já na adubação mineral, foi observada médias de 1300 até 789 mg Kg⁻¹. Para as folhas foram observados teores de ferro semelhante a inflorescência com média de 1759 até 1000 mg Kg⁻¹ para adubação orgânica e 1600 até 955 mg Kg⁻¹ para a mineral (Figura 9).

As médias observadas para o manganês na inflorescência de jambu foi de 80,5 até 60,5 mg kg⁻¹ decrescendo linearmente com o aumento das doses de nitrogênio para

adubação orgânica. Na mineral foi observado acréscimo até a dose de 120 mg kg⁻¹ de nitrogênio, correspondente a 400 mg Kg⁻¹. Para as folhas de jambu verificou-se resposta semelhante para o teor de manganês para adubação orgânica e mineral, porém com teores médios maiores, em torno de 200 a 800 mg Kg⁻¹, respectivamente, nas adubações utilizadas em relação as doses de nitrogênio (Figura 9).

Para o teor de cobre na folha de jambu foram observadas médias de 35 até 32 mg Kg⁻¹ em sistema orgânico, e 23,5 até 16,8 mg Kg⁻¹ em sistema mineral, verifica-se assim um decréscimo no teor de cobre nos dois adubações utilizados, conforme foi aumentando as doses de nitrogênio.

Para teor de zinco em folhas de jambu houve um decréscimo de 50 até 42,5 mg Kg⁻¹ conforme aumento das doses de nitrogênio na adubação orgânica, enquanto que na mineral houve um acréscimo nas médias até 61 mg Kg⁻¹, com o aumento das doses até 120 mg Kg⁻¹.

Na literatura consultada não existe uma faixa definida como adequada de nutrientes para plantas de jambu que possa esclarecer se os teores observados em função da adubação nitrogenada no presente trabalho são suficientes ou não.

Para as adubações utilizadas houve efeito significativo, onde adubação orgânica foi superior em relação a mineral para boro, cobre, ferro e manganês nas folhas de jambu. Com exceção do manganês, também foram superiores para inflorescência. A adubação mineral foi superior a orgânica somente para zinco, tanto nas folhas como nas inflorescências de plantas de jambu (Tabela 8).

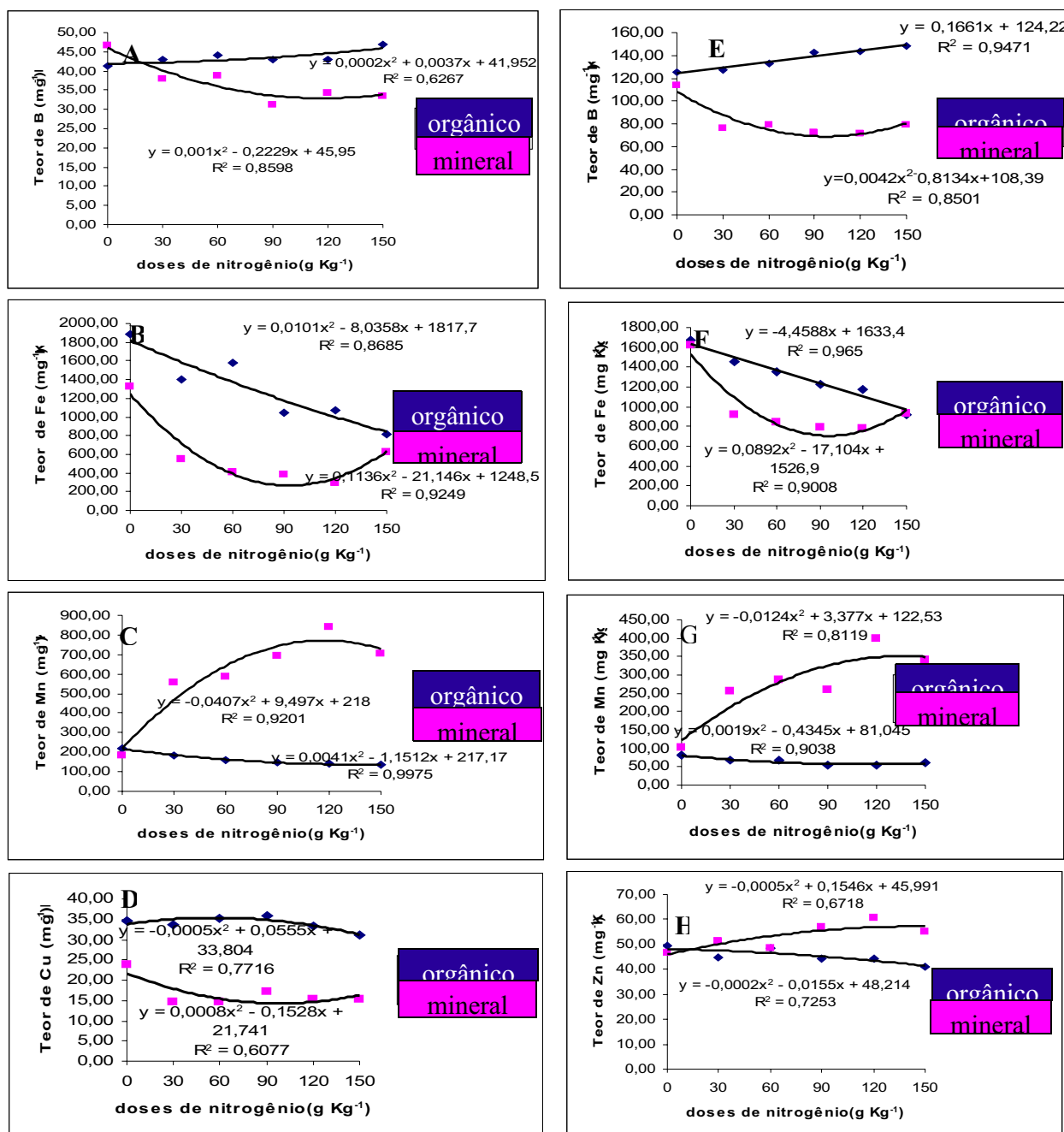


Figura 9: Teores de Boro A), Ferro (B), Manganês (C) em inflorescência e Cobre (D), Boro (E), Ferro (F), Manganês (G) e Zinco (H) em folhas de jambu (variedade jambuarana) sob adubação orgânica e mineral, em função das doses de nitrogênio na colheita. FCA.UNESP, Botucatu (SP). 2008.

Tabela 7: Resumo da análise de variância para o teor na parte aérea de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S), em jambu (variedade jambuarana) cultivado sob adubação orgânica e mineral. FCA-UNESP, Botucatu (SP). 2008.

Causas de variação	Teste de Tukey											
	Folha					Inflorescência						
	N	P	K	Ca	Mg	S	N	P	K	Ca	Mg	S
Orgânico	31,45 b ¹	6,71 a	61,20 a	12,16 a	4,69 a	7,48 a	23,54 b	4,72 a	23,04 a	4,70 b	3,90 a	3,66 a
Mineral	45,62 a	3,37 b	61,12 a	12,41 a	3,93 b	3,49 b	27,12 a	4,32 b	23,95 a	5,91 a	3,63 a	2,67 b
CV(%)	17,51	10,77	9,54	9,68	10,99	8,67	10,24	6,56	6,89	15,49	14,85	7,27

¹Médias na coluna, seguidas de mesma letra, não diferem entre si, pelo teste de Tukey(1% e 5% probabilidade)

Tabela 8: Resumo da análise de variância para o teor na parte aérea de Boro (B), Cobre (Cu), Ferro (Fe), Manganês (Mn) e Zinco (Zn), em jambu (variedade jambuarana) cultivado sob adubação orgânica e mineral. FCA-UNESP, Botucatu (SP). 2008.

Causas de variação	Teste de Tukey										
	Folha					Inflorescência					
	B	Cu	Fe	Mn	Zn	B	Cu	Fe	Mn	Zn	
Orgânico	136,68 a	33,95 a	1298,95 a	164,91 a	45,41 b	43,49 a	19,00 a	1298,25 a	64,45 b	28,29 b	
Mineral	81,85 b	16,79 b	979,66 b	594,87 b	53,50 a	37,07 b	17,00 b	599,58 b	273,20 a	33,95 a	
CV(%)	12,12	12,43	17,28	32,61	11,61	14,07	16,64	26,49	35,45	11,39	

¹Médias na coluna, seguidas de mesma letra, não diferem entre si, pelo teste de Tukey (1% e 5% probabilidade)

6.4 Produção

6.4.1 Altura de planta (cm)

Para altura de plantas se observou efeito significativo da interação entre doses de nitrogênio e as adubações orgânica e mineral utilizadas. Com relação à colheita, a característica altura das plantas de jambu apresentou efeito significativo para as adubações orgânica e mineral, para as doses e a interação entre adubações e doses utilizadas na primeira colheita, já na segunda colheita, só houve efeito significativo para as doses utilizadas, onde o uso de 90 g m^{-2} de nitrogênio induziu maior altura das plantas, tanto na primeira como na segunda colheita (Tabela 9 e 10).

Para massa fresca e seca de folha e inflorescência, não se observou efeito significativo da interação e das doses utilizadas como pode ser observado através do resumo da análise de variância (Tabela 9 e 10). Por outro lado, dependendo da característica, houve efeito isolado dos tratamentos.

Tabela 9: Resumo da análise de variância da massa seca de inflorescência (MSI) e folha (MSF), massa fresca de inflorescência (MFI) e folha (MFF) de jambu (variedade jambuarana) da primeira e segunda colheita. FCA-UNESP, Botucatu (SP). 2008.

Causas de variação	G.L	Quadrados médios									
		1° colheita					2° colheita				
		Alt(cm)	MSI(g)	MFI(g)	MSF(g)	MFF(g)	Alt(cm)	MSI(g)	MFI(g)	MSF(g)	MFF(g)
Adubação(A)	1	24,08,61 ^{**}	20,94 ^{**}	1188,92 ^{**}	534,80 ^{**}	236,03 ^{ns}	9,36 ^{ns}	271,65 ^{**}	18841,69 ^{**}	30,73 [*]	211,27 ^{ns}
Doses (D)	5	211,98 ^{**}	0,79 ^{ns}	78,59 ^{ns}	8,49 ^{ns}	536,40 ^{ns}	13,70 ^{**}	10,44 ^{ns}	814,09 ^{ns}	5,29 ^{ns}	35321,58 ^{ns}
Int. A*D	5	89,96 ^{**}	2,95 ^{ns}	239,99 ^{ns}	15,74 ^{ns}	339,98 ^{ns}	9,91 ^{ns}	11,72 ^{ns}	1326,39 ^{ns}	5,95 ^{ns}	16286,71 ^{ns}
Bloco	3	52,60 ^{ns}	5,64 ^{ns}	75,14 ^{ns}	26,37 ^{ns}	31,43 ^{ns}	26,37 ^{ns}	29,77 ^{ns}	2474,13 ^{ns}	1,75 ^{ns}	34788,62 ^{ns}
Erro	33	14,05	2,40	128,88	9,62	154,65	5,74	10,00	704,82	5,28	17157,08
CV(%)		12,81	25,20	20,38	43,90	21,05	13,05	28,08	23,82	21,16	20,16

^{ns} Não significativo pelo teste F; ^{*} significativo a 5% de probabilidade; ^{**} significativo a 1% de probabilidade

O aumento nas doses de nitrogênio proporcionou aumento na altura das plantas até a dose de 90 g m^{-2} no cultivo orgânico e mineral, correspondentes a 23,37 e 32,94 cm, respectivamente (Figura 10). Segundo Lorenzi e Matos (2002), o jambu atinge 30 a 40 cm de altura. Assim, o uso dessa quantidade seria ideal para o crescimento em altura de jambu em cultivo com adubação mineral.

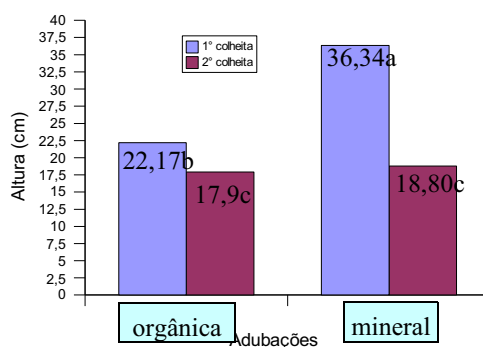


Figura 10: Altura de plantas de jambu (variedade jambuarana) cultivadas sob adubação orgânica e mineral. FCA-UNESP, Botucatu (SP). 2008.

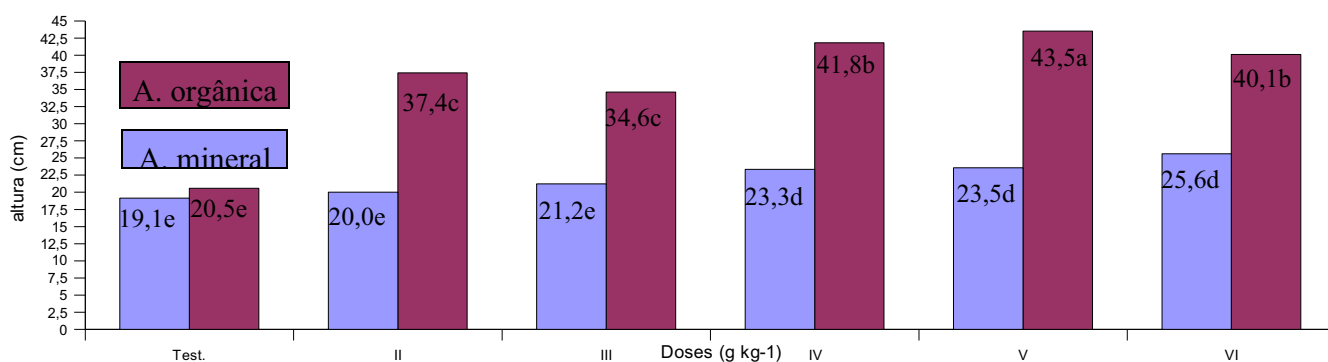
Independente das doses utilizadas, observou-se que a altura das plantas foi maior para adubação mineral em relação a adubação orgânica. Houve uma diferença de 39% entre as adubações, na primeira colheita. Para a segunda colheita, não houve efeito significativo para as adubações utilizadas (Figura 10).

Sawaki (2000) realizando estudo com deficiência de macro e micronutrientes em plantas de jambu, observou redução na altura das plantas de jambu, onde a maior altura obtida por esse autor foi de 15,44 cm no tratamento contendo todos os nutrientes,

altura bem abaixo da encontrada nesse trabalhando, mesmo no tratamento sem nitrogênio que foi de 19,87cm e 19,17cm na primeira colheita para a adubação mineral e orgânica, respectivamente. Na segunda colheita a média foi de 18,80 cm para adubação mineral e 17,40 cm para a orgânica.

A ausência de aplicação de nitrogênio em cobertura (0 g m^{-2}) na adubação mineral, assim como a ausência de esterco de curral na cobertura da orgânica, induziu menor altura (altura média de 40 cm), como encontrado por Albuquerque (1989). A altura das plantas obtidas com o uso de uréia e esterco de curral estão dentro das faixas citadas.

Exceto para dose zero, que não houve efeito significativo, a adubação mineral (com uréia) proporcionou maior altura de plantas de jambu quando utilizadas as demais doses com altura de 46,4; 38,6; 44,1; 45,8 e 36,1% superior a adubação orgânica para as doses de 30, 60, 90, 120 e 150 g m^{-2} de nitrogênio, respectivamente (Figura 11).



Test.= Testemunha

II= Dose 2 kg m^{-2} para a adubação orgânica e 30 g m^{-2} de nitrogênio para mineral

III= Dose 4 kg m^{-2} para a adubação orgânica e 60 g m^{-2} de nitrogênio para mineral

IV= Dose 6 kg m^{-2} para a adubação orgânica e 90 g m^{-2} de nitrogênio para mineral

V= Dose 8 kg m^{-2} para a adubação orgânica e 120 g m^{-2} de nitrogênio para mineral

VI= Dose 10 kg m^{-2} para a adubação orgânica e 150 g m^{-2} de nitrogênio para mineral

Figura 11: Interação entre doses e adubação orgânica e mineral para altura de plantas de jambu, variedade jambuarana. FCA-UNESP, Botucatu (SP). 2008.

6.4.2 Matéria fresca e seca (g)

Para as características de massa fresca de inflorescência e massa seca de folha e inflorescência houve efeito significativo para as adubações utilizadas (Tabela 9), tanto na primeira como na segunda colheita. Para massa fresca de folha não houve efeito significativo, tanto na primeira como na segunda colheita (Tabela 9).

Tabela 10: Massa seca de inflorescência (MSI) e folha (MSF), massa fresca de inflorescência (MFI) e folha (MFF) da primeira e segunda colheita de jambu (variedade jambuarana). FCA.UNESP, Botucatu (SP). 2008.

Adubação	Teste de Tukey									
	1° colheita					2° colheita				
	Altura	MSI	MFI	MSF	MFF	Altura	MSI	MFI	MSF	MFF
Orgânica	22,17b	6,82 a	60,68 a	3,73 b	62,34 a	17,91a	13,64 a	131,64 a	10,05 b	60,30 a
Mineral	36,34a	5,50 b	50,71 b	10,40 a	66,77 a	18,80a	8,89 b	91,62 b	11,65 a	64,67 a
CV(%)	12,81	25,20	20,38	43,90	19,26	13,05	28,08	23,82	21,16	20,16

¹Médias na coluna, seguidas de mesma letra, não diferem entre si, pelo teste de Tukey (1% e 5% probabilidade)

Para massa fresca e massa seca das inflorescências, a adubação orgânica foi melhor que mineral, tanto na primeira como na segunda colheita. Já para massa fresca de folha, não houve efeito significativo nas duas colheitas realizadas, no entanto, para massa seca de folha, a adubação mineral foi superior a orgânica, tanto na primeira como na segunda colheita (Tabela 10). Nota-se maior massa seca da inflorescência na adubação orgânica tanto na primeira como na segunda colheita, contrário do observado para folhas.

Borges et al. (2008) cultivando jambu em diferentes solos e doses de silício obtiveram 122,93 g de massa fresca da parte aérea, sendo essa média acima da obtida nesse trabalho na adubação mineral na primeira e segunda colheitas.

Essas médias também estão abaixo das médias obtidas por Armond (2007), que foram de 173,16 g a máxima e a mínima de 113,78 g dependendo do tratamento homeopático aplicado nas plantas de jambu. Esse mesmo autor obteve média de massa seca de folha de no mínimo de 20,39 g e no máximo de 29,77 g, dependendo do tratamento homeopático aplicado nas plantas de jambu. Para massa seca de folha, Borges et al. (2008) encontraram média de 20,42 g para solo argiloso e 16,62 g para o solo arenoso, sendo essas médias bem acima das observadas neste trabalho, que foram de 10,40 g e 11,65 g para adubação mineral na primeira e segunda colheitas, respectivamente e 3,73 g na primeira colheita e 10,05 g na segunda colheita para adubação orgânica.

Armond (2007) realizando trabalho com produção de biomassa em plantas de jambu tratadas com homeopatas, verificou médias de massa fresca de inflorescência de no máximo 48,10 g e no mínimo de 20,59 g dependendo dos tratamentos utilizados. Neste trabalho, a média de massa fresca de inflorescência de jambu foi de 60,68 g na primeira colheita e 131,64 g na segunda colheita na adubação orgânica. Já para a adubação mineral, a média foi de 50,71 g na primeira colheita e 91,62 g na segunda colheita. Nota-se que houve aumento de massa fresca e massa seca das folhas e inflorescências na segunda colheita.

Na Tabela 10, observa-se uma média de 6,82 g e 13,64 g de massa seca de inflorescência na primeira e segunda colheitas, respectivamente, na adubação orgânica e na mineral na primeira e na segunda colheitas. Essa média está acima da observada por

Armond (2007) que foi 6,30 g (média máxima) e 2,96 g (média mínima) de massa seca de inflorescência, dependendo do tratamento aplicado.

6.5 Composição química do óleo essencial

Para o teor de espilantol ocorreu diferença significativa entre os modos de cultivo, onde as inflorescências de jambu cultivadas em adubação orgânica foram 31,6 % superior que as inflorescência da adubação mineral na primeira colheita e 6,3% na segunda colheita (Figura 12).

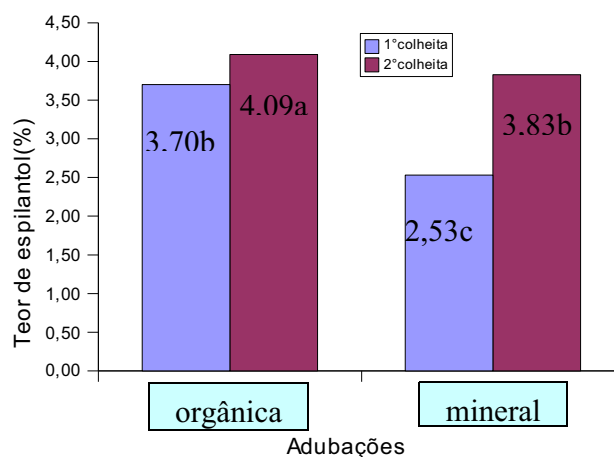


Figura 12: Porcentagem de espilantol em inflorescência de jambu (variedade jambuarana), cultivado sob adubação orgânica e mineral. FCA-UNESP, Botucatu (SP). 2008.

A análise pelo CG-EM do óleo essencial resultou na identificação de doze compostos representando na primeira colheita 89,5 % para inflorescências e 85,04% para folhas e na segunda colheita, 90,82 % para inflorescências e 94,0% para folhas. O maior composto encontrado foi o trans-cariofileno, com teores médios nas inflorescências de 48,64%

na primeira colheita e com 33,61% na segunda colheita e nas folhas, o teor médio obtido foi de 45,39% na primeira colheita e 33,61% na segunda colheita. Outro composto que aparece em grande quantidade é o germacreno-D com teor médio nas inflorescências de 20,75% na primeira colheita e com 19,57% na segunda e nas folhas, o teor encontrado é de 20,06% na primeira colheita e na segunda, 17,46%. Tanto o trans-cariofileno como o germacreno-D tem sido estudados por diversos autores por possuírem atividade anti-fúngica e anti-microbiana (DUARTE et al., 2005).

Outros compostos também ocorrem em grande quantidade, como o L-dodeceno, principalmente nas folhas e o espatulenol, também ocorrendo em maior quantidade nas folhas, com teor médio de 29,32% na segunda colheita, contra 7,02% na primeira colheita de plantas sob adubação mineral, enquanto que em jambu cultivado sob adubação orgânica, esse composto aparece em menor quantidade nas folhas (5,28% na primeira colheita e 8,07% na segunda colheita), quando comparado com a adubação mineral (Tabela 11).

Tabela 11: Composição química do óleo essencial de Jambu (cultivar jambuarana), cultivado sob adubação orgânica e mineral. FCA-UNESP, Botucatu (SP), 2008.

Substâncias	Orgânico						mineral					
	Inflorescência (%média)		Folha (% média)		IK exp.	IK lit.*	Inflorescência (%média)		Folha (% média)		IK exp.	IK lit.*
	1° colheita	2° colheita	1° colheita	2° colheita			1° colheita	2° colheita	1° colheita	2° colheita		
sabineno	tr	tr	tr	tr	972	976	- 0,00	0,46	tr	tr	972	976
β-pineno	tr	0,50	tr	tr	980	980	0,34	0,95	tr	tr	980	980
β-felandreno	tr	0,00	tr	tr	1024	1031	0,00	0,35	tr	tr	1024	1031
α-gurjuneno	1,00	2,09	tr	tr	1395	1409	1,02	2,43	tr	tr	1395	1409
trans-cariofileno	47,83	43,85	59,29	42,13	1448	1458	48,64	47,42	45,39	33,61	1416	1418
α-humuleno	2,50	2,33	1,73	1,76	1476	1480	2,63	2,52	2,12	1,54	1448	1458
germacreno D	19,87	19,86	22,36	23,40	1448	1458	20,75	19,57	20,06	17,46	1476	1480
L-dodeceno	6,11	7,83	9,75	10,97	1490	-	8,59	6,58	9,45	11,09	1490	-
germacreno B	tr	tr	1,15	tr	1551	1556	tr	tr	1,00	1,88	1551	1556
espatulenol	3,87	3,80	5,28	8,07	1575	1576	2,93	4,07	7,02	29,32	1575	1576
espilantol	3,70	4,09	nd	nd	1877	-	2,53	3,84	nd	nd	1877	-
hexadecanoato de etila	2,25	1,95	nd	nd	1989	1993	1,62	2,63	nd	nd	1989	1993
Total identificado	87,13	86,30	99,56	86,33			89,05	90,82	85,04	94,90		

IK exp. - Índice de Kovats experimental; IK lit. * - Índice de Kovats da literatura - Adams, 1995 tr ≤ 0,2 ; nd = não detectado

Vulpi et al. (2007) realizando análise sobre o teor de óleo essencial em jambu, verificaram média de 15,16% de espilantol em inflorescências. Esses valores estão bem acima dos obtidos nesse trabalho que foi de 3,70 % e 4,09% na adubação orgânica e 2,53 % e 3,83 % na mineral, na primeira e segunda colheita, respectivamente (Figura 12). Os mesmos autores constataram a presença de 1,46% da substância no óleo essencial das folhas de jambu. No entanto, não foi detectada a presença dessa substância no óleo essencial de folhas de jambu cultivado sob adubação orgânica e mineral, tanto na primeira como na segunda colheita (Tabelas 11; Figuras 15 e 16). Os autores descrevem ainda que os compostos majoritários encontrados nas folhas foram germacreno-D (38,51%), β -farneseno (36,04%) e 3-trideceno (2,97%), enquanto que nas inflorescências, os compostos encontrados foram 3-7-dimetil-1,3,6-octatrieno (15,38%), espilantol (15,16%) e β -farneseno (15,02%). Neste trabalho os compostos majoritários foram trans-cariofileno, germacreno D, L- dodeceno e espatulenol, encontrados em maior quantidade, é pode está atribuído às adubações utilizadas, como também ao clima da região, ao tipo do solo, etc.

Para Martins et al. (2000), os fatores climáticos influenciam na concentração do princípio ativo das plantas. Segundo esses autores, dentre os fatores climáticos, a temperatura exerce função muito importante na sobrevivência do vegetal, por estar mais ligada ao crescimento e desenvolvimento da planta. Espécies pouco adaptadas às temperaturas de uma região terão sérios problemas em produzir biomassa e princípios ativos, pois, influi no metabolismo primário (respiração e fotossíntese) e, em consequência, no metabolismo secundário. Isso justificaria o baixo teor de espilantol encontrado nas plantas de jambu neste experimento, pois como pode ser observado nas Figuras 6 e 7, a temperatura durante o período do experimento foi bastante oscilante. Outro fator indicado por Martins et

al. (2000), dentre os fatores que podem interferir na composição química de uma planta, é a nutrição. A deficiência e, ou, o excesso de nutrientes, podem promover maior ou menor produção de fármacos na planta. Assim, a adubação orgânica e mineral utilizada nesse trabalho interferiu no teor e na qualidade do óleo essencial das plantas de jambu.

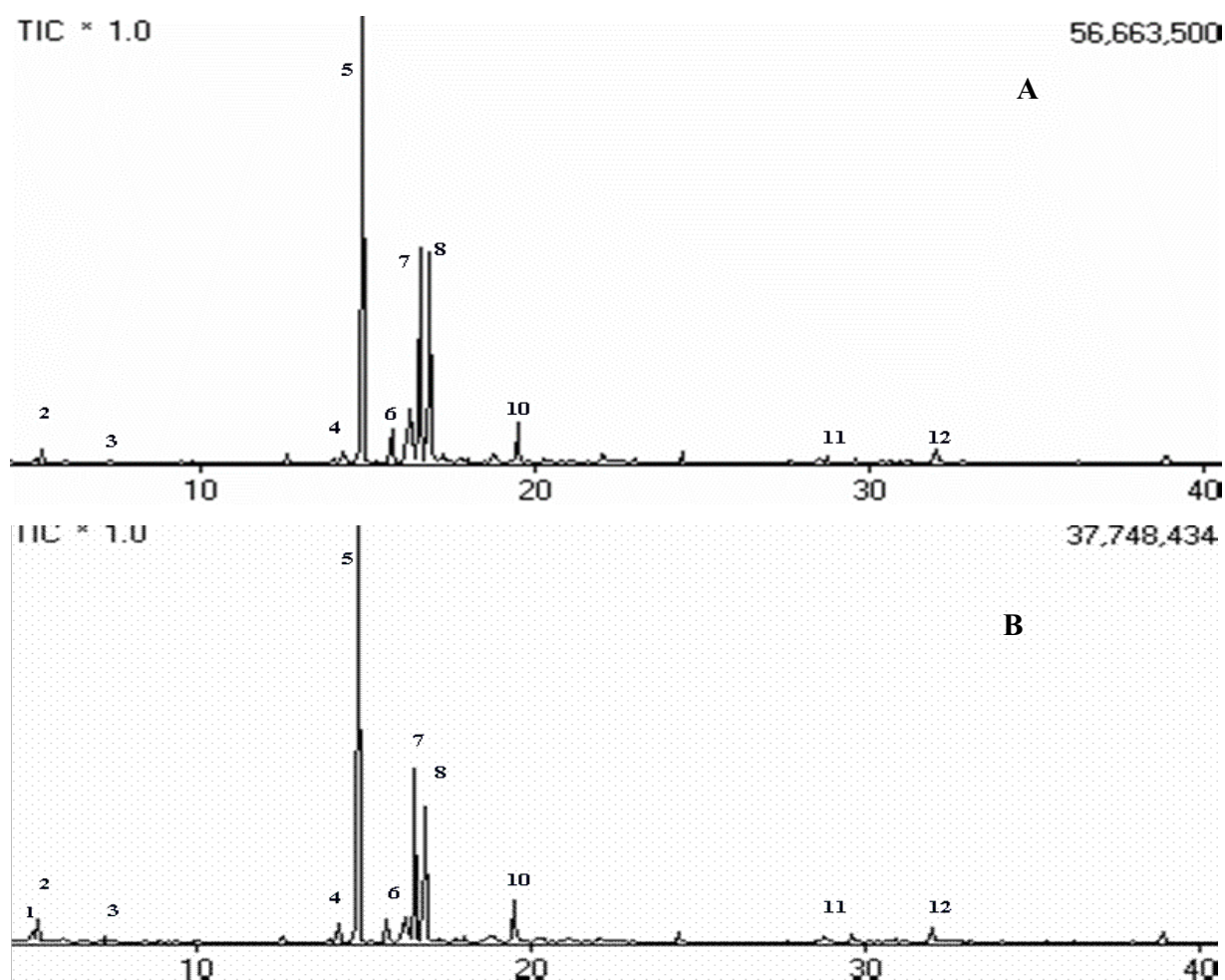


Figura 13: Cromatograma de íons totais de óleo essencial de inflorescência de jambu (variedade jambuarana), cultivado sob adubação mineral na primeira (A) e segunda colheita (B). FCA.UNESP, Botucatu (SP). 2008.

1: sabineno; 2: β -pineno; 3: β -felandreno; 4: α -gurjuneno; 5:trans-cariofileno; 6: α -humuleno; 7: germacreno D; 8:1-dodeceno; 9: germacreno B; 10: espatulenol; 11: espilantol; 12:hexadecanoato de etila.

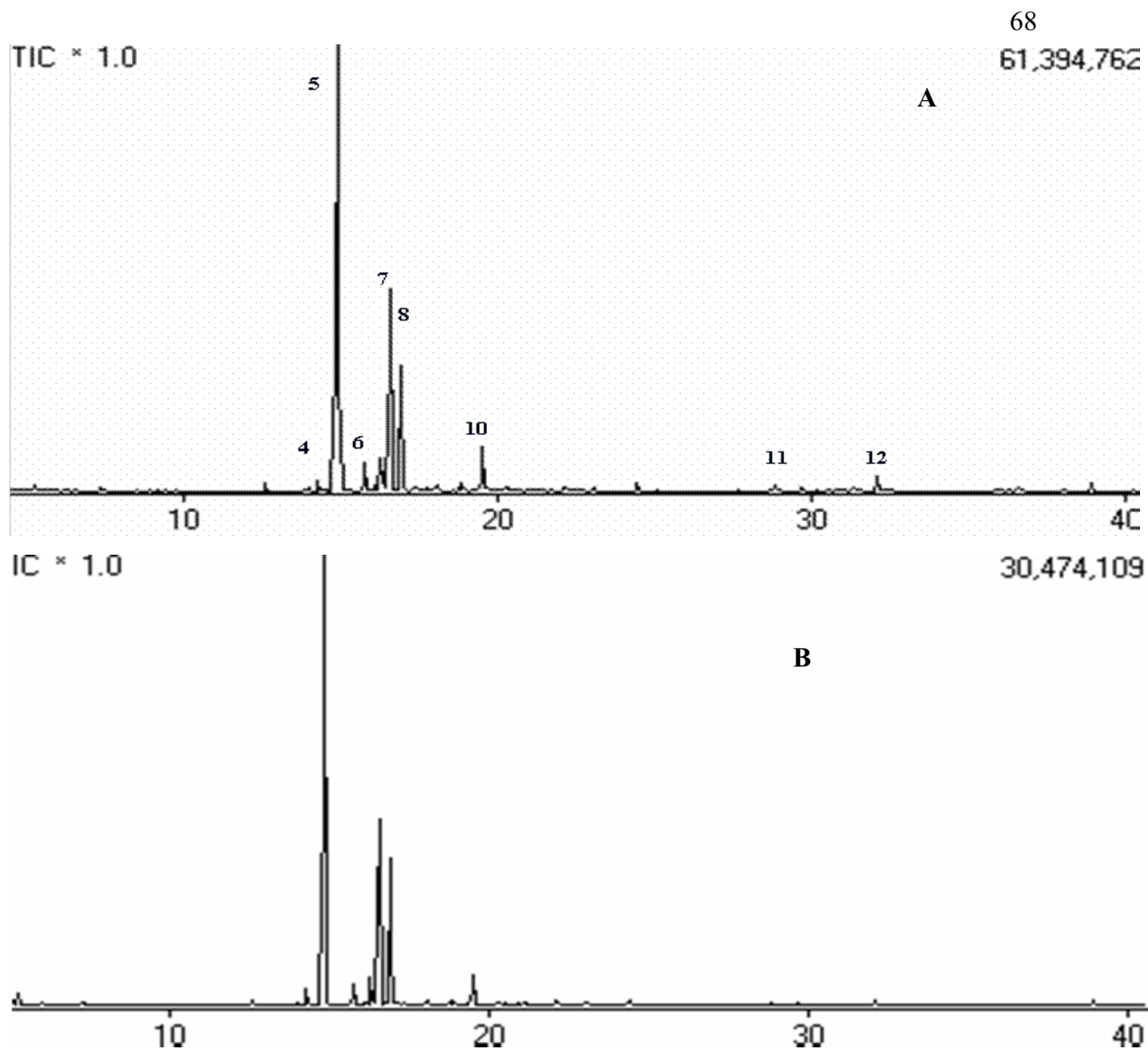


Figura 14: Cromatograma de íons totais de óleo essencial de inflorescência de jambu (variedade jambuarana), cultivado sob adubação orgânica na primeira (A) e segunda colheita (B). FCA.UNESP, Botucatu (SP). 2008.

1: sabineno; 2:β-pineno; 3:β-felandreno; 4:α-gurjuneno; 5:trans-cariofileno; 6:α-humuleno; 7: germacreno D; 8:1-dodeceno; 9: germacreno B; 10: espatulenol; 11: espilantol; 12: hexadecanoato de etila.

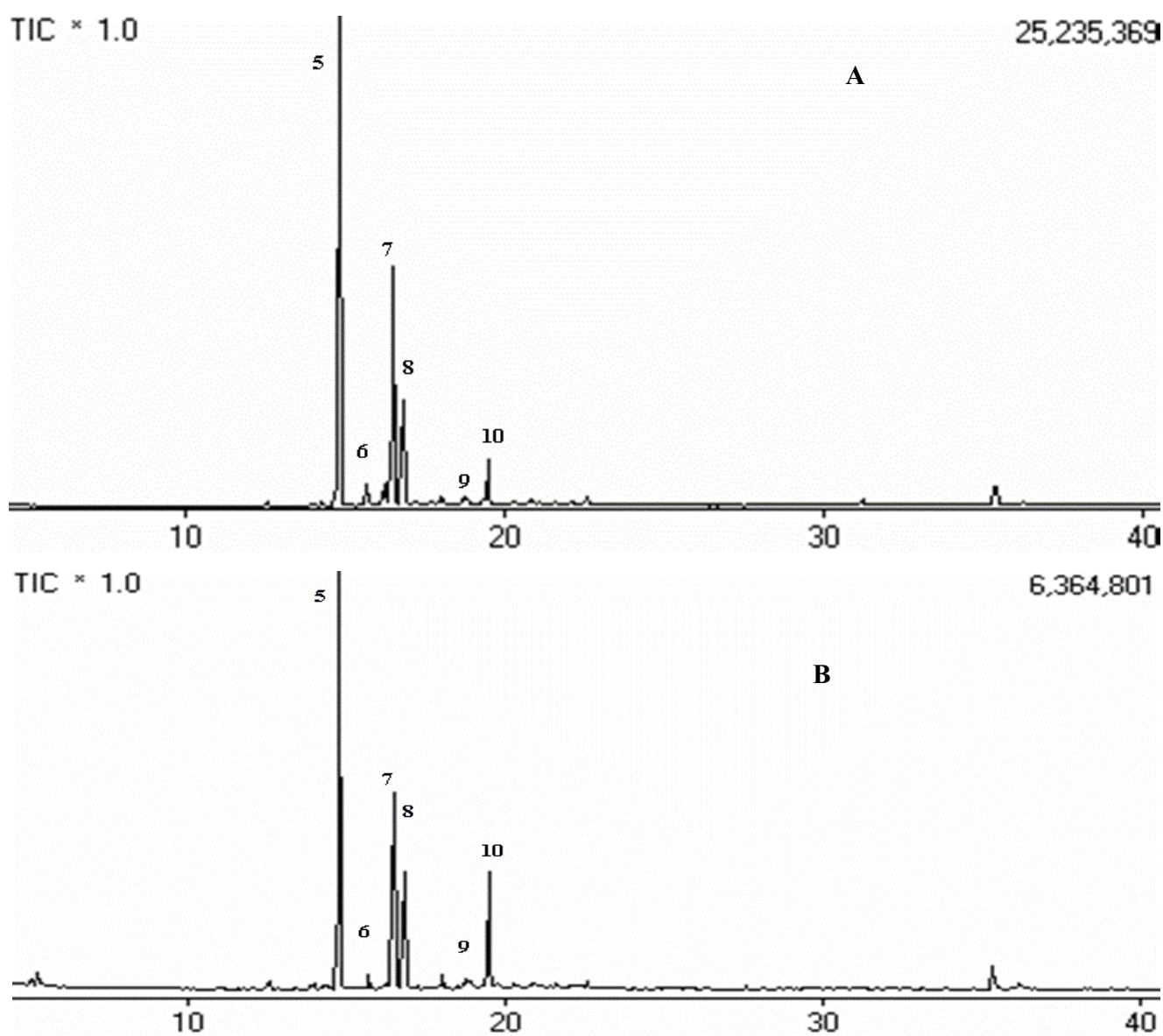


Figura 15: Cromatograma de íons totais de óleo essencial de folha de jambu (variedade jambuarana), cultivado sob adubação mineral na primeira (A) e segunda colheita (B). FCA.UNESP, Botucatu (SP). 2008.

5:trans-cariofileno; 6: α -humuleno; 7: germacreno D; 8:1-dodeceno; 9: germacreno B; 10: espatulenol.

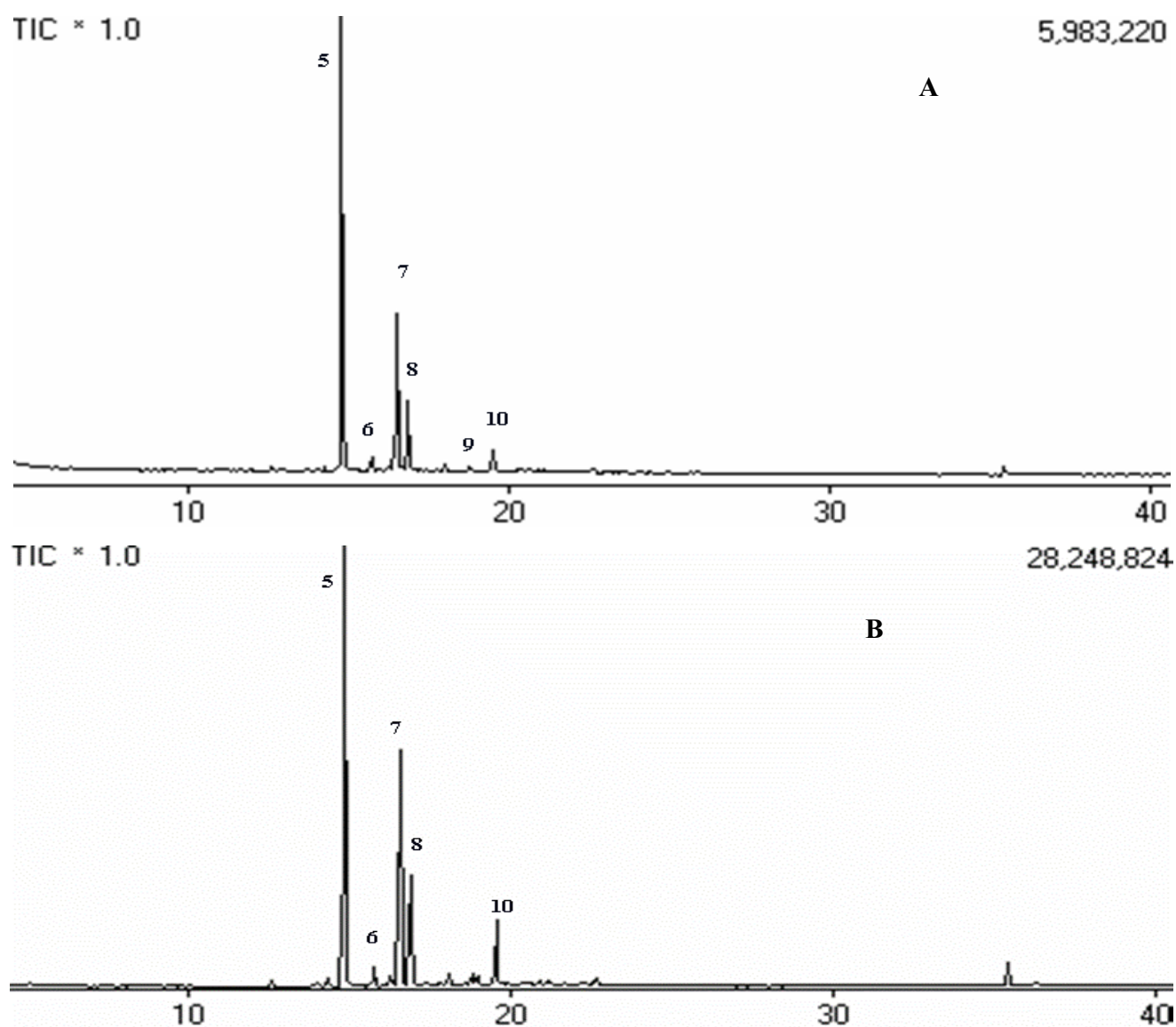


Figura 16: Cromatograma de ions totais de óleo essencial de folha de jambu (variedade jambuarana), cultivado sob adubação orgânica na primeira (A) e segunda colheita (B). FCA.UNESP, Botucatu (SP). 2008.

5:trans-cariofileno; 6: α -humuleno; 7: germacreno D; 8:1-dodeceno; 9: germacreno B; 10: espatulenol.

6.6 Flavonóides

Após as análises de flavonóides nas inflorescências e folhas na primeira colheita e nas folhas da segunda colheita, não se observou efeito significativo da interação entre doses de nitrogênio e os tipos de adubações utilizadas (Tabela 12). Por outro lado, houve efeito significativo para as inflorescências quando se analisou o teor de flavonóides e dependendo da característica, houve efeito isolado dos tratamentos.

Tabela 12: Resumo da análise de variância de teor de flavonóides (mg mL^{-1}) em folha e inflorescência de jambu (variedade jambuarana), cultivado sob adubação orgânica e mineral. FCA.UNESP, Botucatu/SP . 2008.

Causas de variação	G.L	Quadrados médios			
		1°colheita		2°colheita	
		Flav. I	Flav.F	Flav.I	Flav. F
Adubações (A)	1	847,57*	36355,02**	488,32 ^{ns}	12227,28*
Doses (D)	5	162,79 ^{ns}	918,42 ^{ns}	611,81**	5745,55 ^{ns}
Int. A*D	5	235,34 ^{ns}	1404,15 ^{ns}	1716,42**	1691,01 ^{ns}
Bloco	3	37,17 ^{ns}	469,17 ^{ns}	139,49 ^{ns}	2567,73 ^{ns}
Erro	33	152,69	1390,15	145,80	2642,11
CV(%)		26,99	15,98	27,11	24,05

^{ns} Não significativo pelo teste F; * significativo a 5% de probabilidade; ** significativo a 1% de probabilidade

Flav. I= Flavonóides Inflorescência

Flav. F= Flavonóides Folha

Houve efeito significativo para o teor de flavonóides em folhas e inflorescência de jambu, onde na adubação mineral, o teor foi 17,7% e 16,8% superior que a orgânica, respectivamente (Figura 17).

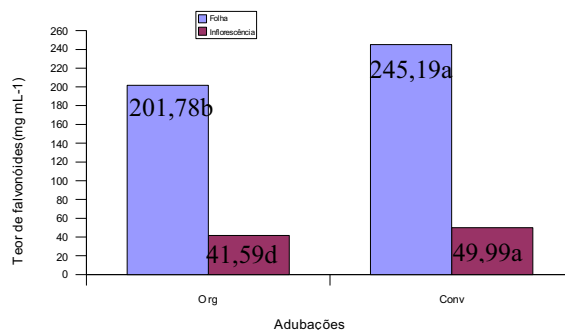
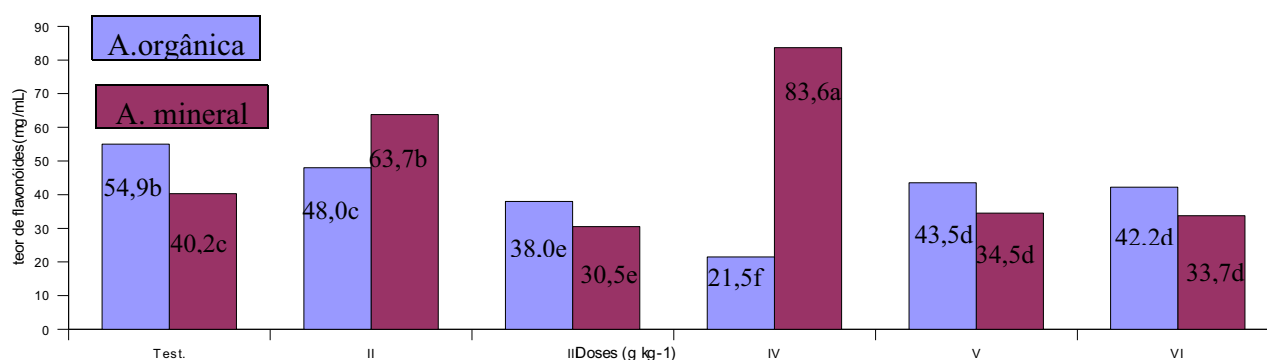


Figura 17: Teor de flavonóides (mg mL⁻¹) em folha e inflorescência de jambu (variedade jambuarana), cultivado sob adubação orgânica e mineral. FCA-UNESP, Botucatu (SP). 2008.

Independente da colheita realizada houve efeito significativo para teor de flavonóides em função das doses utilizadas e as adubações orgânica e mineral, onde o menor teor ocorreu na adubação orgânica, na dose de 4 Kg/m⁻². As doses de 30 e 90 g m⁻² de nitrogênio (uréia) foram melhores para a adubação mineral em relação a orgânica para inflorescência de jambu na segunda colheita (Figura 18).



Test.= Testemunha

II= Dose 2 kg m⁻² para adubação orgânica e 30 g m⁻² de nitrogênio para a mineral

III= Dose 4 kg m⁻² para adubação orgânica e 60 g m⁻² de nitrogênio para a mineral

IV= Dose 6 kg m⁻² para adubação orgânica e 90 g m⁻² de nitrogênio para a mineral

V= Dose 8 kg m⁻² para adubação orgânica e 120 g m⁻² de nitrogênio para a mineral

VI= Dose 10 kg m⁻² para adubação orgânica e 150 g m⁻² de nitrogênio para a mineral

Figura 18: Teor de flavonóides em função das doses e das adubações, na segunda colheita de inflorescência de jambu (variedade jambuarana). FCA-UNESP, Botucatu (SP). 2008.

Pela Figura 18, verifica-se que o aumento do conteúdo de nitrogênio em jambu cultivado sob adubação mineral promove diminuição do teor de flavonóides a partir da dose 30 g m^{-2} , exceto para dose de 90 g m^{-2} , quando se nota aumento diferenciado no teor dessa substância. Para a adubação orgânica, aumento da dose de esterco de curral até 6 kg m^{-2} ocorreu diminuição dos flavonóides e a partir dessa dose, nota-se um aumento, porém não há diferença significativa entre as doses de 8 e 10 kg m^{-2}

Smolen e Sady (2009) estudando diversas fontes e formas de aplicação de nitrogênio em cenoura, observaram que este mineral altera o teor de compostos fenólicos, sendo que a aplicação de nitrogênio no solo promoveu incrementos no teor dos fenólicos, comparando com a aplicação foliar.

No trabalho de Faller e Fialho (2008), não ocorreu diferença entre o teor de compostos fenólicos em vegetais cultivados de modo orgânico e mineral, não processados termicamente. A agricultura orgânica é caracterizada, geralmente, pela restrição do uso de fertilizantes sintéticos e pesticidas. Esta característica tem induzido os pesquisadores a proporem hipóteses, como os orgânicos apresentam maior conteúdo de polifenólicos (LIMA et al., 2008; LIMA et al., 2009). Os fertilizantes sintéticos oferecem mais fontes de nitrogênio, que acelera o desenvolvimento da planta, alocando recursos para o crescimento e não para a produção de metabólitos secundários, como os polifenóis, incluindo os flavonóides e uma outra hipótese, baseia-se na exposição da planta a situações de estresse resultante da ausência de pesticidas, sofrendo, dessa forma, maior ataque de insetos e outros patógenos, situação esta, que promoveria aumento das substâncias de defesa, tais como os compostos fenólicos (WINTER; DAVIS, 2006).

Em trabalho de Giorgi et al. (2008), a deficiência de nitrogênio comprometeu o metabolismo primário, diminuindo o teor de proteínas, aminoácidos, carotenóides e clorofila, porém, promoveu aumento dos compostos fenólicos e atividade da fenilalanina amonialiase (PAL) em *Achillea collina*.

Em tomates, cultivados de modo orgânico, os teores de quercetina foram maiores, com níveis altos de flavonóides, enquanto que no tratamento mineral, não houve diferença significativa. Esse aumento corresponderia não somente ao aumento de matéria orgânica acumulada no solo, mas também ao modo de aplicação, isto é, ao equilíbrio da matéria orgânica alcançada após 10 anos de experimentação Mitchell et al. (2007). Por outro lado, Bongue-Bertlesman e Philips (1995) verificaram que tomates deficientes em N, apresentam maior conteúdo de flavonóides nas folhas. Chassy et al. (2006) relatam significativo aumento nos níveis de sólidos solúveis, flavonóides, fenóis totais e ácido ascórbico em tomates orgânicos quando comparado com os cultivados de modo mineral, num período de três anos.

Assim, nota-se que a adubação orgânica é eficaz, quanto aos teores de flavonóides em jambu, sendo as folhas o principal local de produção. Segundo Martins et al. (2000), os flavonóides encontram-se em maior quantidade na parte aérea das plantas e a grande vantagem dessas substâncias é a sua baixíssima toxicidade e também a sua essencialidade para a completa absorção de vitamina C, ocorrendo normalmente onde quer que haja esta vitamina.

6.7 Determinação de ácido ascórbico (Vitamina C)

Houve efeito significativo da interação entre doses de nitrogênio e as adubações orgânica e mineral utilizadas para vitamina C de folha e inflorescência na primeira e segunda colheita, como pode ser observado através do resumo da análise de variância (Tabela 13). Dependendo da característica, houve efeito isolado dos tratamentos.

Tabela 13: Resumo da análise de variância de vitamina C (mg/100g) em folha e inflorescência de jambu (variedade jambuarana), cultivado sob adubação orgânica e mineral. FCA.UNESP, Botucatu/SP . 2008.

Causas de variação	G.L	Quadrados médios			
		1ºcolheita		2ºcolheita	
		Vitamina C I	Vitamina C F	Vitamina C I	Vitamina C F
Adubação (A)	1	2,50**	3,00**	0,00 ^{ns}	0,00 ^{ns}
Doses (D)	5	1,23**	0,38**	0,09**	0,03**
Int. A*D	5	0,94**	0,11**	0,18**	0,66**
Bloco	3	0,01	0,01	0,01	0,00
Erro	33	0,01	0,00	0,00	0,00
CV(%)		4,81	4,30	4,86	4,46

^{NS} Não significativo pelo teste F; * significativo a 5% de probabilidade; ** significativo a 1% de probabilidade

Vitamina C I= Vitamina C Inflorescência

Vitamina C F= Vitamina C Folha

Para o teor de vitamina C em folhas de jambu, houve diferença significativa apenas na primeira colheita, onde a adubação orgânica foi 25,2 % superior que a mineral. Na segunda colheita não foi observado efeito significativo entre as adubações (Figura 19).

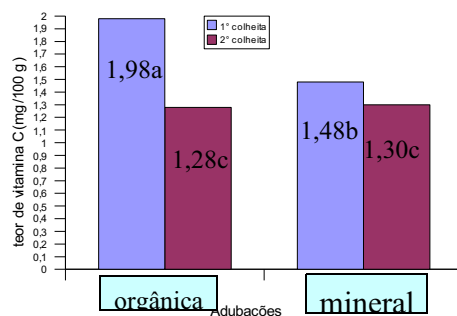


Figura 19: Teor de vitamina C (mg/100g) em folhas de jambu (variedade jambuarana), cultivado sob adubação orgânica e mineral, na primeira e segunda colheita. FCA.UNESP, Botucatu (SP). 2008.

Para inflorescência de jambu houve efeito significativo para as adubações utilizadas, onde a orgânica foi 19,4% superior a mineral na primeira colheita. Na segunda colheita não foi observado efeito significativo (Figura 20). Assim, nota-se que a vitamina C ocorreu em maiores doses somente na primeira colheita de plantas de origem orgânica. Em batatas cultivadas de forma orgânica, Dlouhy (1989) notou maiores teores de vitamina C, quando comparadas com as de cultivo mineral.

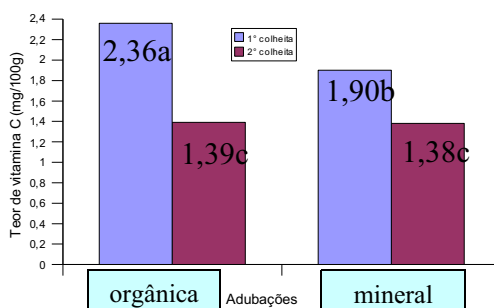
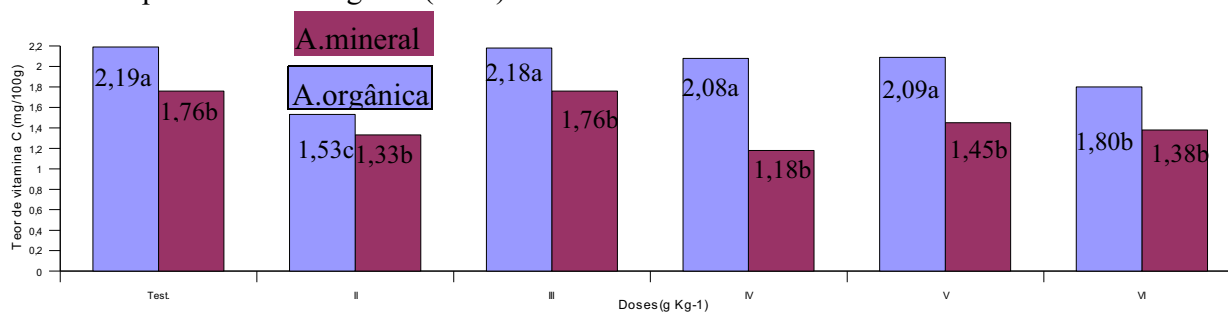


Figura 20: Teor de vitamina C (mg/100g) em inflorescência de jambu (variedade jambuarana), cultivado sob adubação orgânica e mineral, na primeira e segunda colheita. FCA.UNESP, Botucatu (SP). 2008.

Tanto as doses de nitrogênio, como as adubações utilizadas influenciaram no teor de vitamina C em folhas de jambu na primeira colheita, como se observa na Figura 21, onde todas as doses de nitrogênio (esterco de curral) da adubação orgânica foram superiores ao nitrogênio (uréia) da mineral.



Test.= Testemunha

II= Dose 2 kg m⁻² para adubação orgânica e 30 g m⁻² de nitrogênio para a mineral

III= Dose 4 kg m⁻² para adubação orgânica e 60 g m⁻² de nitrogênio para a mineral

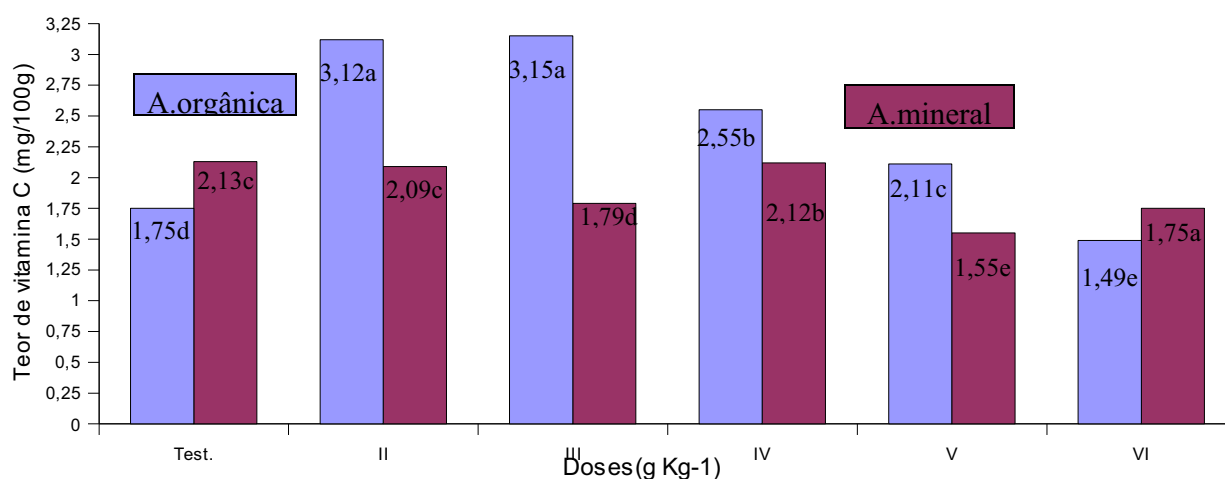
IV= Dose 6 kg m⁻² para adubação orgânica e 90 g m⁻² de nitrogênio para a mineral

V= Dose 8 kg m⁻² para adubação orgânica e 120 g m⁻² de nitrogênio para a mineral

VI= Dose 10 kg m⁻² para adubação orgânica e 150 g m⁻² de nitrogênio para a mineral

Figura 21: Teor de vitamina C (mg/100g) em folhas de jambu (variedade jambuarana) em função da interação doses (nitrogênio) e adubações (orgânica e mineral), na primeira colheita. FCA.UNESP, Botucatu (SP). 2008.

Para as inflorescências de plantas de jambu na primeira colheita, tanto as doses, como adubações, influenciaram no teor de vitamina C, onde as doses de II, III, IV e V foram superiores na adubação orgânica. No entanto, na testemunha e na dose de VI ocorreram valores superiores para a adubação mineral (Figura 22).



Test.= Testemunha

II= Dose 2 kg m⁻² para adubação orgânica e 30 g m⁻² de nitrogênio para mineral

III= Dose 4 kg m⁻² para adubação orgânica e 60 g m⁻² de nitrogênio para mineral

IV= Dose 6 kg m⁻² para adubação orgânica e 90 g m⁻² de nitrogênio para mineral

V= Dose 8 kg m⁻² para adubação orgânica e 120 g m⁻² de nitrogênio para mineral

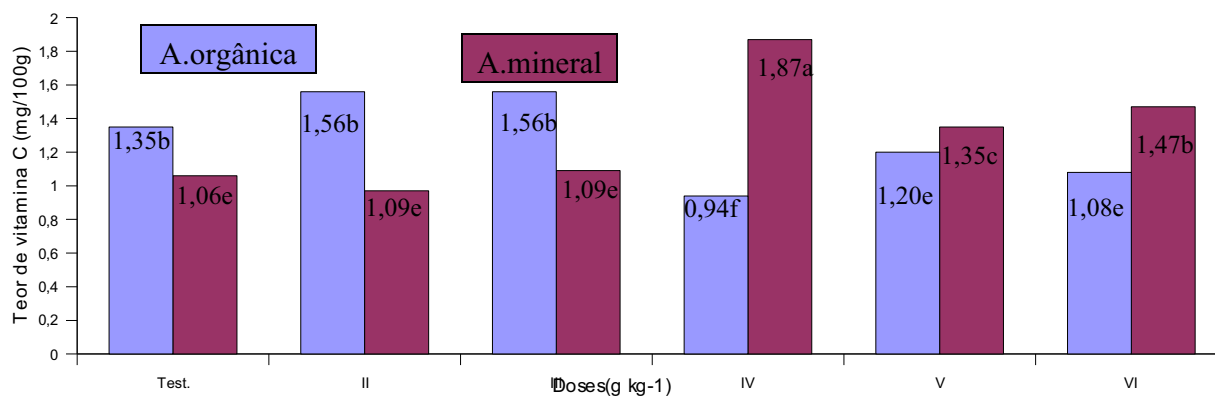
VI= Dose 10 kg m⁻² para adubação orgânica e 150 g m⁻² de nitrogênio para mineral

Figura 22: Teor de vitamina C (mg/100g) em inflorescência de jambu (variedade jambuarana) em função da interação doses (nitrogênio) e adubações (orgânico e mineral), na primeira colheita. FCA.UNESP, Botucatu (SP). 2008.

Na segunda colheita de folhas de jambu, tanto as doses, como as adubações, influenciaram o teor de vitamina C. Os teores de II, III e a testemunha induziram maiores valores de vitamina C, mostrando-se melhores para adubação orgânica; entretanto, as doses de IV, V, e VI foram melhores para a mineral (Figura 23). Assim, o teor de vitamina C parece ser dependente da nutrição nitrogenada, quando se analisa folhas de jambu. Hornick

(1989) trabalhando com adubação nitrogenada verificou um baixo teor de vitamina C em couve mineral quando comparado com a couve orgânica. Rembiałkowska (2007) realizando estudo na qualidade de produtos orgânicos verificou que os produtos orgânicos tem menos teor de nitrato e resíduos de pesticida. E maior teor de vitamina C, aminoácidos essenciais e açúcar total. Ismail e Sook (2003) verificaram maior teor de Vitamina C em couve chinesa, alface e repolho orgânicos em comparação aos convencionais. Em estudo sobre química de alimentos, Ribeiro e Seravalli (2004) afirmam que a concentração de vitamina C em frutas e vegetais varia com as condições do cultivo, maturação e tratamento pós-colheita e que, geralmente, o ácido ascórbico em frutas é mais estável do que em vegetais folhosos, em razão de sua acidez.

Petterson et al. (1997) comparando batatas convencionais e biodinâmicas por três anos, observaram maiores teores de proteínas e vitamina C nas primeiras. Uma das características do ácido ascórbico é sua susceptibilidade ao calor, oxidação, dessecação, armazenamento, aplicação ao frio, alcalinidade do meio e solubilidade em água (FRANCO, 1999). Ela é de grande importância em nutrição, tanto para manutenção da saúde humana, como na indústria de alimentos, onde é utilizada como aditivo em alimentos processados (PENTEADO, 2003).



Test.= Testemunha

II= Dose 2 kg m⁻² para adubação orgânica e 30 g m⁻² de nitrogênio para mineral

III= Dose 4 kg m⁻² para adubação orgânica e 60 g m⁻² de nitrogênio para mineral

IV= Dose 6 kg m⁻² para adubação orgânica e 90 g m⁻² de nitrogênio para mineral

V= Dose 8 kg m⁻² para adubação orgânica e 120 g m⁻² de nitrogênio para mineral

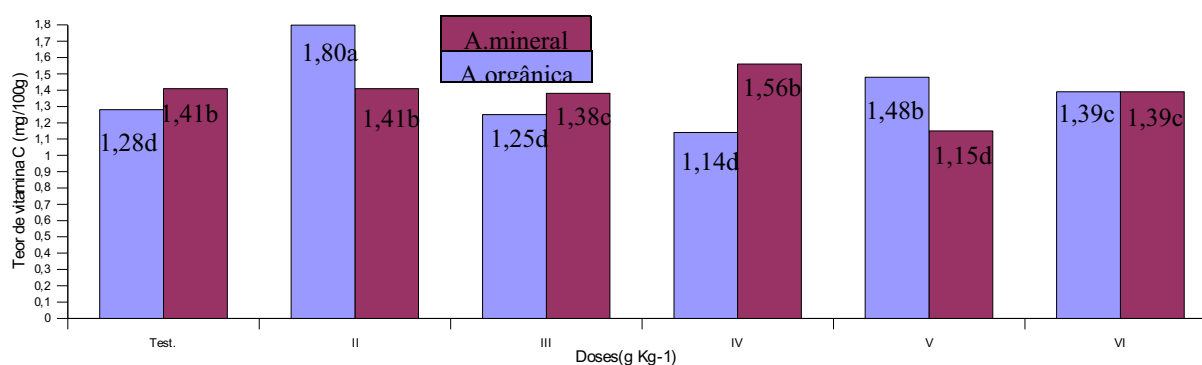
VI= Dose 10 kg m⁻² para adubação orgânica e 150 g m⁻² de nitrogênio para mineral

Figura 23: Teor de vitamina C (mg/100g) em folhas de jambu (variedade jambuarana) em função da interação doses (nitrogênio) e adubações (orgânico e mineral), na segunda colheita. FCA.UNESP, Botucatu (SP). 2008.

Na segunda colheita de inflorescências de jambu, tanto as doses como os adubações influenciaram no teor de vitamina C. O uso das doses II e V de esterco de curral induziram maiores teores da vitamina C na adubação orgânica. Por outro lado, o uso das doses de III e IV, assim como o controle foram melhores para o sistema mineral. Na dose de VI não houve efeito significativo para os adubações e as doses utilizadas. Nesse caso, como não ocorre diferença entre o controle e as doses utilizadas, não pode-se afirmar que esse tipo de adubação pode interferir na vitamina C (Figura 24), diferente do encontrado para as folhas.

Por outro lado, Borguini, (2002) trabalhando com tomate cultivar Carmem em sistema orgânico, observou maiores teores de vitamina C em comparação aos produzidos convencionalmente. Lairon et al. (1984) não observaram nenhuma diferença em

vitamina C de couve e alface cultivadas em sistema orgânico e mineral. Um relatório publicado por Organic Retailers and Growers Association of Australia (ORGAA) mostra que não ocorre no nenhuma diferença principal no teor de vitamina C de legumes produzidos orgânico ou mineralmente (ANON, 2000). Outros autores (NILSON, 1979; KANSAL et al., 1981; LIEBLEIN, 1993) também não observaram diferenças significativas no teor de vitamina C em cenoura e espinafre orgânicos em comparação aos convencionais.



Test.= Testemunha

II= Dose 2 kg m⁻² para adubação orgânica e 30 g m⁻² de nitrogênio para mineral

III= Dose 4 kg m⁻² para adubação orgânica e 60 g m⁻² de nitrogênio para mineral

IV= Dose 6 kg m⁻² para adubação orgânica e 90 g m⁻² de nitrogênio para mineral

V= Dose 8 kg m⁻² para adubação orgânica e 120 g m⁻² de nitrogênio para mineral

VI= Dose 10 kg m⁻² para adubação orgânica e 150 g m⁻² de nitrogênio para mineral

Figura 24: Teor de vitamina C (mg/100g) em inflorescência de jambu (variedade jambuarana) em função da interação doses (nitrogênio) e adubações (orgânico e mineral), na segunda colheita. FCA.UNESP, Botucatu (SP). 2008.

6.8 Atividade antioxidante

Observou-se efeito significativo da interação entre os tipos de adubações utilizadas e as colheitas realizadas, para as demais características não houve efeito significativo dos tratamentos (Tabela 14).

Em relação ao potencial antioxidante observa-se que não houve efeito significativo para CE_{50} em folhas de jambu cultivado sob adubação orgânica e mineral na primeira colheita, no entanto houve efeito na segunda colheita, onde a adubação orgânica apresentou maior atividade antioxidante em relação a adubação mineral, pois quanto menor o valor antioxidante maior é a sua atividade (Figura 25). No Borguini (2006) realizando avaliação do potencial antioxidante do tomate orgânico em diferentes modos de preparo, em comparação ao convencional, observou que atividade antioxidante no molho convencional foi maior que no orgânico, contrário do observado no presente trabalho, onde a atividade antioxidante foi maior em folhas do cultivo orgânico.

Tabela 14: Resumo da análise de variância de potencial antioxidante: Concentração eficiente (CE_{50} ,mg/mL) e Índice de atividade antioxidante (IAA) em folha e inflorescência de jambu (variedade jambuarana), cultivado sob adubação orgânica e mineral. FCA.UNESP, Botucatu/SP . 2008.

Causas de variação	G.L	Quadrados médios			
		CE_{50} f.	IAA f.	CE_{50} I	IAA I
adubações (A)	1	1012,37 ^{ns}	0,29 ^{ns}	413,60 ^{ns}	0,05 ^{ns}
Colheita (C)	1	2,70 ^{ns}	0,00 ^{ns}	447,61 ^{ns}	0,11 ^{ns}
Int. A*C	1	1576,89 [*]	0,34 ^{ns}	439,35 ^{ns}	0,10 ^{ns}
Bloco	2	236,47 ^{ns}	0,04 ^{ns}	46,81 ^{ns}	0,01 ^{ns}
Erro	6	249,28 ^{ns}	0,07 ^{ns}	139,20 ^{ns}	0,04 ^{ns}
CV(%)		17,79	19,27	13,39	16,22

^{ns} Não significativo pelo teste F; ^{*} significativo a 5% de probabilidade

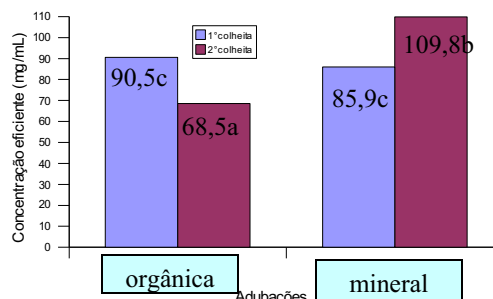


Figura 25: Concentração eficiente (CE_{50} mg/mL) em folhas de jambu (variedade jambuarana), cultivado sob adubação orgânica e mineral, na primeira e segunda colheita. FCA.UNESP, Botucatu (SP). 2008.

As inflorescências não apontaram diferença significativa para CE_{50} entre adubação orgânica e mineral na primeira colheita, porém houve efeito significativo para a segunda colheita, onde adubação orgânica foi 22,4% superior a mineral (Figura 26), isto é, apresentou maior atividade antioxidante.

comparando as atividades antioxidantes de hortaliças produzidas por dois diferentes métodos de cultivo, Ren et al. (2001) observaram que o espinafre orgânico apresentou atividade 120% mais alta do que o convencional, enquanto o alho, repolho e a couve orgânicos apresentaram atividade antioxidante 20 a 50% superior aos seus correspondentes convencionais. O pimentão verde foi a única hortaliça testada, cujos resultados obtidos não demonstraram nenhuma diferença com relação ao efeito antioxidante decorrente do método de cultivo.

Devido à dificuldade de interpretação do CE_{50} , usou-se também neste trabalho o índice de atividade antioxidante, que é um índice mais prático para determinar o potencial antioxidante de um sistema (SCHERER; GODOY, 2009).

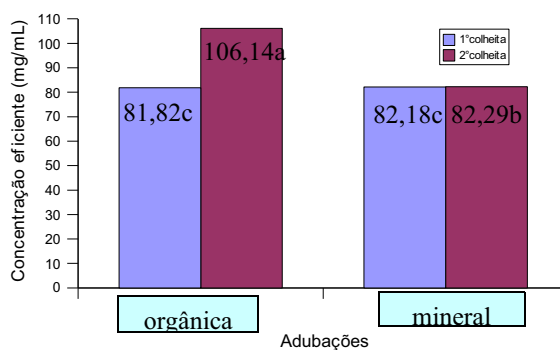


Figura 26: Concentração eficiente (CE₅₀ mg/mL) em inflorescência de jambu (variedade jambuarana), cultivado sob adubação orgânica e mineral, na primeira e segunda colheita. FCA.UNESP, Botucatu (SP). 2008.

Quando se analisa o índice de atividade antioxidante (IAA) em folhas de jambu, verifica-se que não houve efeito significativo para adubações orgânica e mineral na primeira colheita, no entanto na segunda colheita houve efeito significativo, onde adubação orgânica foi 37,7% superior que a mineral (Figura 27), contrário do observado CE₅₀ para folha. Os valores encontrados de acordo com Scherer e Godoy (2009) demonstraram que as folhas possuem atividade antioxidante forte, já que os valores encontrados estão entre 1 e 2.

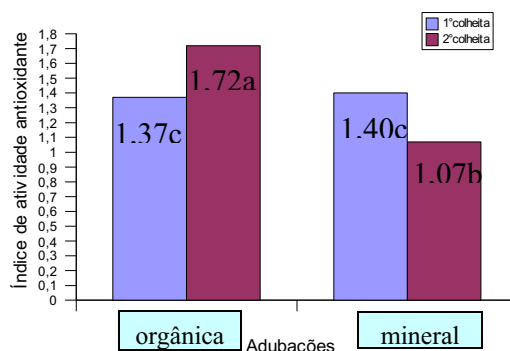


Figura 27: Índice de atividade antioxidante (IAA) em folhas de jambu (variedade jambuarana) cultivado sob adubação orgânica e mineral, na primeira e segunda colheita. FCA.UNESP, Botucatu (SP). 2008.

A análise do IAA em inflorescência de jambu não mostrou efeito significativo pelo teste de Tukey para os adubações usadas (orgânica e mineral), tanto na primeira como na segunda colheita (Figura 28). Porém, segundo Scherer e Godoy (2009), as inflorescências também apresentaram uma forte atividade antioxidante, pelo fato dos valores encontrados estarem entre um e dois, como apresentado na metodologia neste trabalho.

Pelas análises realizadas anteriormente, isto é, o teor de flavonóides e vitamina C, assim como o espilantol, nota-se que estes compostos tendem a aparecer em maior nível nos vegetais orgânicos. De acordo com índice de atividade antioxidante a tendência é encontrar valores menores no cultivo orgânico, o que pode ser atribuído aos valores encontrados para as substâncias analisadas.

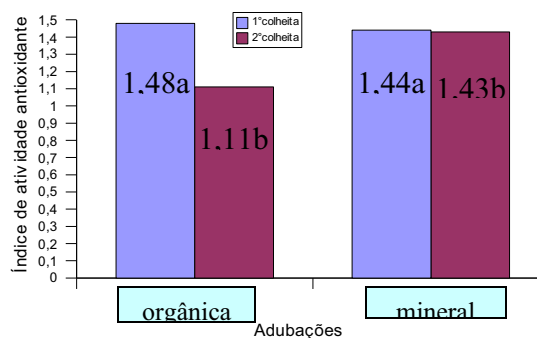


Figura 28: Índice de atividade antioxidante (IAA) em inflorescência de jambu (variedade jambuarana) cultivado sob adubação orgânica e mineral, na primeira e segunda colheita. FCA.UNESP, Botucatu (SP). 2008.

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 fenólicos totais e ácido ascórbico. Entretanto, os autores afirmam que são necessários estudos em escala comercial para confirmar tais resultados, o que pode ser seguido neste trabalho.

Os antioxidantes dos alimentos podem prevenir e diminuir o risco de doenças cardíacas. Este fato aplica-se à maioria dos antioxidantes integrantes da dieta, tanto para aqueles de natureza polifenólica, quanto para os de estrutura química, ligeiramente diferente como o licopeno, o β -caroteno ou as vitaminas C e E (WEISBURGER, 1999).

As características químicas de antioxidantes, incluindo a solubilidade deles, habilidade regenerativa, relações de estrutura/atividade são fatores importantes ao considerar o papel deles na saúde humana. Outros componentes dietéticos são responsáveis

por essas atividade e não são conhecido com clareza, mas foram caracterizados como antioxidantes como por exemplo a vitamina C e E ou β - caroteno, que são utilizados na prevenção de doenças (VELIOGLU et al., 1998).

Assim os antioxidantes naturais apresentados nos alimentos e outros materiais biológicos estão atraindo interesse considerável por causa dos seu potencial nutricional e efeito terapêutico (AMES et al., 1993), incluindo a prevenção de doenças cardiovasculares (RENAUD; De LORGERIL, (1992); FUHRMAN et al., (1995).

6.9 Análises de resíduos de pesticidas

Não foi detectada a presença de fosforados e carbamatos em folhas e inflorescência de jambu cultivado sob adubação orgânica e mineral, como também não foi observado a presença de clorados em inflorescência de jambu. No entanto, foi observado a presença de clorados em folhas de jambu cultivado sob adubação orgânica e mineral e também em inflorescência de jambu cultivado sob adubação mineral (Tabela 15), que pode ser atribuído a uma possível contaminação por cloro durante a desinfecção das plantas (resíduo).

Tabela 15: Resíduos de pesticida em folha e inflorescência de jambu (variedade jambuarana), cultivado sob adubação orgânica e mineral. FCA.UNESP, Botucatu (SP) . 2008.

FONTE	Clorados	Fosforados	Carbamatos
Folha mineral	POSITIVO	N.D.	N.D.
Folha Orgânica	POSITIVO	N.D.	N.D.
Inflorescência mineral	POSITIVO	N.D.	N.D.
Inflorescência orgânica	N.D.	N.D.	N.D.

N.D.= não detectado

Stertz et al. (2005) realizando a análises de pesticidas em alface convencional, hidropônica e orgânica, constataram que as alfaces provenientes de sistema orgânico apresentam-se isentas de agrotóxico, enquanto que a alface convencional mineral e hidropônica apresentaram respectivamente, 33,33% e 66,67% de suas amostras contaminadas. Resultado diferente foi encontrado neste trabalho, onde foi verificado resíduos de clorado nas folhas de jambu orgânico e mineral, como também nas inflorescências sob adubação mineral.

A produção orgânica de alimentos surge como uma alternativa ao quadro de contaminação química dos alimentos, buscando oferecer produtos isentos de resíduos químicos. Os atributos de qualidade dos produtos obtidos por meio da agricultura orgânica, como a ausência de resíduos químicos ou aditivos sintéticos, representam alto grau de afinidade com o conceito de segurança do alimento, que inclui a aquisição pelo consumidor de alimentos de boa qualidade, livre de contaminantes de natureza química (pesticidas, aditivos), física ou biológica (SOUZA; ALCÂNTARA, 2003). Sendo assim, a obtenção de inflorescências de jambu provenientes da adubação orgânica, apresentaram melhores qualidades neste trabalho, uma vez que está isenta de resíduos químicos, permitindo assim, o seu uso para fabricação de cosméticos naturais, pois o resultado desde trabalho demonstrou também que a inflorescências de jambu apresentaram maiores porcentagens de óleo essencial (Tabela 11).

Frutas frescas e legumes são importante para uma dieta saudável, uma vez que elas são fontes de vitaminas e minerais. Porém, as frutas e legumes também podem ser uma fonte de substâncias tóxicas, pois a lista de pesticidas que podem ser aplicados nesses alimentos, normalmente não são conhecidos (STAN, 2000). A presença de resíduos de pesticidas em alimentos é um resultado direto do uso de pesticidas em colheitas.

Mais de 1000 combinações podem ser aplicados nas colheitas agrícolas para controlar insetos e ervas daninhas (ORTELLI et al., 2006). A análise de pesticidas realizada neste trabalho, mostra que o jambu pode ser consumido para se obter uma dieta saudável, isenta de resíduos de pesticidas e também essa hortaliça mostrou-se como fonte de vitamina C e flavonóides (Tabela 13 e 14), quanto cultivado de forma orgânica.

Considerando que o jambu orgânico apresentou maior teor de alguns nutrientes e pouca ou nenhuma contaminação de pesticidas, pode ser considerado contribuidor para uma melhor qualidade de vida, com promoção da saúde através de uma melhora na oferta de nutrientes e de não contaminação com produtos possivelmente tóxicos. Porém, é importante que as pesquisas em relação a esse assunto avance para que se tenha certeza do nível de contaminação ou ausência de pesticida nos alimentos.

7 Correlação para os tipos de adubações e as características avaliadas

Os coeficientes de correlações de Pearson [®] entre médias da altura, massa fresca, massa seca, vitamina C, flavonóides, fenóis, concentração eficiente e índice de atividade antioxidante de folha e inflorescência de plantas de jambu encontram-se na tabela 16.

Observa-se correlação significativa entre altura das plantas e a massa fresca, entre folhas (0,661**), inflorescência (- 0,613*) e massa seca inflorescência (- 0,563*). O coeficiente negativo da inflorescência mostra que o tratamento que favoreceu o incremento na altura, apresentou menor média de massa fresca em inflorescência, estabelecendo-se, assim, a correlação negativa. Ocorreu também correlação significativa da

altura com o teor de flavonóides folha (0,734**), flavonóides inflorescência (0,614*), fenóis folha (0,779**) .

A vitamina C teve correlação significativa com a média de massa fresca de folha (-0,644*) e inflorescência (-0,691**), o coeficiente negativo ocorre devido a maiores médias de peso fresco ter menor teor médio de vitamina C.

A concentração eficiente da inflorescência mostra correlação significativa com massa fresca (0,566*) e seca de inflorescência (0,582**).

Para as adubações houve correlação significativa (Tabela 17), onde a adubação mineral foi melhor que orgânica para altura de plantas (0,825*), vitamina C de inflorescência (0,753**) com significância de 1% e concentração eficiente na inflorescência (0,990*) .

Houve correlação significativa para adubação orgânica para as características de vitamina C inflorescência (0,840*), com significância de 5%, fenóis folha (0,784**) e concentração eficiente na inflorescência (0,986*).

Tabela 16: Correlação de Pearson em folha e inflorescência de jambu (variedade jambuarana), para as características analisadas. FCA.UNESP, Botucatu/SP . 2008.

	C50 INFL	IAA F	IAA INF	MS INF	MS F	MF F	MF INF	FLAV F	FLAV I	VIT C F	VIT C I	ALTURA	FENÓIS F	FENÓIS I
C50 F	-0,538	-0,988**	0,532	-0,345	0,052	0,202	-0,315	0,168	0,117	0,334	0,022	0,002	-0,474	0,700**
C50 INF		0,505	-0,983**	0,582*	0,149	-0,536	0,566*	-0,406	-0,0670	-0,510	-0,378	-0,390	0,067	-0,383
IAA F			-0,492	0,377	-0,036	-0,188	0,350	-0,200	-0,219	-0,323	-0,010	-0,064	0,413	-0,670**
IAA INF				-0,508	-0,201	0,431	-0,506	0,318	-0,069	0,492	0,413	0,346	-0,050	0,301
MS INF					0,414	-0,460	0,985**	-0,418	-0,308	0,007	-0,420	-0,563*	-0,226	-0,184
MS F						0,430	0,478	0,339	0,372	-0,639	-0,228	-0,004	-0,219	0,396
MF F							-0,473	0,789*	0,537	-0,644*	-0,879**	0,661**	0,180	0,302
MF INF								-0,460	-0,294	-0,691**	-0,460	-0,613*	-0,318	-0,075
FLAV F									0,694**	-0,156	-0,311	0,734**	0,391	0,108
FLAV INF										-0,257	-0,399	0,614*	0,298	0,174
VIT C F											0,818**	-0,060	-0,258	0,265
VIT C INF												-0,041	-0,0131	-0,147
ALTURA													0,779**	-0,305
FENÓIS F														-0,815**

**correlação foi significativa em nível de 1% (P<0,01) e *a correlação foi significativa em nível de 5% (P<0,05)

CE₅₀FOLHA= Concentração eficiente folha

CE₅₀INF= Concentração eficiente inflorescência

IAA F= índice de atividade antioxidante folha

IAA Inf= índice atividade antioxidante inflorescência

Flav. F= flavonóides folha

Flav. I= flavonóides inflorescência

Vit C F= vitamina C folha

Vit C I= vitamina C inflorescência

Fenóis F= vitamina C folha

Tabela 17: Correlação de Pearson em folha e inflorescência de jambu (variedade jambuarana), sob adubação orgânica e mineral. FCA.UNESP,Botucatu/SP . 2008.

Tipo de adubação	Altura (cm)	MS (g)	MF (g)	Flav (mg mL ⁻¹)	Vit C (mg/100g)	Fenóis (mg/mL)	CE ₅₀ (mg/mL)	IAA (g)	MF (g)	MS (g)	Flav (mg mL ⁻¹)	Vit C (mg/100g)	Fenóis (mg/mL)	CE ₅₀ (mg/mL)	IAA
Mineral	0,825*	0,601ns	0,476ns	0,489ns	0,607ns	0,562ns	0,524ns	0,786ns	0,550ns	0,396ns	0,189ns	0,753**	0,786ns	0,990*	0,617ns
orgânica	0,578	0,503ns	0,0789ns	0,368ns	0,600ns	0,784**	0,726ns	0,578ns	0,0793ns	0,607ns	0,561ns	0,840*	0,076ns	0,986*	0,436ns

** a correlação foi significativa em nível de 1% (P<0,01) e *correlação foi significativa em nível de 5% (P<0,05)

CE₅₀ INF= Concentração eficiente inflorescência

IAA F= índice de atividade antioxidante folha

IAA Inf= índice atividade antioxidante inflorescência

Flav. F= flavonóides folha

Flav. Inf= flavonóides inflorescência

Vit C F= vitamina C folha

Vit C Inf= vitamina C inflorescência

Fenóis F= vitamina C folha

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diversos estudos apontam que fatores ambientais, genéticos e agronômicos podem causar mudanças na composição química dos produtos de origem vegetal, o que faz com que avaliações periódicas sejam importantes.

Levando em consideração que o jambu é uma hortaliça que vem despertando grande interesse de pesquisadores e empresas, devido o seu poder farmacológico e nutracêutico, é de grande valia que pesquisas sejam desenvolvidas a fim de determinar especificamente o teor dos compostos fenólicos, tais como os flavonóides, teores de vitamina C e o potencial antioxidante, além de outras substâncias que a planta possua.

Nesse estudo, os resultados obtidos permitiram obter diversas respostas para o cultivo sob adubação orgânica e mineral nas plantas de jambu analisadas, além de idéias para novos estudos.

Em relação a adubação, a melhor dose mostrou ser 120 g m^{-2} de uréia para o cultivo sob adubação mineral ou 8 kg m^{-2} de esterco de curral para o cultivo sob adubação orgânica, para elevar o teor de N e S inflorescências da adubação orgânica e Mn das inflorescências da mineral.

A mesma quantidade de adubo induziu aumentos no teor de P em folhas da adubação orgânica e Zn e Mn em folhas do sistema da mineral.

A adubação orgânica induziu aumentos nos níveis de B, Cu, Fe e Mn nas folhas e de B, Cu e Fe nas inflorescências. A mineral promoveu aumento de Zn nas folhas e inflorescências.

A adubação mineral induziu maior altura, enquanto a massa seca de inflorescências foi maior na orgânica, assim como o teor de espilantol. Não foi possível detectar o teor de espilantol nas folhas de jambu cultivadas sob adubação orgânica e mineral.

Os compostos majoritários encontrados foram trans-cariofileno, germacreno D, L-dodeceno e espatulenol.

O jambu sob adubação mineral apresentou teor de flavonóides maior que o jambu orgânico, para as folhas e inflorescências.

O teor de vitamina C nas inflorescências e folhas de jambu sob adubação orgânica foi superior em comparação a mineral na primeira colheita. O aumento do teor de nitrogênio no solo induziu aumento de vitamina C nas folhas de plantas orgânicas.

Em relação ao potencial antioxidante (DPPH), não foi detectada diferença entre adubação orgânica em comparação a mineral na primeira colheita, para o CE_{50} em folhas de jambu. No entanto, na segunda colheita a adubação mineral apresenta menor atividade antioxidante comparado com a orgânica.

O índice de atividade antioxidante (IAA) foi maior na adubação orgânica, principalmente nas folhas na segunda colheita.

Não foi detectada a presença de fosforados e carbamatos em folhas e inflorescência de plantas sob adubação orgânica e mineral. Não ocorreu a presença de clorados em inflorescência de jambu orgânico. No entanto, foi observado a presença de clorados em folhas de jambu cultivado sob adubação orgânica e mineral e também em inflorescência de jambu cultivado sob adubação mineral.

Assim, este estudo mostrou que o jambu é uma hortaliça promissora, possuindo flavonóides, vitamina C e um forte potencial antioxidante. O cultivo orgânico pode ser indicado para essa espécie, pois além da economia em defensivos e fertilizantes, há aumento do potencial antioxidante e do teor de vitamina C, além do baixo impacto no meio ambiente. Entretanto, estudos com essa espécie devem ser aprofundados.

8 CONCLUSÕES

A melhor dose para adubação foi 120 g m^{-2} para a adubação mineral ou 8 kg m^{-2} para a orgânica para induzir aumentos nos teores de N e S inflorescências sob adubação orgânica e Mn das inflorescências na mineral. A mesma quantidade de adubo induziu aumento no teor de P em folhas sob adubação orgânica e Zn e Mn em folhas na mineral.

A adubação orgânica induziu aumentos nos níveis de B, Cu, Fe e Mn nas folhas e de B, Cu e Fe nas inflorescências. A adubação mineral promoveu aumento de Zn nas folhas e inflorescências.

Os resultados permitem concluir que os compostos majoritários presentes no estudo foram trans-cariofileno, germacreno D, L-dodeceno e espatulenol e o espilantol ocorreu apenas nas inflorescências, sendo maior sob adubação orgânica. Assim, a adubação orgânica e mineral utilizada nesse trabalho interferiu no teor e na qualidade do óleo essencial das plantas de jambu.

Maior teor de flavonóides ocorreu em plantas sob adubação mineral, enquanto maior teor de vitamina C e potencial antioxidante ocorreu na adubação orgânica. Não foi detectada a presença de fosforados e carbamatos em folhas e inflorescência de plantas da adubação orgânica e da mineral.

9 REFERÊNCIAS

ALBURQUERQUE, J. M. **Plantas medicinais de uso popular**. Brasília, DF: ABEAS; MEC, 1989. 96p.

ACCORSI, W. R. **Programa de plantas medicinais e fitoterapia: medicina popular e fitoterapia**. Piracicaba: USP, ESALQ, 1994. 81 p. (Edição cursos agrozootécnicos).

ADAMS, R. P. **Identification of essential oil components by gas chromatography/mass spectroscopy**. Allured, Carol Stream, Illinois, 1995. 469 p.

AKLAND, G.G. et al. Factors influencing total dietary exposures of young children. **Journal of Exposure Anal Environmental Epidemiology**, v. 10, p. 710–722, 2000.

ALCARDE, J. C.; GUIDOLIN, J. A.; LOPES, A. S. **Os adubos e a eficiência das adubações**. São Paulo: Anda, 1989. 35 p. (Boletim técnico, 3).

AMAZÔNIA hoje. Disponível em: <<http://googlescholar.amazoniahoje.com.br>>. Acesso em: 26 set. 2008.

AMES, B. N.; SHIGENGA, M. K.; HAGEN, T. M. Oxidants, antioxidants and degenerative diseases of ageing. **Proceedings of National Academy of Sciences USA**, v. 90, p. 7915-7922, 1993.

AMIN ISMAIL; CHEAH SOOK FUN. Determination of vitamin C, β -carotene and riboflavin contents in five green vegetables organically and conventionally grown mal. **Journal Nutrition**, Malaysia, v. 9, n. 1, p. 31-39, 2003.

ANDRADE, F. M. C. de; CASALI, V. W. D. **Plantas medicinais e aromáticas: relação com o ambiente, colheita e metabolismo secundário**. Viçosa: UFV, 1999. 139 p.

ANON. Organic food is far more nutritious. **Newsletter of the National Association of Sustainable Agriculture Australia (NASAA)**, Feb. 2000.

ARMOND, C. **Indicadores químicos, crescimento e bioeletrografias de plantas de jambu (*Acmella oleracea* L.), capim-limão (*Cymbopogon citratus* (DC) Stapf) e folha-da-fortuna (*Bryophyllum pinnatum* (Lam.) Oken) submetidas a tratamentos homeopáticos**. 2007. 142 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia)-Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2007.

AWAD, M. A.; de JAGER, A.; van WESTING, L. M. Flavonoid and chlorogenic acid levels in apple fruit: characterisation of variation. **Scientia Horticulturae**, v. 83, p. 249-263, 2000.

BAKER, B. P. et al. Pesticide residues in conventional, integrated pest management (IPM)- grown and organic foods: insights from three US data sets. **Food additives and Contaminants**, v. 19, n. 5, p. 427-446, 2002.

BERNARDI, A. C. C. et al. Produção, aparência e teores de nitrogênio, fósforo e potássio em alface cultivada em substrato com Zeólita. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 23, n. 4, p. 920-924, out./dez. 2005.

BONGUE-BARTELSMAN, M.; PHILLIPS, D. A. Nitrogen stress regulates gene expression of enzymes in the flavonoid biosynthetic pathway of tomato. **Plant Physiology Biochemistry**, v. 33, p. 539-546, 1995.

BRITO, N. N. et al. Conseqüências de alguns poluentes halogenados para os recursos naturais: ar, solo e água. In: FÓRUM DE ESTUDOS CONTÁBEIS, 4., 2004, Rio Claro. **Fórum...** Rio Claro: Faculdades Integradas Claretianas, 2004.

BORGUINI, R. G. **Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) orgânico: o conteúdo nutricional e a opinião dos consumidores**. Piracicaba: USP, ESALQ, 2002. 127 p.

BORGUINI, R. G. **Avaliação do potencial antioxidante e de algumas características físico-químicas do tomate (*Lycopersicon esculentum*) orgânico em comparação ao mineral**. 2006. 178f.

Tese (Doutorado em Saúde pública)-Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

BORGES, L. S.; GUERRERO, A. C.; FERNANDES, D. M. Produção do jambu (*spilantes oleracea, l.*) em dois solos com doses de silício. In: Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas, 28, 2008, Londrina. **Desafios para o uso do solo com eficiência e qualidade ambiental: anais...** Londrina: EMBRAPA Soja; SBCS; IAPAR; UEL, 2008. 1CD-Rom.

BOURN, D.; PRESCOTT, J. A Comparison of the nutritional value, sensory qualities, and food safety of organically and conventionally produced foods. **Critical Review Food Science Nutrition**, v. 42, n. 1, p. 1-34, 2002.

CALDAS, E. D.; SOUZA, L. C. K. Avaliação do risco crônico da ingestão do resíduo de pesticidas na dieta brasileira. **Revista de Saúde Pública**, v. 34, n. 5, p. 529-37, 2000.

CADENAS, E.; DAVIES, K. J. A. Mitochondrial free radical generation, oxidative stress, and aging. **Free Radical Biology and Medicine**, v. 29, n. 3, p. 222-230, 2000.

CAPORAL, F. R.; COSTABEBER, J. A. **Agroecologia: alguns conceitos e princípios**. Brasília, DF: MDA/SAF/DATER-IICA, 2004. 24 p.

CAMPANHOLA, C.; VALARINI, P. J. A agricultura orgânica e seu potencial para o pequeno agricultor. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, DF, v. 18, n. 13, p. 69-101. 2001.

CARDOSO, M. O.; GARCIA, L. C. Jambu. In: CARDOSO, M. O. (Coord.). **Hortaliças não convencionais da Amazônia**. Manaus: EMBRAPA, CPAA, 1997. p. 133-140.

CARMELLO, Q. A. C. **Curso de nutrição/fertirrigação localizada**. Piracicaba: Departamento de Solos e Nutrição de Plantas, 1999. 59 p. Apostila.

CHASSY, A. W. et al. A three-year comparison of the content of antioxidant microconstituents and several quality characteristics in organic and conventionally managed tomatoes and bell peppers. **Journal Agriculture Food Chemistry**, v. 54, p. 8244-8252, 2006.

CHITARRA, I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2. ed. rev. e ampl. Lavras: UFLA, 2005. 785 p.

COUTINHO, L. N.; APARECIDO, C. C.; FIGUEIREDO, M. B. Galhas e deformações em jambu (*Spilanthes oleraceae*) causadas por *Tecaphora spilanthos* (Ustilaginales). **Summa Phytopathologica**, v. 32, n. 3, p. 283-285, 2006.

CROCE, C. G. G. **Desenvolvimento inicial de duas espécies arbóreas nativas e pioneiras sob tratamentos mineral, orgânico e biodinâmico**. 2004. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Energia na Agricultura)-Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2004.

CURI, C. L.; FENSKE, R. A.; ELGEHUN, K. Organophosphorus pesticide exposure of urban and suburban preschool children with organic and conventional diets. **Environmental Health Perspectives**, v. 111, p. 377-382, 2003.

DLOUHY, J. Product quality in alternative agriculture. In: Colloquium in food quality concepts and methodology, 1989, Kassel. **Procadings...** Kassel: University of Kassel, Elm Farm Research Centre, 1989. p.30-35.

DUARTE, M. C. T. et al. Anti-Candida activity of Brazilian medicinal plants. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 97, p. 305–311, 2005.

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

ENGELS, C.; MARSCHENER, H. Plant uptake and utilization of nitrogen. In: BACON, E. P. **Nitrogen fertilization in the environment**. New York: Marcel Dekker, 1995. p. 41-71.

ESPINDOLA, C. R.; TOSIN, W. A. C.; PACCOLA, A. A. Levantamento pedológico da Fazenda Experimental São Manuel. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 14., 1973, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1974. p. 650-651.

FALLER, A. L. K.; FIALHO, E. The antioxidant capacity and polyphenol content of organic and conventional retail vegetables after domestic cooking. **Food Research International**, 2008.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 2. ed. rev. e ampl. Viçosa: Ed. UFV, 2003. 412 p.

FRANCO, G. **Tabela de composição química dos alimentos**. 9. ed. Rio de Janeiro: Atheneu, 1999. 307p.

FURLAN, E. **Old PNe on the southern hemisphere interacting with the ISM**. 1999. Thesis (Master)-University Innsbruck, Austria, 1999.

FUHRMAN, B.; LAVY, A.; AVIRAM, M. Consumption of red wines with meals reduces the susceptibility of human plasma and low density lipoproteins to lipid peroxidation. **American Journal of Chemical Nutrition**, v. 61, p. 549-554. 1995.

HALLAMAN, P. C. H; KATAN, M. B. Dietary flavonoids: intake, health effects and bioavailability. **Food Chemical Toxicology**, v. 37, p. 937-942, 1999.

HAMIGAKI, LION. **Pedido de registro de patente no PI0100254-6 em 04/04/1995**. Disponível em: <<http://www.inpi.gov.br/menu-esquerdo/patente>>. Acesso em: 26 set. 2008.

HERDY, G. V. H. **Ação do eespilantol sobre a atividade elétrica do coração do coelho / Action of the espilantol on the electric activity of the rabbit heart**. 1982. 97 p. Tese (Doutorado)-Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1982.

HIND, N.; BIGGS, N. *Acmella oleracea*: compositae. **Curtis's Botanical Magazine**, v. 20, n. 1, p. 31-39, 2003.

HORNICK, S. Nitrogen overload may shrivel vitamin content. **Agricultural Research**, v. 37, p. 10-11, 1989.

ISMAIL, A.; FUN, C. S. Determination of vitamin C, b-carotene and riboflavin contents in five green vegetables organically and conventionally grow. **Malaysian Journal Nutrition**, v. 9, n. 1, p. 31-39, 2003.

GIORGI, A. et al. Effect of nitrogen starvation on the phenolic metabolism and antioxidant properties of yarrow (*Achillea collina* Becker ex Rchb.). **Food Chemistry**. 2008.

GUSMÃO, S. A. L. et al. Caracterização do cultivo de jambu nas áreas produtoras que abastecem a grande Belém. **Horticultura Brasileira**, Fortaleza, v. 23, n. 2. 2005. Suplemento CD-Rom.

JEYARATNAM, J. Organophosphorus compounds. **Toxicology**, v. 91, p. 15-27, 1994.

JACOBSON, M. The Structure of espilantol. **Chemistry and Industry**, v. 12, p. 50-51, 1957.

KANSAL, B. D. et al. Effect of different levels of nitrogen and farmyard manure on yield and quality of apinach (*Spinacea Oleracea L*), *Plant Foods for Human Nutrition (Formerly Qualitas Plantarum)*, v. 31, p. 163-179, 1981.

Kaur C, Kapoor HC. Antioxidants in fruits and vegetables – the millennium's health. **Int Journal Food Science Technol** 2001, 36: 703-725.

KIEHL, E. J. **Fertilizantes orgânicos**. São Paulo: Agronomica Ceres, 1985. 492 p.

KNEZEVIC, Z.; SERDAR, M. Screening of fresh fruit and vegetables for pesticide residues on Croatian market. **Food Control**. v. 20, p. 419–422, 2009.

LAIRON, D. et al. Effects of organic and mineral fertilizations on the contents of vegetables in minerals, vitamin C and nitrates. In: VOGTMANN, H; BOEHNCKE, E.; FRICKE, I. (Eds.). **The importance of biological agriculture in a world of diminishing resources**. Witzenhausen, Germany, 1984.

LEE, S. K. 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.

LIEBLEN, G. Quality and yield of carrots: effects of composed manure and mineral fertilizer. 1993. Thesis (PhD)-Departament of Horticulture, Agricultural University of Norway, 1993.

LIMA, G. P. P. et al. Nutritional composition and phenolic compounds and nitrate content in eatable vegetables obtained by conventional and certified organic grown culture. **International Journal of Food Science & Technology**, 2009.

LIMA, G. P. P. et al. Comparison of polyamine, phenol and flavonoid contents in plants grown under conventional and organic methods. **International Journal of Food Science & Technology**, v. 43, n. 10, p. 1838-1843, 2008.

LIU, X. et al. Arc - An OAI Service Provider for Digital Library Federation. **D-Lib Magazine**, Virginia USA, 2001. Disponível em: <<http://www.dlib.org/dlib/april01/liu/04liu.html>>. Acesso em 15 de mai. 2007.

LOPES, R. M. et al. Flavonóides. **Revista de Biotecnologia Ciência e Desenvolvimento**, São Paulo, n. 17, p. 18-22, nov./dez. 2000.

LORENZI, H.; MATOS, F. J. A. **Plantas medicinais do Brasil: nativas e exóticas cultivadas**. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 2002. 396 p.

- LOURENÇO, R. C. **Discussão sobre o risco das interações de agrotóxicos na dieta brasileira**. 2003. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública)–Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, 2003.
- LUCON, C. M. M.; CHAVES, A. L. R. Horta orgânica. **Biológico**, São Paulo, v. 66, n. 1/2, p. 59-62, jan./dez. 2004.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. de. **Avaliação do estado nutricional das plantas: Princípio e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: Potafós, 1997. 319 p.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. de. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípio e aplicações**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato. 1989. 201 p.
- MALAVOLTA, E.; PIMENTEL-GOMES. F.; ALCARDE, L. C. **Adubos e adubações**. São Paulo: Nobel, 2002. 200p.
- MARTINS, E. R. et al. **Plantas medicinais**. Viçosa: UFV, Edição Imprensa Universitária, 2000. 220 p.
- MARTINS, E. R. et al. **Plantas medicinais**. Viçosa: UFV, Edição Imprensa Universitária, 1995.
- MENSOR, L. L. et al. Screening of brazilian activity by use of DPPH free radical method. **Phytotherapy Research**, v. 15, p. 127-130, 2001.
- MITCHELL, A. E. et al. Ten-year comparison of the influence of organic and conventional crop management practices on the content of flavonoids in tomatoes. **Journal Agriculture Food Chemistry**, v. 55, p. 6154-6159, 2007.
- MONDAL, A. K.; PARUI, S.; MANDAL, S. Analysis of the free amino acid content in pollen of nine Asteraceae species of known allergenic activity. **Annual Agriculture and Environment Medicine**, v. 5, p. 17–20, 1998.
- MOREIRA, V. M. T.S. et al. Atividade farmacológica do jambu do Pará. **Ciência e Cultura**, v. 39, p. 801, 1987.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Pesticides in the diets of infants and children**. Washington, DC: National Academy Press, 1993. 408p.

NILSON, T. Yield, storage ability, quality and chemical composition of carrot, cabbage and leek at conventional and organic fertilizing. **Acta Horticulture**, v. 93, p. 209-223, 1979.

OLIVER-BEVER, B. Medicinal plants in tropical west África: II plants acting on the nervous system. **Journal Ethnopharmacology**, v. 7, p. 1-93, 1983.

OOMAH, B. D.; MAZZA, G. Functional foods. In: FRANCIS, F. J. (Ed.). **The Wiley encyclopedia of science & technology**. 2nd ed. New York, NY: Wiley, 2000. v. 2, p. 1176-1182.

ORTELLI, D.; EDDER, P.; CORVI, C. Multiresidue analysis of 74 pesticides in fruit and vegetables by liquid chromatography-electrospray-tandem mass spectrometry. **Analytica Chimica Acta**, v. 520, p. 33-45, 2006.

OVIEDO, M. T. P. **Resíduos de agrotóxicos em hortaliças comercializadas em Campinas – São Paulo**. 2002. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos)–Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, 2002.

PASCHOAL, A. D. **Produção orgânica de alimentos**. Piracicaba: USP, ESALQ, 1994. 191 p.

PENTEADO, M. D. V. C. **Vitaminas: aspectos nutricionais, bioquímicos, clínicos e analíticos**. Barueri: Manole, 2003. 612p.

PIAMONTE, P. R. **Rendimento, qualidade e conservação pós-colheita de cenoura (*daucus carota* L.) sob adubação mineral, orgânica e biodinâmica**. 1996. 54f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Horticultura)-Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1996.

PEIRIS, K. P. P.; SILVA, G. K. J.; RATNASOORIYA, W. D. Analgesic activity of water extract of *Spilanthes acmella* flowers on rats. **Journal of Tropical Medicinal Plants**, v. 2, p. 201-204, 2001.

PETTERSSON, B. D. A comparison between conventional and bio-dynamic farming systems as indicated by yields and quality. **BioDynamics**, n. 124, p. 19-27, 1997.

PIMENTEL, A. A. M. P. **Olericultura no trópico úmido: hortaliças na Amazônia**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1985. 322 p.

- PIMENTEL, C. V. M. B.; FRANCKI, V. M.; GOLLÜCKE, A. P. B. **Alimentos funcionais:** introdução as principais substâncias bioativas dos alimentos. São Paulo: Livraria Varela, 2005. 95p.
- RENAUD, S. de; LORGERIL, M. Wine, alcohol, platelets and the French Paradox for coronary heart disease. **Lancet**, v. 339, p. 1523-1526, 1992.
- RAMSEWAK, R. S.; ERICKSON, A. J.; NAIR, M. G. Bioactive N-isobutylamides from the flower buds of *Spilanthes acmella*. **Phytochemistry**. v. 51, p. 729–732, 1999.
- RANZI, A. **O jambu é nosso!** 2005. Disponível em: <<http://www.biopirataria.org/index.php>>. Acesso em: 17 de mar. 2007.
- 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 Science Food Agriculture**, v. 81, p. 1426-1432, 2001.
- REMBIALKOWSKA, E. Quality of plant products from organic agriculture. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 87, p. 2757–2762, 2007.
- RIBEIRO, E. P.; SERAVALLI, E. A. G. **Química de alimentos**. São Paulo: Edgard Blücher; Instituto Mauá de Tecnologia, 2004. 184p.
- RICE-EVANS, C. A.; LESTER, P. **Flavonoids in health and disease**. New York: Marcel-Dekker, 1997. p. 405–419.
- RITTER, L. Report of a panel on the relationship between public exposure to pesticides and cancer. **Câncer**, v. 80, p. 2019, 2033, 1997.
- ROCK, C. O.; JACKOWSKI, S.; CRONAN, J. E. Jr. Lipid metabolism in prokaryotes. In: VANCE, D. E.; VANCE, J. E. (Eds.). **Biochemistry of lipids, lipoproteins and membranes**. New York: Elsevier, 1996. p. 35-74.
- RODELLA, A. A.; ALCARDE, J. C. Requisitos de qualidade física e química de fertilizantes naturais. In: GONÇALVES, J. L. M.; BENEDETTI, V. (Eds.). **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF, 2000. p. 59-78.
- SANTOS, M. D.; BLATT, C. T. T. Teor de flavonóides e fenóis totais em folhas de *Pyrostegia venusta* Miers. de mata e de cerrado. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 21, n. 2, p. 108, 1998.

SAWAKI, H. K. **Estudo de sintomas de deficiências de macro e micronutrientes em plantas de jambu (*Spilanthes oleracea* L.) variedade Branco ou Jambuarana**. 2000. 52 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia)-Faculdade de Ciências Agrárias do Pará, Belém, 2000.

SCIFINDER Scholar. Disponível em: <<http://www.google scholar.com.br /scholar>>. Acesso em: 26 de set. 2008.

SIDERER, Y.; MAQUET, A.; ANKLAM, E. Need for research to support consumer confidence in the growing organic food market. **Trends in Food Science & Tecnology**, v. 16, p. 332-343, 2005.

SMOLEN, S.; SADY, W. The effect of various nitrogen fertilization and foliar nutrition regimes on the concentrations of sugars, carotenoids and phenolic compounds in carrot (*Daucus carota* L.). **Scientia Horticulturae**, Krakow, Poland, 2008.

SCHERER, R.; GODOY, H. T. Antioxidant activity index (AAI) by the 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl method. **Food Chemistry** . v.112 . p. 654–658. 2009.

SOUZA, A. P. O; ALCÂNTARA; R. L. C. Alimentos orgânicos: estratégias para o desenvolvimento do mercado. In: NEVES, M. F.; CASTRO, L. T. (Orgs.). **Marketing e estratégia em agronegócios e alimentos**. São Paulo: Atlas, 2003. p. 332-347.

STAN, H. J. Pesticide residue analysis in foodstuffs applying capillary gas chromatography with mass spectrometric detection state-of-the-art use of modified DFG-multimethod S19 and automated data evaluation. **Journal of Chromatography A**, v. 892, p. 347–377, 2002.

STERTZ, S.C. et. al. Análise der resíduos de agrotóxicos em alimentos comercializados no Estado do Paraná de 1993 a 1999. In: DAROLT, M. R. **A qualidade dos alimentos orgânicos**. 2003. Disponível em: <<http://www.planetaorganico.com.br/daroltqualid2.html>>. Acesso em: 16 de set. 2008.

STERTZ, S. C. et al. Qualidade nutricional de alface (*Lactuca sativa* L.) mineral, orgânica e hidropônica. **Visão Acadêmica**, Curitiba, v. 6, n. 1, p. 1518-5192, jan./jul. 2005.

TERADA, M. et al. Differential rapid analysis of ascorbic acid and ascorbic acid 2-sulfate by dinitrophenylhy drazine methol. **Analytical Biochemistry**, v. 84, n. 2, p. 604-608, 1978.

- THOMAS, W. et al. Testing duplicate diet sample collection methods for measuring personal dietary exposures to chemical contaminants. **Journal of Exposure Analysis and Environmental Epidemiology**, v. 7, p. 17–36, 1997.
- 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.
- VELIOGLU, Y. S. et al. Antioxidative activity and total phenolics in selected fruits, vegetables and grain products. **Journal of Agricultural Food Chemistry**, v. 46, p. 4113- 4117, 1998.
- VAN DEN DOOL, H.; KRATZ, D. J. A generalization of the retention index system including linear temperature programmed gas-liquid partition chromatography, **Journal of Chromatography A**, v. 11, p. 463-471, 1963.
- VOET, D.; VOET, J.G. **Biochemistry**. New York: John Wiley, 1994.
- VULPI, T. S. et al. Análise do óleo essencial dos diferentes órgãos de *Acmella ciliata* Kunth (Asteraceae). **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, p. 1128-1130, jul. 2007. Suplemento 2.
- VINSON, J. A.; et al. Phenol antioxidant quantity and quality in foods: Fruits. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 49, p. 5315–5321, 2001.
- VINSON, J. A. et al. Phenol antioxidant quantity and quality in foods: vegetables. **Journal Agriculture Food Chemistry**, v. 46, p. 3630-3634, 1998.
- VILLACHICA, H. et al. **Frutales y hortalizas promissórios de la Amazônia**. Lima: TCA; Secretaria Protempore, p. 322- 327, 1996.
- WANG, H. et al. Total antioxidant capacity of fruits. **Journal Agricultural Food Chemistry**, v. 44, p. 701-705, 1996.
- WEISBURGER, J. H. Mechanisms of action of antioxidants as exemplified in vegetables, tomatoes and tea. **Food Chemistry Toxicology**, v. 37, p. 943-948, 1999.
- WEISBURGER, J. H. Evaluation of the evidence on the role of tomato products in disease prevention. **Proceedings of Society for Experimental Biology and Medicine**, v. 218, p. 140-143, 1998.

WINTER, C. K.; DAVIS, S. F. Organic foods. **Journal of Food Science**, v. 71, p. 117–124, 2006.

WILLIAMS, C. M. Nutricional quality of organic food: shades of grey or shade of green? **Proceedings of the Nutrition Society**, v. 61, p. 19-24, 2002.

WOESE, K. et al. Comparison of organically and conventionally grown foods- results of a review of the relevant literature. **Science Food Agriculture**, Great Britain, v. 74, p. 281-293. 1997.

WILLIAMS, P. R. D.; HAMMIT, J. K. Perceived risks of conventional and organic produce: pesticides, pathogens, and natural toxins. **Society for Risk Analysis** , v. 21, p. 319–330, 2001.

YAO, L. H. et al. Flavonoids in food and their health benefits. **Plant Food and Human Nutrition**, v. 59, p. 113-122, 2004.

YUSSEFI, M.; WILLER, H. (Orgs.) **The world of organic agriculture 2003**: statistics and future prospects. 5th ed. IFOAM Publication, 2003. 130 p.