

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS E NATURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA VEGETAL

NELSON SALGADO TAVARES

**RESPOSTAS ECOFISIOLÓGICAS E BIOQUÍMICAS DE DUAS
CULTIVARES DE TOMATE (*Lycopersicon esculentum* MILL.)
CULTIVADAS EM SISTEMAS DE AGRICULTURA NATURAL E
CONVENCIONAL**

VITÓRIA
2006

NELSON SALGADO TAVARES

**RESPOSTAS ECOFISIOLÓGICAS E BIOQUÍMICAS DE DUAS
CULTIVARES DE TOMATE (*Lycopersicon esculentum* MILL.)
CULTIVADAS EM SISTEMAS DE AGRICULTURA NATURAL E
CONVENCIONAL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal do Centro de Ciências Humanas e Naturais da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do Grau de Mestre em Biologia Vegetal, na área de concentração Ecofisiologia Vegetal. Orientador: Prof. Dr. José Aires Ventura.

VITÓRIA
2006

Dados Internacionais de Catalogação-na-publicação (CIP)
(Biblioteca Central da Universidade Federal do Espírito Santo, ES, Brasil)

T231r Tavares, Nelson Salgado, 1959-
Respostas ecofisiológicas e bioquímicas de duas cultivares de
tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) cultivadas em sistemas de
agricultura natural e convencional / Nelson Salgado Tavares. –
2006.

123 f. : il.

Orientador: José Aires Ventura.

Co-Orientador: Geraldo Rogério Faustino Cuzzual.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Espírito
Santo, Centro de Ciências Humanas e Naturais.

1. Agricultura natural. 2. Tomate. 3. Fenóis. 4. Aminoácidos. 5.
Fotossíntese. 6. Água - Uso. I. Ventura, José Aires. II. Cuzzual,
Geraldo Rogério Faustini. III. Universidade Federal do Espírito
Santo. Centro de Ciências Humanas e Naturais. IV. Título.

CDU: 57

NELSON SALGADO TAVARES

**RESPOSTAS ECOFISIOLÓGICAS E BIOQUÍMICAS DE DUAS CULTIVARES DE
TOMATE (*Lycopersicon esculentum* MILL.) CULTIVADAS EM SISTEMAS DE
AGRICULTURA NATURAL E CONVENCIONAL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal do Centro de Ciências Humanas e Naturais da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do Grau de Mestre em Biologia Vegetal, na área de concentração Ecofisiologia Vegetal.

Aprovada em 23 de Fevereiro de 2006

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. Dr. José Aires Ventura

Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e
Extensão Rural

Orientador

Prof. Dr. Helcio Costa

Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e
Extensão Rural

Prof^ª. Dr^ª. Patrícia Machado Bueno Fernandes

Universidade Federal do Espírito Santo

Aos Filhos da Terra, eu dedico.

AGRADECIMENTOS

A Deus, Criador do Universo.

Aos Ensinos de Mokiti Okada.

À minha esposa Tereza e aos meus filhos Daricque e Hugo pela força espiritual a mim transmitida.

Aos meus Pais.

À Família Sobreiro e, em especial, ao Geraldo Sobreiro.

Ao amigo Paulo Oyama pelos Ensinos a mim apresentados em 23 de Dezembro de 1982, Atibaia, São Paulo.

Ao Prof. Dr. José Aires Ventura.

À Prof^a Dr^a Patrícia Machado Bueno Fernandes.

À Prof^a. Dr^a. Ana Cristina Nascimento Chiaradia.

Ao Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural – INCAPER.

À Prof^a. Dr^a. Diolina Moura Silva.

Ao Prof. Dr. Geraldo Rogério Faustini Cuzzuol.

Ao Alexandre Bertoldo da Silva, do Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recurso Hídricos – IEMA.

Ao Prof. Dr. Marco Antonio Galeas Aguiar, da Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira – CEPLAC.

Ao Dr. Flávio Dessaune Tardin, do INCAPER.

Aos amigos Claudio Sergio Marinato, Júlio Cezar Calheiros, Umberto Zottich Pereira, Silas Pessini Rodrigues, Mirella Lima Binoti, Fernanda Bravim, Carolina Viana Correa Coimbra, Renata Venturim Fontes e George Staudohar Junior.

Aos Professores do Programa de Pós-Graduação de Biologia Vegetal.

À Universidade Federal do Espírito Santo – UFES.

E ao Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária – INCRA.

“A beleza da Grande Natureza
representa o sagrado e silencioso
ensinamento de Deus.”

Mokiti Okada

RESUMO

Hoje o mundo tem interesse em consumir alimentos saudáveis e livres de resíduos químicos para manter a saúde do ser humano e do planeta em que vivemos. Foram avaliadas as alterações que ocorrem em plantas de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cultivadas em sistemas de produção natural e convencional utilizando as cultivares Gaúcho e Salada Especial, em Vila Velha, Espírito Santo. As folhas e os frutos foram analisados nos laboratórios de instituições oficiais determinado-se o peso, o volume, os teores de água, a matéria seca, as cinzas, a matéria seca livre de cinzas, a proteína total, os aminoácidos livres, os sólidos solúveis totais, o nitrato, os compostos fenólicos, a perda de água, tempo de prateleira e os macro e micronutrientes. No campo foram medidas a fotossíntese e a clorofila. Não houve produção do primeiro plantio natural. No entanto, após quatro plantios repetidos nos mesmos canteiros, a produção foi de 21 t/ha. A produção de frutos do cultivo convencional foi de 56 t/ha, sendo 165% maior que a do cultivo natural. O aumento da produtividade no cultivo natural foi dependente da capacidade das plantas em se adaptarem ao meio ambiente sem aportes químicos. A produção de fenol total nas folhas e frutos dos produzidos em sistema de cultivo natural foi 36,86% maior que nas plantas de tomate produzidas no sistema convencional, enquanto o teor de aminoácidos livres totais foi 305,53% maior nas folhas e frutos do cultivo convencional. As plantas do cultivo natural tiveram maior eficiência no uso de água (EUA) para fixar CO₂. As plantas do cultivo convencional gastaram 714 mL de água para fixar 1,0 g de CO₂ enquanto as plantas do cultivo natural gastaram 321 mL para fixar 1,0 g de CO₂. As plantas do sistema de cultivo natural produziram mais matéria vegetal por unidade de recurso natural alocado que as plantas do sistema de cultivo convencional. Os frutos do cultivo natural tiveram 16,76% mais potássio, o maior tempo de prateleira e mantiveram as características de qualidade por 6 dias a mais que os frutos do cultivo convencional.

Palavras-chave: Agricultura natural, tomate, fenóis, aminoácidos, fotossíntese, água - uso.

ABSTRACT

Today the world has interest in consuming healthful foods without chemical residues to maintain both the health of the human being and the planet Earth. The alterations that occur in tomato plants (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cultivated in both natural and conventional systems of production had been assessed in two cultivars Gaúcho and Special Salada in Vila Velha, Espírito Santo, Southeast of the Brazil. The leaves and the fruits had been analyzed in the laboratories of official institutions, where was determined the weight, volume, humidity, dry matter, ashes, dry matter without ashes, total protein, free amino acids, total soluble solids, phenolic compounds, nitrate, the loss of water, time of shelf life and the macro and micronutrients. In the field, both photosynthesis and chlorophyll had been measured. It did not have production in the first plantation from natural farming. However, after four cultivations repeated in the same seedbeds, the fourth production was 21 t/ha. The first production of fruits of the conventional system was 56 t/ha and 167% greater than natural farming. The increase of the productivity in the natural farming was dependent of the capacity of the tomato plants adapt itself to the environment without chemical fertilizer and without poisons. The total phenol production within leaves and fruits of the tomato cultivated in system of natural farming was 36.86% greater than plants of tomato produced in the conventional system, while the total free amino acid was 305.53% greater in leaves and fruits growing in the conventional system. The plants of the natural farming had had greater water use efficiency (WUE) to fix CO₂. The plants of the conventional system had used up 714 mL of water to fix 1.0 g CO₂, while the plants of the natural farming had used up 321 mL to fix 1.0 g CO₂. The plants of the system of natural farming had produced more vegetal matter for unit of natural resources than the plants of the system of conventional system. The fruits of the natural farming had had 16.76% more potassium, the biggest time of shelf life and had kept more characteristics of quality per 6 days than fruits of the conventional system.

Keywords: Natural farming, phenols, aminoacids, photosynthesis, water - use.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 - Estádios de maturação do tomate para avaliação do tempo de prateleira. Da esquerda para direita: verde maduro, pintado, rosado, vermelho, vermelho maduro e vermelho passado (FERREIRA, 2004).....54
- Figura 2 - Primeiro plantio em sistema de cultivo natural, observando-se o desenvolvimento das plantas na fase vegetativa. Vila Velha – ES, 3 de Julho de 2004.....56
- Figura 3 - Primeiro plantio em sistema de cultivo natural, observando-se alta severidade de requeima causada pelo fungo *Phytophthora infestans* devido à ocorrência de condições climáticas favoráveis à doença (Anexo A). Vila Velha – ES, 18 de Julho de 2004.....57
- Figura 4 - Alta severidade de *Phytophthora infestans* registrada no primeiro cultivo de tomate em sistema de produção natural. Vila Velha – ES, 18 de Julho de 2004.....57
- Figura 5 - Segundo plantio em sistema de cultivo natural, observando-se 58% de covas sem plantas devido a doenças causadas por patógenos de solo. Vila Velha – ES, 18 de Outubro de 2004.....58
- Figura 6 - Cultivo de feijão-de-porco conduzido para descompactar o solo dos canteiros do cultivo natural. Vila Velha – ES, 24 de Fevereiro de 2005.....59
- Figura 7 - Frutos da cultivar Salada Especial no terceiro plantio em sistema de cultivo natural, observando-se o bom desenvolvimento dos frutos e a baixa incidência de doenças. Vila Velha – ES, 24 de Fevereiro de 2005.....60

- Figura 8 - Frutos da cultivar Salada Especial no quarto plantio em sistema de cultivo natural, observando-se o bom desenvolvimento dos frutos e a baixa incidência de doenças. Vila Velha – ES, 12 de Agosto de 2005.....61
- Figura 9 - Frutos da cultivar Salada Especial no quarto plantio em sistema de cultivo natural, observando-se o bom desenvolvimento dos frutos. Vila Velha – ES, 20 de agosto de 2005.....62
- Figura 10 - Frutos da cultivar Gaúcho nos sistemas de cultivo natural, à esquerda, e da mesma cultivar no sistema de cultivo convencional, à direita, ambos semeadas em 2 de Setembro de 2005. Observa-se a precocidade do fruto no sistema de cultivo natural. Vila Velha – ES, 5 de Novembro de 2005.....64
- Figura 11 - Quinto cultivo natural, frutos da cultivar ‘Salada Especial’ com bom desenvolvimento dos frutos. Vila Velha – ES, 5 de Novembro de 2005.....65
- Figura 12 - Quinto plantio em sistema de cultivo natural, canteiros sem sintomas de contaminação por nematóides. Vila Velha – ES, 5 de Novembro de 2005.....65
- Figura 13 - Quinto plantio do cultivo natural com bom desenvolvimento dos frutos da cv. Gaúcho à esquerda e da cv. Especial Salda à direita. Vila Velha, 2 de Dezembro 2005.....66
- Figura 14 - Quinto plantio do cultivo natural, cv. Especial Salda (D) e cv. Gaúcho (F). Vila Velha – ES, 2 de Dezembro 2005.....66
- Figura 15 - Cultivo natural, cv. Salada Especial com folhas com a presença de oídio. Vila Velha – ES, 2 de Dezembro 2005.....67

- Figura 16 - Cultivo convencional, cv. Salada Especial à esquerda e cv. Gaúcho à direita. Vila Velha - ES, 2 de Dezembro 2005.....67
- Figura 17 - Relação direta entre a produção de matéria seca e compostos fenólicos. **CD** – cv. Salada Especial no cultivo convencional; **CF** – cv. Gaúcho no cultivo convencional; **ND** – cv. Salada Especial no cultivo natural e **NF** – cv. Gaúcho no cultivo natural.....79
- Figura 18 - Condutância estomática (g_s). Os dados foram coletados em plantas de tomate do quinto plantio do cultivo natural e plantas do segundo plantio do cultivo convencional. Letras diferentes indicam diferença significativa entre os cultivos pelo teste F.....82
- Figura 19 - **A** - Concentração de CO_2 (C_i) e **B** – Transpiração (E). Os dados foram coletados em plantas de tomate do quinto plantio do cultivo natural e plantas do segundo plantio do cultivo convencional. Letras diferentes indicam diferença significativa entre os cultivos pelo teste F.....83
- Figura 20 - Fotossíntese líquida (A). Os dados foram coletados em plantas de tomate do quinto plantio do cultivo natural e plantas do segundo plantio do cultivo convencional. Letras diferentes indicam diferença significativa entre os cultivos pelo teste F.....85
- Figura 21 - Eficiência do uso de água (EUA). Os dados foram coletados em plantas de tomate do quinto plantio do cultivo natural e plantas do segundo plantio do cultivo convencional. Letras diferentes indicam diferença significativa entre os cultivos pelo teste F.....87
- Figura 22 - Déficit de pressão de vapor da folha (V_{pdL}). Os dados foram coletados em plantas de tomate do quinto plantio do cultivo natural e plantas do segundo plantio do cultivo convencional. Letras diferentes indicam diferença significativa entre os cultivos pelo teste F.....91

- Figura 23 - Clorofila (SPAD) obtida em folhas de plantas na fase reprodutiva em sistemas de produção natural e convencional. Letras diferentes sobre a coluna indicam diferença significativa entre os sistemas de cultivo de acordo com o teste F.....92
- Figura 24 - Número de dias em que os frutos, de cada um dos cultivos, permaneceram em cada estágio de maturação.....98

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 - Resultados analíticos do solo da área experimental do sistema de cultivo natural, em Vila Velha-ES.....69
- Tabela 2 - Resultados analíticos do solo da área experimental, em Vila Velha-ES.....70
- Tabela 3 - Produtividade das duas cultivares nos sistemas cultivos natural e convencional em Vila Velha – ES, 2005.....73
- Tabela 4 - Análises físico-químicas de frutos e folhas de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) produzidos em sistema de cultivo natural e convencional. Vila Velha – ES, 2005.....74
- Tabela 5 - Nitrato em folhas e frutos de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) produzidos em sistema de cultivo natural e convencional. Vila Velha – ES, 2005.....77
- Tabela 6 - Teores de fenóis em folhas e frutos de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) produzidos em sistema de cultivo natural e convencional. Vila Velha – ES, 2005.....79
- Tabela 7 - Análises físicas de plantas e frutos de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) produzidos em sistema de cultivo natural e convencional. Vila Velha – ES, 2005.....87
- Tabela 8 - Análises física em folhas e frutos de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) produzidos em sistema de cultivo natural e convencional. Vila Velha – ES, 2005.....85

Tabela 9 - Análises físico-químicas de frutos de tomate (<i>Lycopersicum esculentum</i> Mill.) produzidos em sistema de cultivo natural e convencional. Vila Velha – ES, 2005.....	89
Tabela 10 - Interação entre o sistema de cultivo e cultivar para a variável clorofila na fase vegetativa.....	93
Tabela 11 - Resultados analíticos de macro e micronutrientes em frutos das cv. ‘Gaúcho’ e ‘Salada Especial’ produzidos nos sistemas de cultivo natural e convencional.....	94
Tabela 12 - Análise química em frutos e de clorofila em folhas de tomate (<i>Lycopersicum esculentum</i> Mill.) produzidos em sistema de cultivo natural e convencional. Vila Velha – ES, 2005.....	96
Tabela 13 - Análise química em frutos de tomate (<i>Lycopersicum esculentum</i> Mill.) das cultivares "Gaúcho" e "Especial para salada". Vila Velha – ES, 2005.....	96
Tabela 14 - Números de dias em tempo de prateleira que as cultivares de tomate produzidos nos sistemas de cultivo natural e convencional permaneceram em cada um dos estádios de maturação.....	98

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	18
1.1 ORIGEM DO TOMATEIRO	22
1.2 ASPECTOS BOTÂNICOS	23
1.3 SOLOS	24
1.4 REPETIÇÃO DE CULTURA	29
1.5 MICORRIZAS	30
1.6 O NITRATO NO SOLO	33
1.7 DEFESA DE PLANTAS	35
1.8 TEMPO DE PRATELEIRA	37
2 OBJETIVO GERAL	39
3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	39
4 MATERIAL E MÉTODOS	40
4.1 LOCAL DO PLANTIO	40
4.2 SELEÇÃO DAS CULTIVARES	40
4.3 TRATOS CULTURAIS	41
4.3.1 Sistema de cultivo natural	41
4.3.2 Sistema de cultivo convencional	42
4.4 ANÁLISE DO SOLO	43
4.5 ANÁLISES DE GERMINAÇÃO	43
4.6 AVALIAÇÃO DA PRODUTIVIDADE	44
4.7 ANÁLISES FÍSICAS DAS FOLHAS E PLANTAS	44
4.7.1 Peso	44
4.7.2 Dimensão foliar	44
4.7.3 Altura da planta	45
4.8 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DAS FOLHAS	45
4.8.1 Matéria seca e do teor de água	45
4.8.2 Proteína total	45
4.8.3 Aminoácidos livres totais	46
4.8.4 Nitrato	46
4.8.5 Compostos fenólicos	47
4.9 ANÁLISES DA FOTOSSÍNTESE	48

4.9.1	Eficiência da fotossíntese na fase bioquímica	48
4.9.2	Medição de clorofila	48
4.10	ANÁLISES FÍSICAS DOS FRUTOS	48
4.10.1	Peso	48
4.10.2	Volume	49
4.10.3	Densidade	49
4.11	ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DOS FRUTOS	49
4.11.1	Matéria seca e do teor de água	50
4.11.2	Cinzas	50
4.11.3	Matéria seca livre de cinzas	50
4.11.4	Sólidos solúveis totais	51
4.11.5	Acidez titulável	51
4.11.6	Vitamina C	51
4.11.7	pH	51
4.11.8	Proteínas totais	52
4.11.9	Aminoácidos livres totais	52
4.11.10	Nitrato	52
4.11.11	Compostos fenólicos	53
4.12	ANÁLISE DE MACRO E MICRONUTRIENTES DA POLPA	54
4.13	TEMPO DE PRATELEIRA	54
4.13.1	Perda de água dos frutos	55
4.14	ANÁLISES ESTATÍSTICAS	55
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	56
5.1	SELEÇÃO DAS VARIEDADES E TRATOS CULTURAIS	56
5.1.1	Primeiro plantio	56
5.1.2	Segundo plantio	58
5.1.3	Terceiro plantio	58
5.1.4	Quarto plantio	60
5.1.4.1	Sistema de cultivo natural	60
5.1.4.2	Sistema de cultivo convencional	62
5.1.5	Quinto plantio	62
5.1.5.1	Sistema de cultivo natural	62
5.1.5.2	Sistema de cultivo convencional	63
5.2	SOLOS	68

5.2.1	Análises do solo	68
5.2.2	Tratos culturais dos solos	70
5.2.3	Repetição de cultura	71
5.3	GERMINAÇÃO	72
5.4	PRODUTIVIDADE	72
5.5	PROTEÍNAS TOTAIS	73
5.6	AMINOÁCIDOS LIVRES TOTAIS	75
5.7	TEORES DE NITRATO	76
5.8	COMPOSTOS FENÓLICOS	78
5.9	FOTOSSÍNTESE	81
5.9.1	Fase bioquímica da fotossíntese	81
5.9.1.1	Tamanho das plantas e densidade da folha	84
5.9.1.2	Eficiência do uso da água	86
5.9.1.3	Peso, volume, teores de água e matéria seca	88
5.9.2	Clorofila	91
5.10	MACRO E MICRO NUTRIENTES NO FRUTO	93
5.11	TEMPO DE PRATELEIRA E PERDA DE ÁGUA DOS FRUTOS	97
6	CONCLUSÃO	100
7	REFERÊNCIAS	102
	APÊNDICES	111
	ANEXOS	119

1 INTRODUÇÃO

Existe hoje nos países mais desenvolvidos, um grande interesse pelo consumo de alimentos “puros” e saudáveis. Crescem nessas nações cada vez mais os esclarecimentos sobre como obter mais saúde juntamente com a produção e o consumo de frutas, verduras e grãos totalmente livres da toxicidade adquirida pelas práticas da moderna agricultura, que se valem intensivamente de produtos químicos em todo o ciclo de cultivo e produção. O terceiro milênio está exigindo uma reforma no pensamento do homem e uma mudança radical nos seus hábitos para que ele possa superar as doenças e catástrofes naturais. Sabe-se que uma boa alimentação é capaz de curar ou até mesmo evitar uma série de doenças, inclusive as degenerativas. Percebe-se assim a missão contida na agricultura de dar, ou não, qualidade à saúde do ser humano, o que não invalida o fato de o agricultor trabalhar para obter lucros e ser bem-sucedido. Para quem busca resultados imediatos, o raciocínio e a conduta materialistas podem ser soluções que em longo prazo conduzem a uma encruzilhada, como: mudar ou morrer. Felizmente, grande parte da humanidade anseia por mudanças e não está motivada apenas por razões ideológicas, mas age pelo próprio instinto de sobrevivência (WATANABE, 2005).

Vários pesquisadores, contrários ao “quimismo” proposto por Liebig (MALAVOLTA, 1976) para nutrição das plantas cultivadas, intensificaram suas pesquisas para aprimorar o modelo organobiológico, desenvolvido pelos agricultores ao longo de milhares de anos. Entre 1920 e 1940 surgiram na Europa três propostas alternativas para produção de alimentos, sem o uso dos insumos industriais: a Agricultura Biodinâmica, a Agricultura Orgânica e a Agricultura Biológica. No Japão surgiu o método que prevê uma mínima intervenção humana nos agrossistemas: a Agricultura Natural. Esse método foi preconizado por Mokiti Okada, é fundamentada em conhecimentos ecológicos primordiais (STRINGHETA; MUNIZ, 2003). Segundo Okada (1986) na base da cadeia alimentar estão os vegetais, e para produzi-los são necessários elementos da Natureza: o Sol, a Água e o Solo presentes em tudo que existe.

A base do problema da agricultura contemporânea é a falta de conhecimento em relação à vida do solo, fazendo com que agricultores e técnicos acreditem serem os

fertilizantes artificiais os principais nutrientes das plantas. Em resposta aos sinais bioquímicos das plantas, os verdadeiros nutrientes dos vegetais são aqueles produzidos ou liberados em solos “macios” e “puros”. As plantas, quando apenas os absorvem, tornam-se livres de pragas e doenças (OKADA, 1986).

O mais importante na agricultura natural é não poluir o solo com adubos químicos, esterco e agrotóxicos e sim torná-lo mais saudável a cada cultivo com técnicas ecologicamente corretas e viáveis economicamente. As folhas e capins secos formam-se naturalmente, ao passo que os adubos químicos e mesmo o estrume de cavalo ou galinha, assim como os resíduos de peixe, carvão de madeira etc., não caem do céu nem brotam da terra: são transportados pelo homem, portanto, não é preciso dizer que são antinaturais. A repetição de cultura é adotada como prática fundamental na agricultura natural, é recomendada para manter a cada repetição a capacidade inerente do solo em se adaptar ao vegetal plantado, através das interações entre os exsudados radiculares e a micro e a mesofauna do solo (OKADA, 1986)

Por suas características conceituais e pragmáticas, a agricultura natural pode ser compreendida através de certos conceitos da agroecologia. Desde muito tempo os homens vêm buscando estabelecer estilos de agricultura menos agressivos ao meio ambiente e capazes de proteger os recursos naturais, conservar o meio ambiente, além de serem mais duráveis no tempo, tentando fugir do estilo convencional da agricultura que passou a ser hegemônico a partir dos novos descobrimentos da química agrícola, da biologia e da mecânica ocorridos já no início do século XX.

Em diversos países, surgiram agriculturas alternativas com diferentes denominações: biodinâmica, orgânica, biológica e natural, cada uma delas seguindo determinados princípios, tecnologias, normas, regras e filosofias, segundo as correntes a que estão aderidas. Não obstante, na maioria das vezes, tais alternativas não conseguiram dar as respostas para os problemas socioambientais que se foram acumulando como resultado do modelo convencional de desenvolvimento e de agricultura, que passam a predominar, particularmente, depois da II Grande Guerra. A partir dos princípios ensinados pela agroecologia passaria a ser estabelecido um novo caminho para a construção da agricultura de base ecológica, menos agressiva

ao meio ambiente e à saúde do homem que a conduz e que consome seus produtos (CAPORAL, COSTABEBER, 2004).

Em anos mais recentes, a referência constante à agroecologia tem sido bastante positiva, por causar menos danos ao meio ambiente e promover a inclusão social além de proporcionar melhores condições econômicas aos agricultores. Assim, o uso do termo agroecologia traz a idéia e a expectativa de uma nova agricultura capaz de fazer bem ao homem e ao meio ambiente, podendo ser definida como a ciência que estabelece as bases para a construção de estilos de agriculturas sustentáveis e de estratégias de desenvolvimento rural sustentável (CAPORAL; COSTABEBER, 2004).

Partindo, especialmente, dos escritos de Altieri (1989), observa-se que a agroecologia constitui um enfoque teórico e metodológico que, lançando mão de diversas disciplinas científicas, pretende estudar a atividade agrária sob uma perspectiva ecológica. A agroecologia, a partir de um enfoque sistêmico, proporciona as bases científicas para apoiar o processo de transição do atual modelo de agricultura convencional para estilos de agriculturas sustentáveis. Então, mais do que uma disciplina específica, a agroecologia se constitui num campo de conhecimento que reúne várias reflexões teóricas e avanços científicos, oriundos de distintas disciplinas que têm contribuído para conformar o seu atual corpo teórico e metodológico (CASADO; MOLINA; GUZMAN, 2000).

Na realidade, uma agricultura que trata apenas em substituir insumos químicos convencionais por insumos “alternativos”, “ecológicos” ou “orgânicos” não necessariamente será uma agricultura de base ecológica em sentido mais amplo. É preciso ter presente que a simples substituição de agroquímicos por adubos orgânicos mal manejados muitas vezes não seja a solução, podendo inclusive causar outro tipo de contaminação. É provável que uma simples substituição de nitrogênio, fósforo e potássio de um adubo inorgânico, por nitrogênio, fósforo e potássio de um adubo orgânico, tenha o mesmo efeito adverso sobre a qualidade das plantas, a susceptibilidade às pragas e a contaminação ambiental. O uso

inadequado dos materiais orgânicos, seja por excesso, por aplicação fora de época, ou por ambos os motivos, provocará um “curto-circuito” ou mesmo limitará o desenvolvimento e o funcionamento dos ciclos naturais (LAMPKIN, 1998).

Alguns estudos sobre agricultura ecológica põem em evidência que as colheitas extraem do solo mais elementos nutritivos que os aportados pelo composto orgânico, sem que aparentemente diminua a fertilidade natural desse solo. Assim pode-se supor que na produção agrícola nem tudo se reduz a um aporte humano de adubo e um processo vegetal de conversão bioquímica, segundo a visão reducionista inaugurada por Liebig (MALAVOLTA, 1976), mas que entre o cultivo feito pelo homem e o crescimento da planta se intercalam processos ativos que têm lugar no solo por causa de uma ação combinada de caráter químico e biológico (CAPORAL; COSTABEBER, 2004; RIECHMANN, 2000). Primavesi (1981) e Odum (1988) entre muitos outros autores, mostram que nem a planta é um conversor inerte nem o solo é um simples reservatório, mas ambos interagem e são capazes de reagir modificando seus comportamentos. Riechmann (2000) mostra também que a aplicação de doses convencionais de adubo nitrogenado inibe a função nitrificadora das bactérias do solo, assim como a disposição da água e nutrientes condiciona o desenvolvimento do sistema radicular das plantas. Torna-se imperativo estudar não apenas o balanço do que entra e do que sai nos sistemas agrários, mas também o que ocorre, ou poderia ocorrer, dentro e fora dos mesmos, ao se intervir na relação entre plantas cultivadas e solos desses ambientes.

A ecofisiologia é o estudo dos processos fisiológicos e das estratégias adaptativas das plantas em relação ao seu ambiente. A ecofisiologia vegetal é uma importante parte da biologia vegetal moderna que pode ser definida como uma ciência experimental que visa descrever, entender e interpretar os mecanismos fisiológicos que determinam o que se observa na interação das plantas com o meio ambiente em que se desenvolvem. O comportamento das plantas cultivadas, como o tomate, em resposta às pressões impostas pelas práticas agrícolas, e pelo meio ambiente, sempre será melhor avaliado quando forem estudadas nos diversos ambientes agrícolas criados pelo homem.

O tomate é a segunda hortaliça mais consumida atualmente no mundo, depois da batata, com uma produção mundial em 2004 de 120,38 milhões de toneladas produzidos em 4,4 milhões de hectares. No Brasil, em 2004 a produção de tomate foi de 3,42 milhões de toneladas em 59.315 hectares, sendo que o Estado do Espírito Santo produziu, nesse mesmo ano, 125.383 toneladas de tomate em 1.902 hectares que correspondeu a 7,37% da produção total da região sudeste (IBGE, 2004).

1.1 ORIGEM DO TOMATEIRO

O centro de origem do gênero *Lycopersicum* é a região andina da Colômbia, do Equador, do Peru, da Bolívia e do Chile, onde crescem espontaneamente diversas espécies do gênero. O antepassado mais provável do tomate cultivado é um pequeno tomate silvestre *L. esculentum* var. *cerasiforme* (Dun.) Gray que cresce facilmente nas regiões tropicais e subtropicais da América e da Europa. No período pré-colombiano, alguns espécimes foram introduzidos na América Central e no México durante os movimentos migratórios indígenas. A palavra tomate originou-se de tumatl ou tomatl – termo de um dialeto indígena mexicano que significa, genericamente, plantas de frutos globulares com muitas sementes e polpa aquosa. O México é considerado um centro de domesticação do tomateiro, onde a planta passou a ser cultivada e melhorada geneticamente. O tomate tornou-se parte integrante da dieta mexicana séculos antes da chegada dos conquistadores espanhóis. Quando a conquista se iniciou, o tomate já estava integrado às culturas asteca e de povos indígenas da América Central, que o cultivavam, comercializavam e consumiam. Os incas e outras tribos andinas utilizavam os frutos de formas silvestres apenas esporadicamente. Introduzido na Europa através da Espanha e a partir do México, entre 1523 e 1554, já havia alcançado um nível avançado de domesticação, apresentando tipos diversificados. Inicialmente foi introduzido como planta ornamental e medicinal, passando em fins do século XVIII a ser cultivado e consumido como hortaliça na Espanha de onde ocorreu a disseminação pelo globo (FILGUEIRA, 2003; NUEZ, 2001).

1.2 ASPECTOS BOTÂNICOS

É uma dicotiledônea pertencente à família das solanaceae, planta perene de porte arbustivo que se cultiva como anual. O tomateiro é uma planta herbácea, de caule flexível e incapaz de suportar, na posição vertical, o peso da parte vegetativa e dos frutos. O desenvolvimento inicial é relativamente lento quando comparado com desenvolvimento vegetativo acelerado da planta que ocorre simultaneamente com a floração e a frutificação. O ciclo cultural varia de 4 a 7 meses, da semeadura até a produção de novas sementes, incluído o período de colheita que pode variar de 1 a 3 meses . As flores se agrupam em cachos, são hermafroditas o que favorece a autopolinização, sendo o tomateiro uma planta autógama. Entretanto, a fecundação cruzada pode ocorrer através de insetos (zoocoria). Após a germinação, que ocorre entre 3 a 5 dias, a plântula exibe duas folhas cotiledonares típicas, alongadas e estreitas. Posteriormente, desenvolvem-se as folhas definitivas, que são grandes, pecioladas, compostas por número ímpar de folíolos desenvolvidos. No ponto de inserção das folhas com o caule surgem brotos laterais que podem desenvolver-se, ramificar-se e produzir frutos. Os frutos são bagas carnosas, suculentas, variando em aspecto, tamanho e peso – de 10 até 500 g, dependendo da cultivar. Também varia o formato, podendo ser globular, cilíndrico, piriforme ou oblongo. O número de lóculos é variável de 2 (biloculares) até 10 (pluriloculares). A maioria das cultivares produz frutos de coloração vermelha bem viva, resultante da combinação da coloração rosada da polpa com a película amarela. A coloração do fruto é determinada por dois pigmentos: licopeno de cor vermelha e o caroteno de coloração amarela que dependem das condições climáticas, sendo o primeiro favorecido por temperaturas amenas, e o segundo pelo calor (FILGUEIRA, 2003; NUEZ, 2001).

Nuez et al. (2001) agrupam cultivares com as mesmas características e origem em tipos: Moneymaker, Vemone, Beefsteak, Marmande e outros. A cultivar Salada Especial é do tipo Beefsteak cujos frutos se caracterizam por serem globulares e ligeiramente achatados, multiloculares e com o pericarpo espesso. A cultivar Gaúcho é do tipo Marmande cujos frutos são achatados, multiloculares, com gomos e com o pericarpo espesso.

A composição do fruto é uma característica de cada cultivar sob a influência das condições ecofisiológicas e agroecológicas. De acordo com Filgueira (2003) e EMBRAPA (2001) para os teores contidos em 100 g de tomates frescos tem-se: 1% de fibra, 95,20% de água, 60 µg de vitamina A (retinol), 80 µg de vitamina B₁ (tiamina), 113 µg de vitamina B₂ (riboflavina), 0,450 µg de vitamina B₃ (niacina), 15-34,3 mg de vitamina C (ácido ascórbico), 20 mg de cobre, 14 mg de enxofre, 13 mg de magnésio, 0,1 mg de manganês, 0,2 mg de zinco, 209,4 mg de potássio, 42,0 mg de sódio, 9 mg de cálcio, 1,67 mg de ferro e 43 mg de fósforo.

1.3 SOLOS

O padrão de ciclagem de nutrientes nos trópicos é diferente, de várias maneiras importantes, do padrão das zonas temperadas. Nas regiões frias, uma grande parcela da matéria orgânica e dos nutrientes disponíveis permanece o tempo todo no solo ou no sedimento; nos trópicos, uma percentagem muito maior está na biomassa, sendo reciclada dentro da estrutura orgânica do sistema, com o auxílio de várias adaptações biológicas que conservam nutrientes, inclusive simbioses mutualísticas entre microrganismos e plantas. Ao remover-se esta estrutura biótica evoluída e bem organizada, os nutrientes perdem-se rapidamente por lixiviação sob condições de altas temperaturas e chuvas intensas, principalmente em locais que em princípio são pobres em nutrientes. Por esta razão, as estratégias agrícolas da zona temperada são totalmente inapropriadas para as regiões tropicais. É urgente uma reavaliação ecológica da agricultura tropical em particular e do gerenciamento ambiental em geral, se quisermos corrigir os erros passados e evitar desastres ecológicos futuros (ODUM, 1988).

Os métodos da agricultura natural descritos por Mokiti Okada (1986) são os únicos capazes de proporcionar a prática de se repetir a mesma cultura no mesmo solo pelo tempo que for conveniente ao produtor, diferentemente de outros tipos de agricultura em que não se podem fazer plantios seguidos da mesma cultura no mesmo solo, principalmente de tomate.

O solo compõe-se de um substrato geológico ou mineral, e de um incremento orgânico, no qual, os organismos e os seus produtos estão misturados com este substrato finamente dividido e modificado. Espaços entre partículas enchem-se de gases e água. A textura e a porosidade do solo (bioestrutura) são características altamente importantes, determinando, em grande parte, a disponibilidade dos nutrientes para as plantas e animais (PRIMAVESI, 1981; ODUM,1988). Um solo compactado apresenta um recurso reduzido em oferta: o espaço. Onde não há espaço para a adequada expansão radicular, certamente não haverá disponibilidade de recursos alimentares nem espaço físico (habitat) para os microorganismos se estabelecerem (PRIMAVASI, 1981). Assim, em ecossistemas tropical e subtropical, os benefícios do reciclo da matéria orgânica ficam comprometidos em solos compactados por aração.

Em um campo agrícola cujas práticas compactam o solo, se fará necessário o abandono da terra por um tempo para que, em um processo de sucessão ecológica, o ecossistema restabeleça o reciclo da matéria orgânica e recupere a bioestrutura original dos solos dos ecossistemas tropicais. (ODUM, 1988, PRIMAVESI, 1981).

Nos solos dos Platôs Litorâneos do Espírito Santo (Tabuleiros Costeiros), o máximo de compactação ocorre na posição intermediária, entre 25 e 40 cm a baixo da superfície do solo, formando uma camada adensada que dificulta a penetração radicular e a infiltração de água. A mecanização excessiva e a exposição desses solos acentuam drasticamente uma tendência natural: a coesão (RESENDE et al., 1995).

Com o cultivo e as técnicas atuais da agricultura convencional, essa estrutura degrada-se invariavelmente, aumentando a densidade de uma camada pouco abaixo da superfície, onde a maioria das raízes deveria desenvolver-se (PRIMAVESI, 1981; ZANGRANDE; REZENDE; RESENDE, 1987). Portanto, qualquer barreira que impeça o livre desenvolvimento radicular representa um empecilho ao desenvolvimento vegetal (PRIMAVESI, 1981).

Segundo Taiz e Zeiger (2004) as raízes das plantas podem crescer continuamente ao longo do ano. A proliferação das mesmas, no entanto, depende da maciez dos

solos, disponibilidade de água e nutrientes no micro ambiente que circunda a raiz, a chamada rizosfera. Se a rizosfera é pobre em nutrientes ou muito seca, o crescimento radicular é lento. À medida que as condições na rizosfera melhoram, o crescimento radicular aumenta. Se a fertilização e a irrigação fornecem nutrientes e água em abundância, o crescimento radicular pode não acompanhar o da parte aérea. O crescimento das plantas nestas condições torna-se limitado pelo carbono, e um sistema radicular relativamente pequeno atende as necessidades nutricionais da planta inteira. Sasaki e Felipe (1998) demonstram que mudas de *Dalbergia miscolobium* Benth., uma espécie arbórea nativa do cerrado brasileiro, em resposta a diferentes concentrações da solução nutritiva de Hoagland & Arnon (TAIZ; ZEIGER, 2004), apresentam a maior relação raiz:parte aérea (25:10) no tratamento que recebeu água destilada enquanto naquele que recebeu a solução sem diluição obteve a menor relação (4:10). Junior et al. (2000) também mostram que em cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*) a adubação nitrogenada foi prejudicial ao crescimento radicular.

Estima-se que cerca de 60% do carbono fotoassimilado seja transportado para as raízes. Desse, 50% é liberado na forma de CO₂ pela respiração e os outros 50% são utilizados para o crescimento das raízes ou liberados para o solo, contribuindo para o aumento de matéria orgânica do solo e para a nutrição dos organismos. Devido a essas características as raízes têm efeitos significativos sobre o solo e contribuem para alterar as características físicas, químicas ou biológicas ao seu redor (MOREIRA; SIQUEIRA, 2002).

As plantas do cultivo natural são cultivadas em solos em que se introduzem grandes quantidades de matéria orgânica em seu perfil via sistema radicular, não são adubados e não são arados. Essas são as condições para se recuperar a estrutura do solo e deixa-lo capaz de ser amplamente explorado pelo sistema radicular das plantas cultivadas. As plantas desse cultivo não apresentam deficiência de nutrientes, supondo-se então que um vasto sistema radicular exerce a função de buscar nutrientes e água em longas distâncias e estabelece relações positivas com os microrganismos do solo, sobretudo as micorrizas.

O alongamento celular das raízes depende do acúmulo de nutrientes como K, Cl e NO_3^- para aumentar a pressão osmótica dentro das células, somente assim o ápice radicular e os pêlos radiculares crescem em solo inexplorado, onde os nutrientes ainda não foram esgotados. Devido ao fato das raízes esgotarem o suprimento mineral na rizosfera, sua eficácia em minerar minerais do solo é determinada não só pela taxa pela qual elas podem remover nutrientes da solução do solo, mas pelo crescimento continuado das mesmas. Sem crescimento, as raízes iriam rapidamente esgotar o solo adjacente à sua superfície. Portanto, uma aquisição ótima de nutrientes depende da capacidade de absorção dos mesmos e da habilidade das raízes de crescerem em direção a um solo inexplorado (TAIZ; ZEIGER, 2004). O crescimento das raízes ao encontrar um impedimento mecânico no solo sofre um estresse. Quanto maior a pressão causada pelo impedimento, maior será seu efeito em diminuir o alongamento das raízes. Essa pressão também pode causar modificações fisiológicas das raízes aumentando, por exemplo, a quantidade de aminoácidos e carboidratos exsudados (MOREIRA; SIQUEIRA, 2002).

Segundo Primavesi (1981), os solos nativos do ecossistema tropical são relativamente pobres em nutrientes, mas a profundidade do perfil compensa esta deficiência. Neste ecossistema, a planta é bem nutrida, pois, embora a solução do solo seja fraca, a planta compensa a menor quantidade de nutrientes por volume de solo, por um sistema radicular maior e mais volumoso que absorve esta solução com facilidade. Nesses solos, após a derrubada das matas para a implantação da agricultura, as práticas agrícolas empregadas, por não levarem em consideração as peculiaridades do ecossistema dos solos, provocam a decadência dos grupos estáveis à água, a formação de crostas superficiais e os adensamentos subsuperficiais. O solo nessas condições perde a capacidade de produzir.

O problema dos solos dos ecossistemas tropicais não é tanto a concentração dos nutrientes no solo, mas o espaço que pode ser explorado pela raiz. O manejo dos solos tropicais deve ser aquele que crie, proteja e mantenha a sua bioestrutura, proporcionando um grande volume de solo explorado pelo sistema radicular (PRIMAVESI, 1981).

A bioestrutura do solo consiste em sua forma grumosa, estável à água, na camada compreendida entre 0 a 30 cm. Os microorganismos do solo formam os grumos cuja estabilidade depende da presença constante de matéria orgânica. Os solos do ecossistema tropical para se manterem bem agregados e grumosos, portanto produtivos, dependem da geléia produzida por bactérias a partir da decomposição aeróbica da matéria orgânica sobre o solo, e ainda, de filamentos de algas e de hifas de fungos, os quais misturados às partículas minerais do solo formam os grumos (PRIMAVESI, 1981).

Os grumos são estruturas temporárias e dependentes da constante decomposição aeróbica de matéria orgânica (PRIMAVESI, 1981). Nos ecossistemas florestais tropicais o acúmulo de folheto ou serapilheira (folhas, ramos, caules, frutos e cascas) é, em geral, contínuo no decorrer do ano (LEITÃO FILHO et al., 1993), proporcionando, nesses ambientes naturais, solos bem agregados e grumosos, com densidade aparente baixa (0,9 a 1,2 g/cm³), facilitando a penetração da água e das raízes das plantas (PRIMAVESI, 1981).

A recuperação de solos fisicamente degradados é favorecida pelo plantio de leguminosas, em especial pelo feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis* DC) segundo Pereira et al. (2004). A presença de horizontes coesos na superfície do solo dificulta o desenvolvimento radicular das plantas cultivadas. O feijão-de-porco é uma leguminosa protetora e recuperadora de solos compactados por possuir uma raiz pivotante bastante desenvolvida, por produzir uma grande quantidade de folhas e ainda por apresentar uma grande massa de raízes por metro cúbico de solo. O feijão-de-porco é considerado um subsolador, pois 26% de suas raízes ultrapassou os 40 cm do horizonte coeso BA, dos solos dos tabuleiros costeiros brasileiros, o mais resistente à penetração radicular. Por apresentar grande habilidade em explorar solos compactados em profundidade, o feijão-de-porco é uma importante ferramenta biológica para recuperação de solos degradados pelo uso intensivo de aração (PEREIRA et al., 2004).

Na Agricultura Natural é fundamental a descompactação do solo para que a característica fisiológica de plantas, em ambientes naturais, de investir fortemente no

crescimento das raízes na fase vegetativa (SASSAKI; FELIPPE, 1998; PRESSMAN et al., 1997), possa ocorrer sempre em qualquer cultura.

A aração contribui ainda para a diminuição da qualidade do solo por modificar a estrutura de suas comunidades meso e microbiológicas, pelo aumento da mineralização da matéria orgânica e pelo aumento de nitrato lixiviado para o lençol freático (JACKSON et al., 2003). A nitrificação, um processo biológico de transformação da amônia em nitrato, é um processo de oxidação estritamente aeróbio e depende da presença de oxigênio, assim, qualquer procedimento capaz de aumentar a aeração de um solo acelera a nitrificação (MOREIRA; SIQUEIRA, 2002; MARSCHNER, 1995). A nitrificação tem grande importância ecológica e agrônômica porque fertilizantes amoniacais (N-NH_4^+) são velozmente convertidos em nítricos (N-NO_3^-). O nitrato pode ser lixiviado ou desnitrificado, facilitando a perda de N para o lençol freático ou atmosfera (MARENCO; LOPES, 2005; MARSCHNER, 1995). O nitrato foi mais lixiviado em sistemas de cultivos convencionais com aração quando comparado ao solo não arado na produção de milho. O nitrato gerado e acumulado no solo, após a aração, é mais susceptível à lixiviação (JACKSON et al., 2003; MALAVOLTA, 1976). De acordo com Sainju et al. (2001) o feijão-de-porco pode ser usado também para manter a produção de tomate e reduzir o potencial de lixiviação de nitrato.

1.4 REPETIÇÃO DE CULTURA

Nas agriculturas convencional e orgânica, uma medida prática e eficiente para o controle fitossanitário em geral é a rotação de cultura. A rotação do tomate com gramíneas, o mais prolongadamente possível, tem sido recomendado por Filgueira (2003) e Nuez (2001). A rotação por 3 a 5 anos pode reduzir a população de certos fungos, bactérias, insetos, ácaros fitófagos e também nematóides (FILGUEIRA, 2003), sendo essa prática considerada desnecessária pelos métodos da agricultura natural.

A interação entre sistemas genéticos e o ambiente determina o curso da seleção natural. O desenvolvimento do ecossistema, ou sucessão ecológica, envolve mudanças na estrutura de espécies e processos da comunidade com o passar do tempo. Quando não é interrompida por forças externas, como a aração e a rotação de cultura, a sucessão é bastante previsível. Ela resulta da modificação do ambiente físico pela comunidade, inicialmente por interações negativas - competição, coexistência, parasitismo e predação - que evoluem para interações mais positivas - comensalismo, procooperação e mutualismo - entre as populações de microorganismos de solo e as plantas em ambientes não perturbados. Sabe-se que essa sucessão é controlada pelas comunidades, muito embora o ambiente físico determine o padrão e a velocidade da mudança, muitas vezes limitando também a extensão do desenvolvimento. Associações recentes ou novas, que ocorrem em solos arados e em rotação de cultura, têm maior probabilidade de desenvolver interações extremamente negativas do que as associações mais antigas (ODUM, 1988; ALVEY et al., 2003). Segundo Alvey et al. (2003), o efeito da rotação de cultura entre cereais e leguminosas causam significativas mudanças na comunidade de microrganismos, sobretudo de bactérias, na rizosfera dessas culturas.

O cultivo do solo causa grande modificação na estrutura das comunidades de micorrizas, alterando a distribuição e dominância das espécies. Isso ocorre devido a alterações bióticas e abióticas do ambiente do solo como modificações nas raízes das plantas e nas propriedades químicas do solo, especialmente nos componentes da acidez e disponibilidade de nutrientes (MOREIRA; SIQUEIRA, 2002; SULLIVAN, 2004)

1.5 MICORRIZAS

Em um solo poroso e bem estruturado as necessidades ambientais de uma infinidade de organismos de solo são satisfeitas em infinitos nichos ecológicos (ODUM, 1988; PRIMAVESI, 1981; MOREIRA; SIQUEIRA, 2002; SULLIVAN, 2004).

A maioria da vegetação no mundo parece ter raízes associadas com fungos micorrízicos: 83% das magnoliopsidas (dicotiledôneas), 79% das liliopsidas

(monocotiledôneas) e todas as gimnospermas formam associações micorrízicas regularmente. A capacidade do sistema radicular de absorver nutrientes é melhorada pela presença de hifas fúngicas externas, muito mais finas do que as raízes da planta e que podem se estender além das áreas de solo, esgotado em nutrientes, próximas às raízes. Com freqüência, a quantidade de micélio fúngico é tão extensa que sua massa total é comparável àquela das próprias raízes (TAIZ; ZEIGER, 2004).

Estudos em raízes fossilizadas evidenciam que as micorrizas surgiram há cerca de 400 milhões de anos, período este que coincide com o aparecimento das plantas terrestres, compreendido entre 462 a 352 milhões de anos. Evidências indicam que os fungos saprófitos surgiram em período muito anterior a esse, há cerca de 1 bilhão de anos, e tiveram longo período para evoluir estratégias elaboradas para colonizar os tecidos vegetais e estabelecer relações mutualistas com as plantas (MOREIRA; SIQUEIRA, 2002). Não se conhece o processo evolucionário das micorrizas, mas juntamente com os líquens são a formas mais antigas de relação simbiótica envolvendo organismos heterotróficos e autotróficos, com formação de estrutura especializada (MOREIRA; SIQUEIRA, 2002).

As micorrizas vesicular-arbusculares (MVA) associam-se com as raízes da maioria das espécies de angiospermas incluindo o tomate. Uma raiz associada com fungos micorrízicos pode transportar fósforo em uma taxa quatro vezes maior do que aquela de uma raiz não associada com micorrizas (TAIZ; ZEIGER, 2004). Exsudatos de plantas deficientes em P contêm substância estimulante para o crescimento assimbiótico desses fungos que aumentam a disponibilidade desse nutriente no solo, aumentando, assim, sua absorção pela planta e sua concentração na parte aérea, onde atua nos processos fisiológicos e metabólicos (MOREIRA; SIQUEIRA, 2002).

Um fator-chave na determinação da extensão da associação micorrízica com a raiz da planta é o estado nutricional da hospedeira. A deficiência moderada de um nutriente como o P tende a promover a infecção, enquanto plantas com nutrientes abundantes tendem a suprimir a infecção micorrízica. Associações micorrízicas em solos bem fertilizados podem mudar de uma relação simbiótica para uma parasítica, na qual o fungo ainda obtém carboidratos da planta hospedeira, mas esta não mais

se beneficia com a melhor eficiência de absorção de nutrientes. Sob tais condições, a planta hospedeira pode tratar o fungo micorrízico da forma como trata os outros patógenos (MOREIRA; SIQUEIRA, 2002).

O melhoramento genético para produtividade, geralmente, realizado em condições de elevada fertilidade, o uso de fungicidas e cultivo intensivo do solo, que causa quebra da macroestrutura e rompimento do micélio, são as principais causas da redução da colonização micorrízica em culturas agrícolas e da infectividade dos solos sob manejo intensivo que contém tipicamente em média apenas cerca de um esporo por grama de solo (MOREIRA; SIQUEIRA, 2002).

A absorção de N-NO_3^- além de beneficiar a planta com uma melhor colonização das micorrizas em suas raízes também parece diminuir a infecção de alguns patógenos de solo causadores de grandes danos econômicos para a cultura do tomateiro (CARVALHO et al, 2005). O aumento de raízes laterais tem como responsável o aumento dos teores de N-NO_3^- na rizosfera, os quais não estão envolvidos com o papel de fornecer o nitrogênio à planta (ZHANG; FORBE, 2000). Carvalho et al. (2005) demonstraram que o N-NO_3^- , fornecido como fonte de nitrogênio às plantas de tomate, favoreceu o desenvolvimento radicular de mudas de tomateiro e reduziu a taxa de adesão de conídios e de colonização por *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* quando comparado às plantas nutridas com $\text{N-NH}_4\text{NO}_3$ e, principalmente, com N-NH_4^+ . Para Zambolim e Ventura (1996) o nitrogênio requerido pela planta quando aplicado na forma N-NO_3^- , de uma maneira geral, reduz a severidade do ataque de patógenos, enquanto a forma N-NH_4^+ , fornecida como fonte de N, aumenta esse ataque.

Para Kronzucker et al., (1999) a captação de N-NO_3^- pelas raízes de plantas é rapidamente inibida quando expostas ao N-NH_4^+ . Esse rápido efeito presumidamente resulta do efeito direto do N-NH_4^+ na membrana plasmática. O N-NH_4^+ é capaz de dissipar os gradientes transmembrana necessário ao transporte de elétrons na fotossíntese e na respiração (TAIZ; ZEIGER, 2004).

Nos solos agrícolas a redução na colonização de micorrizas pode ter conseqüências drásticas a médio e longo prazos para a produção e sustentabilidade. Para compensar o efeito dessa interferência na queda de produtividade das culturas geralmente maiores quantidades de fertilizantes e agrotóxicos são recomendadas. Isso reduzirá ainda mais a colonização das raízes e conseqüentemente a esporulação do fungo, reduzindo cada vez mais a capacidade deste formar micorrizas espontaneamente. Como generalização admite-se que a ocorrência de micorrizas tende a ser alta em sistemas de baixo insumo e muito baixa naqueles de alto insumo, onde a simbiose geralmente tem contribuição reduzida no crescimento das plantas, pois estas estão bem supridas em nutrientes (MOREIRA; SIQUEIRA, 2002).

1.6 O NITRATO NO SOLO

Em solos florestais, não adubados, à medida que a matéria orgânica é decomposta pelos microrganismos de solo, o nitrato é absorvido pelas raízes dos vegetais e é assimilado na forma de compostos orgânicos (ODUM, 1988; PRIMAVESI, 1981; MALAVOLTA, 1976). Em excesso, o nitrato absorvido, e não assimilado em compostos orgânicos, armazena-se nos vacúolos das células dos talos e folhas das plantas. A quantidade excessiva de nitrato na dieta, com sua posterior conversão a nitrito, pode causar danos ao organismo, entre outros a alteração metabólica conhecida como metahemoglobinemia que leva a deficiência na absorção e transporte de oxigênio no sangue (TAIZ; ZEIGER, 2004).

O cultivo convencional tem sido mostrado como grande produtor de colheitas com altas produtividades, apesar disso, a fertilidade sustentável dos solos e a qualidade do meio ambiente nesse cultivo é questionável. Os sistemas de cultivo convencional são frequentemente associados com problemas contínuos como a lixiviação do nitrato e a poluição dos lençóis freáticos, degradação da estrutura do solo e diminuição da superfície de infiltração de água, contaminação por agrotóxicos, decréscimo dos níveis de nitrogênio e carbono total do solo (PRIMAVESI, 1981; POUDEL, 2001). As respostas aos problemas associados aos cultivos convencionais são os sistemas alternativos de cultivo que aumentem o carbono no solo e que

diminuem as perdas de nitrogênio do solo para a atmosfera ou, principalmente, para o lençol freático. Os sistemas alternativos de agricultura têm sido explorados como forma de melhorar a saúde do solo, a sustentabilidade da agricultura e a qualidade do meio ambiente.

Entre as técnicas utilizadas na agricultura natural está o não revolvimento do solo por implementos agrícolas como arados, grades ou enxadas entre a instalação de um cultivo e outro. Os canteiros na agricultura natural são tratados como obra de engenharia: são construídos para não serem destruídos. Toda a matéria orgânica produzida no cultivo anterior, com exceção da parte comercializada, é reaproveitada no plantio seguinte.

Poudel (2001) mostrou que a mineralização do nitrogênio no cultivo convencional foi o dobro das obtidas na agricultura orgânica, e que o risco potencial do nitrato ser lixiviado, para o lençol freático, é muito grande. Assim, o baixo risco de lixiviação do nitrato, proveniente da lenta mineralização do nitrogênio nos sistemas alternativos, apresentou-se como um grande benefício à sustentabilidade agrícola e à qualidade do meio ambiente. A produção de tomate na agricultura orgânica recebeu 308 kg N/ha sendo 190 kg N/ha na forma de compostos orgânicos e 118 kg N/ha proveniente da adubação verde. A produção dessa solanácea na agricultura convencional recebeu 165,3 kg N/ha de adubos químicos sintéticos. Os níveis de mineralização da agricultura convencional foi 100% maior que os obtidos na agricultura orgânica. A fonte de nitrogênio foi fator decisivo na velocidade de mineralização do nitrogênio. A agricultura orgânica teve 86% mais aporte de nitrogênio, sendo que esse mineral se encontrava no composto orgânico e para ficar disponível para a planta necessita que a matéria orgânica seja decomposta e mineralizada por microrganismos de solo. O nitrogênio mineralizado proveniente da matéria orgânica foi produzido lenta e continuamente, enquanto o nitrogênio da adubação química foi rapidamente mineralizado.

1.7 DEFESA DE PLANTAS

De acordo com Taiz e Zeiger (2004) as plantas produzem uma enorme variedade de produtos secundários com um grupo fenol, ou seja, um grupo hidroxila funcional e um anel aromático. Essas substâncias são classificadas como compostos fenólicos. Os fenóis dos vegetais formam um grupo heterogêneo, com cerca de 10 mil compostos, sendo que alguns são solúveis apenas em solventes orgânicos, outros são ácidos carboxílicos e glicosídeos solúveis em água e ainda há aqueles que são grandes polímeros insolúveis. Em função da grande diversidade química, os compostos fenólicos têm diversas funções, sendo uma das principais a defesa de plantas contra herbívoros e patógenos. A maioria dos compostos fenólicos vegetais é biossintetizada por meio da rota metabólica do ácido chiquímico. A rota do ácido chiquímico converte precursores de carboidratos derivados da glicólise e da rota da pentose fosfato em aminoácidos aromáticos. Um dos intermediários dessa rota é o ácido chiquímico o qual dá nome a essa seqüência de reações químicas. A rota do ácido chiquímico está presente em plantas, fungos e bactérias, mas não é encontrada em animais que por isso não podem sintetizar os três aminoácidos aromáticos: fenilalanina, tirosina e triptofano, os quais são, portanto, compostos essenciais na dieta daqueles que não os sintetizam.

O aumento da síntese de várias substâncias fenólicas com atividade antimicrobiana é detectado em plantas, em resposta à presença de patógenos potenciais, sendo que o rápido acúmulo desses compostos pode resultar em um confinamento efetivo do patógeno no sítio de infecção (GUZZO et al. 1999). Investigações sobre a natureza das plantas hospedeiras (*Pinus sylvestris* L.) e sua qualidade para os afídeos (*Cinara pinea* Mordvilko) revelaram que os índices de crescimento de ninfas foram positivamente influenciados pela variação no total de compostos fenólicos e certos aminoácidos no floema de pinheiros (KIDD, 1990)

A classe mais abundante de compostos fenólicos secundários em vegetais - lignina e taninos hidrossolúveis e condensados - é proveniente da fenilalanina que ao perder uma molécula de amônia forma o ácido cinâmico. Essa reação é catalisada pela fenilalanina amonialiase (FAL) cuja sigla em inglês é PAL. A atividade da FAL é aumentada por fatores ambientais, tais como luz, baixos níveis de nutrientes (TAIZ;

ZEINER, 2004; HATTORI; NISHIYAMA; SHIMADA 1999; TAN 1980) e infecção por fungos (CAMPOS et. al, 2003; TAIZ; ZEINER 2004; BROETTO; CROCOMO, 1995; MODAFAR et al., 2001; BOLWELL et al., 1985).

O Ácido clorogênico tem demonstrado propriedades antifúngicas quando testado *in vitro* contra fungos patogênicos. Folhas de macieira resistentes ao fungo *Venturia inaequalis* têm concentrações maiores de ácido clorogênico que folhas de macieiras suscetíveis. (PETKOVŠEK; USENIK; ŠTAMPAR, 2003). Tan (1980) mostra que macieiras ao serem expostas às temperaturas de 6°C, alternada com 25°C, acumularam mais FAL que macieiras expostas à temperatura constante de 25°C. Esse autor também mostra que baixos teores de N e K na adubação aumentaram a produção de FAL nas folhas de macieiras. O aumento da atividade da FAL produzida pelo fungo *Phanerochaete chrysosporium* foi detectada em meio de cultura com baixos teores de N, mas não em meio de cultura com altos teores de N (HATTORI; NISHIYAMA; SHIMADA, 1999).

Os insetos podem detectar as ondas de luz existentes na faixa extrema do ultravioleta (menor que 400 nm), invisíveis ao olho humano, com o objetivo de se alimentar (TAIZ; ZEIGER, 2004; KEVAN et al., 2001). A fenilalanina tem um anel de benzeno que emite e absorve na faixa dos raios ultravioletas. A fenilalanina em excesso, por não ter sido transformada em compostos fenólicos devido à diminuição de PAL em solos adubados, emitiria e/ou absorveria UV e assim o inseto perceberia que nesse órgão vegetal há recurso alimentar para o seu crescimento e desenvolvimento. Essas plantas com mais aminoácidos não transformados em proteínas, ou compostos fenólicos, são fontes de recurso alimentar para o desenvolvimento de uma grande população de insetos.

Sabe-se há mais de 60 anos que as plantas contêm peptídeos que atuam como inibidores de proteinases (IP's). Este grupo de proteínas está amplamente distribuído no reino vegetal e faz parte de um mecanismo de defesa das plantas contra o ataque de pragas e patógenos. As proteínas de defesa podem ser produzidas constitutivamente em tecidos que são particularmente vulneráveis ao ataque de insetos, como as sementes, ou podem ser induzidas por danos mecânicos, como ocorre quando um inseto se alimenta de uma folha. Certos inibidores de proteinases

são amplamente distribuídos em sementes e tecidos de reserva de plantas. Portanto, além de protegerem as plantas contra o ataque de insetos, os IP's são utilizados como proteínas de reserva em algumas sementes. O mecanismo de ação de um IP baseia-se na inibição competitiva de uma proteinase, via bloqueio de sua atividade proteolítica. A ingestão de IP's pelos insetos herbívoros interfere no processo de degradação de proteínas no intestino médio. Assim sendo, os inibidores são considerados agentes antimetabólicos, pois levam a uma deficiência protéica dos insetos. A atividade antibiótica dos IP's é atribuída à sua interferência na digestão protéica que diminui a disponibilidade de aminoácidos, prejudicando a síntese de proteínas necessárias ao crescimento, desenvolvimento e reprodução (HOWE; RYAN, 1999; LEON; ROJO; SANCHEZ-SERRANO, 2001; SILVA F^e.; FALCO, 2000).

As plantas sempre produzem inibidores de proteinases (IP). Mesmo as plantas adubadas produzem IP, porém essas também têm mais aminoácidos livres em suas folhas e frutos. O inseto ao ingerir essa planta terá suas proteinases inibidas pelas IP's que não mais atuariam para quebrar a proteína vegetal em aminoácidos, os quais seriam utilizados na construção de novas proteínas necessárias ao seu desenvolvimento. Mas em plantas adubadas há excesso de aminoácidos livres, em seus tecidos e seivas, os quais serão fontes de recurso alimentar para o desenvolvimento do inseto e para o aumento de sua população. Os IP's e a menor quantidade de compostos fenólicos ingeridos pelo inseto conseguiriam impedir a digestão do tecido vegetal consumido, mas mesmo assim o inseto seria nutrido pelos aminoácidos livres absorvidos do mesmo tecido vegetal da planta cultivada com adubos químicos ou orgânicos.

1.8 TEMPO DE PRATELEIRA

O etileno tem um importante papel na regulação da expressão da enzima poligalacturonase (PG) que amolece os frutos maduros (TAIZ; ZEIGER, 2004). Para Chaves et al. (1999), a menor produção de etileno por frutos mutantes pode influenciar a expressão da enzima PG que, conseqüentemente, estaria afetando a

firmeza desses frutos. A menor produção de etileno, verificada nos frutos de tomate transformados geneticamente, aumentou a vida útil desses frutos.

A maior firmeza dos frutos pode estar relacionada com o atraso no aumento da atividade da poligalacturonase observado nos frutos do mutante “Firme”, em todos os estádios de maturação, quando comparado com o fruto não mutante. A atividade da PG é dependente da condição ambiente do apoplasto do pericarpo dos frutos (MOURA et al., 2005). O apoplasto é o sistema contínuo de paredes celulares e espaços intercelulares nos tecidos vegetais em que a água move-se exclusivamente pela parede celular sem atravessar qualquer membrana (TAIZ; ZEIGER, 2004). Durante o amadurecimento do tomate, o pH diminui e os níveis de alguns íons aumentam, principalmente, o potássio no apoplasto que pode influenciar diretamente na atividade das enzimas responsáveis pela degradação da parede celular (ALMEIDA; HUBER, 1999). Segundo Moura et al. (2002, apud MOURA et al., 2005) os frutos mutantes ‘Firme’ apresentaram menor liberação de íons, do citoplasma para o apoplasto, durante o amadurecimento quando comparados com frutos normais. Assim para Moura et al. (2002) mesmo que as condições de pH sejam boas para atividade da PG, as condições iônicas no apoplasto, ou o nível de potássio, podem atuar como o fator limitante que provoca atraso na elevação da atividade da PG no pericarpo dos frutos mutantes, retardando, assim, o amadurecimento dos frutos de tomate.

2 OBJETIVO GERAL

Avaliar as características bioquímicas e físicas, como resposta à adaptação das plantas de tomate às limitações edáficas e climáticas, em sistemas de produção natural e convencional.

Avaliar as respostas ecofisiológicas do tomate produzido em sistemas de cultivo natural e convencional.

3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

3.1 Avaliar a produtividade e longevidade dos frutos depois de colhidos.

3.2 Avaliar a eficiência da fotossíntese na fase bioquímica, o desenvolvimento das plantas (altura e dimensão foliar) cultivadas em sistemas de cultivo natural e convencional e sua produtividade.

3.3 Avaliar características bioquímicas, nas folhas e polpa dos frutos, relacionadas ao teor de água, matéria seca, proteína total, aminoácidos livres totais, nitrato e compostos fenólicos.

3.4 Avaliar características físico-químicas nos frutos: o peso; o volume; a densidade; as cinzas; os macro e micronutrientes; a matéria seca livre de cinzas; os sólidos solúveis totais; a acidez titulável; o pH e a vitamina C.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 LOCAL DO PLANTIO

O experimento foi instalado na Granja Sobreiro, cujas coordenadas geográficas são N 773 7706; E 356 709, situada no local denominado Churi, no município de Vila Velha – ES, que pertence à região metropolitana da Grande Vitória (Anexo). A área onde foi instalado o experimento de cultivo natural estava em pousio havia quatro meses e anteriormente ao pousio foi ocupada por cultivo convencional de alface, couve, salsa e cebolinha. A área de plantio de tomate convencional foi intensivamente cultivada por seis anos consecutivos com couve, salsa, cebolinha e alface com adubos químicos e agrotóxicos. O experimento foi conduzido em delineamento de blocos casualizados (DBC) com cinco repetições em um esquema fatorial 2 x 2 onde os tratamentos foram a combinação dos sistemas de cultivo, natural e convencional, e duas cultivares de tomates das cultivares Gaúcho e Especial Salada.

4.2 SELEÇÃO DAS CULTIVARES

Foram plantados sete cultivares de tomate - ‘Santa Cruz Kada’ (A); ‘Super Marmande’ (B); ‘Santa Cruz Kada Gigante’ (C); ‘Especial salada’ (D); ‘Gaúcho 1’ (E); ‘Gaúcho’ (F); ‘Santa Cruz Kada Gigante’ (G) - nos dois primeiros plantios realizados em 6 de Maio e 15 de Agosto de 2004.

No terceiro plantio foram plantadas as cultivares B, D, E e F, que se mostraram nos dois primeiros plantios as mais produtivas, sendo as preferidas do mercado consumidor da Grande Vitória por serem pluriloculadas. No quarto e quinto plantios plantaram-se as cultivares Gaúcho e Salada Especial que foram as mais vigorosas e mais produtivas no terceiro plantio do cultivo natural. As sementes de ambas as cultivares selecionadas foram produzidas inicialmente pela empresa produtora de sementes Topseed®.

Juntamente com o 4° e 5° plantios natural, foi feito o plantio convencional conduzido de acordo com o descrito por Filgueira (2003) e com o uso de sementes comerciais das duas cultivares selecionadas.

4.3 TRATOS CULTURAIS

4.3.1 Sistema de cultivo natural

Nove canteiros foram construídos no final do mês de Abril de 2004, com 1 metro de largura e 23 metros de comprimento, sendo cada canteiro dividido em sete parcelas para comportar cada uma das cultivares. No quarto e quinto plantios foram utilizados apenas 16 metros dos cinco canteiros centrais, sendo 8 metros ocupados pela cv. Gaúcho e os outros 8 metros pela cv. Salada Especial. O espaçamento adotado do primeiro ao quarto plantio foi de 0,50 x 0,50 m. O experimento contou com 2 a 3 plantas por cova nos três primeiros plantios. No quarto e quinto plantios, apenas uma planta por cova foi deixada, sendo o espaçamento no quinto plantio de 0,50 x 0,25 m. No primeiro e no segundo plantios a semeadura foi direta nos canteiros, onde foram feitas três irrigações por dia até a germinação. No terceiro, quarto e quinto plantios foram feitas mudas em bandeja de polietileno expandido com 120 células, sendo que o substrato adotado foi o próprio solo dos canteiros. As sementes do primeiro plantio foram as convencionais. A partir do segundo plantio as sementes usadas eram as produzidas no plantio anterior. Ao serem levadas para o campo eram irrigadas, por aspersão, duas vezes ao dia durante a primeira semana. Após esse período as irrigações, por aspersão, foram feitas três vezes por semana ou quando necessário.

As plantas pioneiras (mato), no primeiro plantio, foram cortadas na altura do colo e mantidas sob o solo. As plantas pioneiras nos outros plantios foram roçadas e deixadas sobre o solo. Ao final de cada plantio as plantas de tomates eram cortadas na altura do colo e deixadas sobre o solo. Os canteiros não eram revolvidos para a instalação do plantio seguinte.

Em 9 de Dezembro de 2004, época considerada desaconselhável por Filgueira (2003) para o plantio de tomates na região onde o experimento foi conduzido, semeou-se o feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis* DC) nos canteiros do experimento para descompactar o solo. Aos 101 dias após o plantio foram cortadas todas as plantas dessa leguminosa e retirados os restos vegetais dos canteiros para evitar o ataque de lesmas (*Vaginula langsdorfii* Fer.). Somente no primeiro e no quinto plantios estaquearam-se as plantas de tomate, os demais plantios foram conduzidos de forma rasteira. Em nenhum dos plantios as plantas de tomate passaram por desbrota, prática cultural comum nos cultivos dessa solanácea e que consiste na retirada dos brotos que se desenvolvem nas axilas foliares.

Os canteiros construídos em Abril de 2004 mantiveram-se intactos até o último cultivo e assim se manterão por tempo indeterminado.

4.3.2 Sistema de cultivo convencional

O plantio foi feito sem o levantamento de canteiros. As covas foram dispostas em duas fileiras com espaçamento de 1,00 x 0,50 m, com a condução de uma planta, com duas astes, por cova. A adubação foi feita nas covas com a formulação de NPK 4-16-8 desde a semeadura das plantas nas bandejas. As plantas foram sistematicamente pulverizadas por agrotóxicos de acordo com as recomendações de Filgueira (2003). Nas bandejas usou-se o substrato Plantmax Hortaliças[®] que, segundo as informações contidas na embalagem, é um produto compostado e estabilizado com cascas processadas e enriquecidas, vermiculita expandida e turfa processada e enriquecida, comercializados em sacos de polietileno de 25 kg, produzido pela Eucatex Agro. As sementes usadas foram as convencionais. O mato foi capinado e retirado da área de plantio. As irrigações eram diárias e feitas no colo das plantas. O segundo plantio foi feito em uma área contígua à área onde foi conduzido o primeiro plantio convencional.

4.4 ANÁLISE DO SOLO

Foram feitas análises de solo a cada novo plantio do cultivo natural. A coleta de solo foi feita no mesmo dia da semeadura. Uma análise de solo foi feita no cultivo convencional. Porções de solos foram retirados de vários pontos dos canteiros onde estava instalado o cultivo natural, ou convencional, até a profundidade de 25 cm, misturados em balde plástico e dali retiradas amostras com cerca de 2 dm³ que foram encaminhadas ao Laboratório de Solos do INCAPER no Centro Regional de Desenvolvimento Rural – Centro Serrano.

As amostras foram secas em estufa com circulação forçada de ar a 40°C e analisados quimicamente para P, K, Na, Ca, Mg, Al, H + Al, Zn, Fe, Mn, Cu, e matéria orgânica (MO) de acordo com os métodos descritos por Silva (1999). O P, K, Na, Fe, Zn, Mn e Cu foram extraídos com a solução extratora Mehlich 1 (HCl 0,05 M + H₂SO₄ 0,0125 M). O P foi determinado por colorimetria, o K e o Na foram determinados por espectrofotometria de chama, o Mn, o Fe, o Cu e Zn forma determinados por espectrofotometria de absorção atômica, o Ca, o Mg e o Al foram extraídos com KCl 1 M, sendo os dois primeiros determinados por espectrofotometria de absorção atômica; e o Al determinado pelo método volumétrico por titulação com hidróxido de sódio. Para extração de H + Al foi usado o extrator acetato de cálcio 0,5 mol/L em pH 7,0 e medido por potenciômetro com eletrodo combinado. A porcentagem de matéria orgânica foi determinada após extração do carbono orgânico, por método volumétrico, com bicromato de potássio e titulação com sulfato ferroso amoniacal, multiplicando-se o resultado por 1,724 por se admitir que, na composição média da matéria orgânica do solo, o carbono participa com 58% (SILVA, 1999).

4.5 ANÁLISES DE GERMINAÇÃO

Os testes de germinação foram feitos com sementes produzidas nos segundo, terceiro e quarto plantios as quais foram usadas na semeadura dos plantios subseqüentes. No terceiro plantio foram separadas 100 sementes de cada cultivar e semeadas em terra dos canteiros do experimento acondicionada em potes plásticos.

Nos quarto e quinto plantios as sementeiras foram feitas em bandejas. Após 15 dias contou-se o número de mudas e se determinou a porcentagem de germinação de cada cultivar.

4.6 AVALIAÇÃO DA PRODUTIVIDADE

Os frutos sadios nos estádios de maturação verde maduro ou pintado do quarto plantio do cultivo natural e do primeiro plantio do cultivo convencional foram colhidos e pesados para estimar a produtividade em toneladas de frutos por hectare.

4.7 ANÁLISES FÍSICAS DAS FOLHAS E PLANTAS

As amostras de folhas das cultivares Gaúcho e Especial Salada provenientes dos sistemas de cultivo natural e convencional tiveram as dimensões das plantas e folhas medidas no campo, sem serem danificadas.

4.7.1 **Peso**

Cada uma das amostras para determinar peso e matéria seca foi composta por folhas retiradas, de um mesmo bloco, logo abaixo do primeiro cacho. O peso de 20 folhas foi determinado, um a um, por balança eletrônica da marca Balmak[®], Classe III.

4.7.2 **Dimensão foliar**

O comprimento e largura das folhas foram mensurados com fita métrica, 85 dias após a sementeira quando as plantas estavam no início da frutificação.

4.7.3 **Altura da planta**

A altura das plantas foi medida com fita métrica, da base do caule até a gema apical, 85 dias após a semeadura quando as plantas estavam no início da frutificação.

4.8 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DAS FOLHAS

As amostras de folhas das cultivares Gaúcho e Especial Salada provenientes dos cultivos natural e convencional tiveram o teor de água e a matéria seca avaliados no Laboratório de Fisiologia Vegetal da UFES. O nitrato, os compostos fenólicos, a proteína total e os aminoácidos livres totais foram mensurados no laboratório de Bioquímica e Biologia Molecular da UFES.

Cada uma das amostras foi composta por duas folhas de mesma idade e localizada na mesma altura na planta, retiradas de um mesmo bloco experimental. Para determinação do teor de água, da matéria seca e nitrato as folhas foram secas em estufa de ar forçado a 60°C. Para análise dos compostos fenólicos, da proteína total e dos aminoácidos livres totais foram usadas folhas frescas.

4.8.1 **Matéria seca e do teor de água**

Para a determinação da matéria seca e do teor de água foi estabelecido o procedimento de acordo com IAL (1985). As folhas foram colocadas inteiras em estufa a 105°C com circulação forçada de ar, até obter a estabilidade do peso, sendo os valores expressos em porcentagem (%).

4.8.2 **Proteína total**

O conteúdo de proteína total foi determinado usando o método biureto descrito por Passos (1996). Nesse método há formação de complexos corados na presença de

CuSO₄, onde a intensidade da cor é diretamente proporcional à concentração de proteínas.

Foram usados 0,3 g de folha fresca de cada amostra, sendo a curva padrão de proteínas determinada com o uso de padrões de albumina bovina nas concentrações: 0,5, 1, 5 e 10 mg/mL. A leitura foi feita em espectrofotômetro Biomate 3 marca Thermo[®], no comprimento de onda de 545nm.

4.8.3 Aminoácidos livres totais

Utilizou-se o método proposto por Viégas et al. (2004), em que amostras de 100 mg de folhas frescas foram acondicionados em tubos de ensaio com 5,0 mL de água destilada, colocados em banho-maria a 100 °C, por 30 min e centrifugados a 6.000g por 10 min. O sobrenadante foi coletado e o precipitado ressuspendido em 5,0 mL de água destilada e reextraído, como acima descrito. O volume final dos extratos provenientes das duas etapas de extração foi elevado para 10 mL, com água destilada. A dosagem dos aminoácidos livres totais ocorreu em tubos de ensaio contendo 0,1 mL de extrato, 1,0 mL de uma solução tamponada a pH 5,0 contendo 0,2 mol.L⁻¹ de citrato, 1,0 mL do reagente de ninhidrina (KCN 0,1 mmol.L⁻¹ e ninhidrina 5% em methoxy etanol) e 4,0 mL de água destilada. Os tubos, hermeticamente fechados, foram acondicionados em banho-maria, a 90°C, por 15 minutos. A reação foi interrompida mediante contato dos tubos de ensaio com gelo. Como padrão foi usada glicina a 0,1%. As leituras foram feitas em espectrofotômetro Spectronic 20, marca Bausch & Lomb[®], Alemanha, a 570 nm.

4.8.4 Nitrato

Para extração de nitrato utilizou-se o procedimento com uso de ácido salicílico descrito por Mantovani et al. (2005), sendo adicionadas 3 gotas de álcool etílico à 0,1 g de matéria seca de folha e em seguida 10 mL de água destilada em tubos que foram levados ao banho-maria por uma hora à temperatura de 45°. Após a extração, foi adicionado 0,5 g de carvão ativado por amostra para a obtenção de extratos

incolores. Após agitação e repouso de 10 min, o material foi filtrado em papel-filtro quantitativo de filtragem lenta. Alíquotas de 0,2 mL de extrato receberam 0,8 mL de solução de ácido salicílico ($\text{HC}_7\text{H}_5\text{O}_3$) 5% em H_2SO_4 e 19 mL de NaOH 2N. Essa solução foi agitada e deixada em repouso por 30 minutos. Após o repouso foi feita leitura da absorbância a 410 nm no espectrofotômetro Spectronic 20, marca Bausch & Lomb[®], Alemanha. Os resultados foram convertidos em teores de N-NO_3^- na matéria seca, com o auxílio de uma curva de calibração (Apêndice B) preparada a partir de soluções diluídas de KNO_3^- que receberam o mesmo tratamento dado às amostras. Os resultados estão apresentados em miligrama de nitrato por 100 gramas de matéria fresca (mg/100g MF).

4.8.5 Compostos fenólicos

A análise da concentração de fenóis totais foi feita conforme o descrito por Guzzo et al. (1999). Para extração dos compostos fenólicos, 0,3 g de folha fresca foram triturados em nitrogênio líquido, sendo o pó resultante ressuspensão em 4 mL de metanol a 50% e deixado em banho-maria por 90 minutos a 80 °C. O extrato foi resfriado e centrifugado a 12.000 rpm por 15 minutos. O sobrenadante foi coletado para dosagem dos fenóis livres. Ao material precipitado foram adicionados 2 mL de NaOH (hidróxido de sódio) 0,5 N e deixado em repouso por 24 h para saponificação de fenóis ligados à parede celular. A reação foi neutralizada com 0,5 mL de HCl (ácido clorídrico) 2 N. O extrato foi centrifugado a 20.000 g por 15 minutos. Aos 150 μL do sobrenadante foram adicionados 3 mL de Na_2CO_3 (carbonato de sódio) a 2% m/v e 150 μL do reagente de Folin-Ciocateu diluído em água na proporção 1:1 v/v. A leitura foi feita em espectrofotômetro Spectronic 20, marca Bausch & Lomb[®], Alemanha, no comprimento de onda de 750nm. A concentração de fenóis foi expressa em miligramas de ácido clorogênico por grama de tecido vegetal fresco. A curva padrão (Apêndice B) foi feita usando-se soluções de ácido clorogênico nas concentrações de 0, 20, 40, 50, 100, e 150 $\mu\text{L}/\text{mL}$.

4.9 ANÁLISES DA FOTOSSÍNTESE

4.9.1 Eficiência da fotossíntese na fase bioquímica

A assimilação líquida de CO₂ (A), transpiração (E), condutância estomática (g_s) e eficiência no uso de água (EUA), obtida pela relação (A/E), foram determinadas no dia 16 de Novembro de 2005, das 7 às 10 horas, um dia com pouca nebulosidade em folhas expandidas, da fase reprodutiva, que se encontravam imediatamente abaixo do primeiro cacho de frutos do tomateiro. Usou-se um sistema fechado portátil para leitura de fotossíntese, IRGA (*Infra-Red Gas Analyzer*), modelo LI-6400, marca LI-COR[®], Estados Unidos da América. O fluxo de fótons fotossinteticamente ativo (FFFA) de 500 μmol m⁻² s⁻¹ usado para medir as variáveis fotossintéticas foi baseado nos resultados obtidos por Le et al., (2001) e determinado através de curva de saturação feita em campo.

4.9.2 Medição de clorofila

As leituras obtidas com o medidor portátil de clorofila - Minolta SPAD 502 DL Chlorophyll Meter[®], Japão - foram feitas na fase vegetativa, em 24 de Junho de 2005. Na fase reprodutiva, em 16 de Novembro de 2005, as leituras foram feitas nas mesmas folhas utilizadas para as medições com o IRGA. Na fase vegetativa foram feitas duas leituras em cada folha e na fase reprodutiva foram feitas seis leituras por folha.

4.10 ANÁLISES FÍSICAS DOS FRUTOS

4.10.1 Peso

Para determinação do peso dos quatro tratamentos foram pesados 120 frutos em balança eletrônica da marca Balmak[®], Classe III.

4.10.2 Volume

O método para se aferir o volume foi o descrito por Ferreira (2004). Os 1000 mL de sementes de painço (*Panicum miliaceum* L.) contidos em becker foram transferidos para outro onde se encontrava o fruto a ter o volume aferido. Adicionou-se o painço até a marca de 1000 mL do segundo becker onde se encontrava o fruto. O painço que restava no primeiro becker foi medido em proveta de 500 mL.

4.10.3 Densidade

A densidade (g/cm³) foi determinada pela divisão do peso (g) dos frutos pelo seu volume (cm³).

4.11 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DOS FRUTOS

As amostras de tomates das cultivares Gaúcho e Especial Salada provenientes dos cultivos natural e convencional tiveram o teor de água e a matéria seca medidos nos Laboratório de Fisiologia Vegetal da UFES. Os sólidos solúveis totais, a acidez titulável, o ácido cítrico, o pH, a vitamina C, o nitrato, os compostos fenólicos, a proteína total, os aminoácidos livres totais foram mensurados no Laboratório de Bioquímica e Biologia Molecular da UFES. As porcentagens de cinzas foram determinadas nos laboratórios do Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recurso Hídricos – IEMA. As análises dos macro e micronutrientes foram feitas nos laboratórios do Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural – INCAPER.

Cada uma das amostras foi composta por cinco frutos em um mesmo estágio de maturação retirados de um mesmo bloco. Os frutos foram triturados e homogeneizados em centrífuga. A polpa foi acondicionada em recipientes plásticos, identificadas e congeladas. Para determinação do teor de água, da matéria seca e das cinzas foram usados frutos inteiros no estágio rosado. Foi usada polpa de frutos no estágio rosado para a medição da acidez titulável, do pH, do nitrato, dos

compostos fenólicos, da proteína total e dos aminoácidos livres totais. Para os sólidos solúveis totais e vitamina C serem quantificados usou-se polpa de tomates no estágio vermelho.

4.11.1 **Matéria seca e do teor de água**

As folhas e os frutos no estágio rosado foram postos inteiros em estufa a 105°C com circulação forçada de ar, até o peso constante, para determinação da matéria seca e do teor de água, de acordo com IAL (1985). Os valores foram expressos em porcentagem (%).

4.11.2 **Cinzas**

As amostras, que determinaram a matéria seca e o teor de água, foram carbonizadas em bico de gás e posteriormente calcinadas em cápsula de platina a 550°C em forno mufla para quantificar o teor de cinzas, de acordo com o método adotado pelo IEMA. Os valores foram expressos em porcentagem (%).

4.11.3 **Matéria seca livre de cinzas**

Os teores de matéria seca livre de cinzas (Ft) foram obtidos subtraindo-se os valores dos teores de cinzas (Cz) dos valores dos teores de matéria seca (MS). Os valores foram expressos em porcentagem (%).

$$Ft (\%) = MS (\%) - Cz (\%) \quad (1)$$

4.11.4 Sólidos solúveis totais

Os sólidos solúveis totais foram medidos por refratômetro ótico portátil, marca Greers Ferry, ref. 103. As medidas foram expressas em °Brix.

4.11.5 Acidez titulável

A determinação da acidez titulável foi feita de acordo com o método descrito pelo IAL (1985). Em 90 mL de água destilada foram adicionados 10 g de polpa de tomate. À polpa diluída foi adicionada uma gota de fenolftaleína e titulada com 0,1 N de Na OH até o pH 8,2 (medido por pHgâmetro), quando a solução atingiu a coloração rósea. Usualmente a acidez titulável de polpa de tomate é expressa em grama de ácido cítrico por 100 gramas de polpa (g/100g). Para a acidez titulável ser expressa em gramas de ácido cítrico por 100 gramas de polpa de tomate, foi considerado o equivalente-grama de 64,02 do ácido cítrico na fórmula:

$$\text{ácido cítrico (g/100g)} = \frac{\text{normalidade (NaOH)} \times \text{volume de NaOH (mL)} \times \text{fator de correção} \times 64,02}{100} \quad (2)$$

4.11.6 Vitamina C

Para dosagem de vitamina C (ácido ascórbico) foi utilizado o método por titulação descrito por Tillmans (IAL, 1985), que é baseado na redução do corante 2,6-diclorofenol indofenol por uma solução ácida de vitamina C.

4.11.7 pH

A mesma polpa usada para medir a acidez titulável foi usada para se determinar o valor do pH o qual foi medido por pHgâmetro portátil, marca Shcott[®], Alemanha.

4.11.8 Proteínas totais

O conteúdo de proteína total foi determinado usando-se o método biureto descrito por Passos (1996). Nesse método há formação de complexos corados na presença de CuSO_4 , onde a intensidade da cor é diretamente proporcional à concentração de proteínas. Foram usados 0,3 g de polpa de cada amostra, sendo a curva padrão de proteínas determinada com o uso de padrões de albumina bovina nas concentrações: 0,5, 1, 5 e 10 mg/mL. A leitura foi feita em espectrofotômetro Biomate 3 marca Thermo[®], no comprimento de onda de 545nm.

4.11.9 Aminoácidos livres totais

De acordo com Viégas et al. (2004) amostras de 100 mg de polpa foram acondicionados em tubos de ensaio com 5,0 mL de água destilada, postos em banho-maria a 100°C, por 30 min e centrifugados a 6.000g por 10 min. O sobrenadante foi coletado e o precipitado ressuspendido em 5,0 mL de água destilada e reextraído, como acima descrito. O volume final dos extratos provenientes das duas etapas de extração foi elevado para 10 mL, com água destilada. A dosagem dos aminoácidos livres totais ocorreu em tubos de ensaio contendo 0,1 mL de extrato, 1,0 mL de uma solução tamponada a pH 5,0 contendo 0,2 mol.L⁻¹ de citrato, 1,0 mL do reagente de ninhidrina (KCN 0,1 mmol.L⁻¹ e ninhidrina 5% em methoxy etanol) e 4,0 mL de água destilada. Os tubos, hermeticamente fechados, foram acondicionados em banho-maria, a 90°C, por 15 minutos. A reação foi interrompida mediante contato dos tubos de ensaio com gelo. Como padrão foi usada glicina a 0,1%. As leituras foram feitas em espectrofotômetro Spectronic 20, marca Bausch & Lomb[®], Alemanha, a 570 nm.

4.11.10 Nitrato

De acordo com o procedimento do ácido salicílico descrito por Mantovani et al. (2005) para extração de nitrato foram adicionadas 3 gotas de álcool etílico à 0,1 g de matéria seca de polpa e logo em seguida 10 mL de água destilada em tubos que

foram levados ao banho-maria por uma hora à temperatura de 45°. Após a extração, foi adicionado 0,5 g de carvão ativado por amostra para a obtenção de extratos incolores. Após agitação e repouso de 10 min, o material foi filtrado em papel-filtro quantitativo de filtragem lenta. Alíquotas de 0,2 mL de extrato receberam 0,8 mL de solução de ácido salicílico ($\text{HC}_7\text{H}_5\text{O}_3$) 5% em H_2SO_4 e 19 mL de NaOH 2N. Essa solução foi agitada e deixada em repouso por 30 minutos. Após o repouso foi feita leitura da absorbância a 410 nm no espectrofotômetro Spectronic 20, marca Bausch & Lomb®, Alemanha. Os resultados foram convertidos em teores de N-NO_3^- na matéria seca das plantas, com o auxílio de uma curva de calibração preparada a partir de soluções diluídas de KNO_3^- que receberam o mesmo tratamento dado às amostras. Os resultados estão apresentados em miligrama de nitrato por 100 gramas de matéria fresca (mg/100g MF).

4.11.11 Compostos fenólicos

A análise da concentração de fenóis totais foi feita conforme o descrito por Guzzo et al. (1999). Para extração dos compostos fenólicos, 0,3 g de tecido vegetal foram triturados em nitrogênio líquido, sendo o pó resultante ressuspensado em 4 mL de metanol a 50% e deixado em banho-maria por 90 minutos a 80 °C. O extrato foi resfriado e centrifugado a 12.000 rpm por 15 minutos. O sobrenadante foi coletado para dosagem dos fenóis livres. Ao material precipitado foi adicionado 2 mL de NaOH (hidróxido de sódio) 0,5 N e deixado em repouso por 24 h para saponificação de fenóis ligados à parede celular. A reação foi neutralizada com 0,5 mL de HCl (ácido clorídrico) 2 N. O extrato foi centrifugado a 20.000 g por 15 minutos. Aos 150 μL do sobrenadante foram adicionados 3 mL de Na_2CO_3 (carbonato de sódio) a 2% m/v e 150 μL do reagente de Folin-Ciocateu diluído em água na proporção 1:1 v/v. A leitura foi feita em espectrofotômetro Spectronic 20, marca Bausch & Lomb®, Alemanha, no comprimento de onda de 750nm. A concentração de fenóis foi expressa em miligramas de ácido clorogênico por grama de tecido vegetal fresco. A curva padrão foi feita usando-se soluções de ácido clorogênico nas concentrações de 0, 20, 40, 50, 100, e 150 $\mu\text{L}/\text{mL}$.

4.12 ANÁLISE DE MACRO E MICRONUTRIENTES DA POLPA

As amostras, compostas por vinte frutos, foram carbonizadas em bico de gás e posteriormente calcinadas a 550°C em forno mufla e analisadas quimicamente para N, P, K, Ca, Mg, S, Zn, Fe, Mn, Cu e B de acordo com os métodos descritos por Silva (1999). As análises foram feitas pelo INCAPER no Centro Regional de Desenvolvimento Rural – Centro Serrano.

4.13 TEMPO DE PRATELEIRA

Os frutos de tomates foram classificados em cinco subgrupos de maturação (Figura 1): verde maduro - quando se evidencia o início do amarelecimento na região apical, ou ombro, do fruto; pintado (de vez) - quando as cores amarelo, rosa ou vermelho se encontram entre 10 a 30% da superfície do fruto; rosado - quando 30 a 60% do fruto se encontra vermelho; vermelho - quando o fruto apresenta entre 60 e 90% da sua superfície vermelha; e vermelho maduro - quando mais de 90% da superfície do fruto se encontra vermelha (BRASIL, 2002).



Figura 1 - Estádios de maturação do tomate para avaliação do tempo de prateleira. Da esquerda para direita: verde maduro, pintado, rosado, vermelho, vermelho maduro e vermelho passado (FERREIRA, 2004).

Entre os dias 30 de Agosto e 15 de Setembro de 2005, vinte frutos de cada um dos cultivos foram mantidos sobre a bancada do Laboratório de Desenvolvimento Vegetal do Departamento de Botânica da UFES sob temperatura de 23°C \pm 1°C. A cada dia foram anotados os estágios em que os frutos se encontravam.

4.13.1 Perda de água dos frutos

Obteve-se a porcentagem de perda de água através da diferença entre o peso inicial dos frutos, nos estádios verde e pintado, e o peso final quando todos os tomates se encontravam no estágio vermelho maduro.

4.14 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

As características mensuradas foram submetidas a uma análise de variância conforme o delineamento em blocos casualizados no esquema fatorial 2 x 2 – dois métodos de cultivo (natural e convencional) e dois cultivares de tomate Gaúcho e Salada Especial – de acordo com o modelo estatístico:

$$Y_{ijk} = \mu + C_i + K_j + CK_{ij} + B_k + e_{ijk} \quad (3)$$

em que:

y_{ijk} = valor observado no k-ésimo bloco, avaliada dentro da j-ésima cultivar na i-ésima variedade;

μ = média geral;

C_i - efeito do i-ésimo sistema de cultivo;

K_j - efeito do j-ésima cultivar;

CK_{ij} - efeito da interação entre o i-ésimo cultivo e j-ésima cultivar;

B_k - efeito do k-ésimo bloco;

e_{ijk} - erro experimental onde $e \sim N(0, \sigma^2)$.

No caso de interação significativa entre sistema de cultivo e cultivar, pelo teste F, para uma determinada característica, foi realizado o teste de Tukey ($P < 0,05$) para comparação de médias, considerando os desdobramentos de cultivos dentro de cultivar, bem como, o de cultivares dentro de cultivo.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 SELEÇÃO DAS CULTIVARES E TRATOS CULTURAIS

5.1.1 Primeiro plantio

Todas as plantas na fase vegetativa desenvolveram-se sem infestação de pragas ou incidência de doenças (Figura 2). As primeiras flores foram emitidas 45 dias após a semeadura. No entanto oitenta dias após a semeadura foram colhidos todos os frutos, tendo ocorrido alta severidade de requeima (*Phytophthora infestans* (Mont.) De Bary) que comprometeu a produção (Figuras 3 e 4). Embora esses frutos não tenham amadurecido adequadamente, as sementes foram retiradas, postas em fermentação natural por três dias, para reduzir possível presença de patógenos e substâncias inibidoras da germinação, lavadas e secas sobre papel absorvente em temperatura ambiente. Seis cultivares produziram sementes para o plantio seguinte, exceto a cv. Salada Especial.



Figura 2 – Primeiro plantio em sistema de cultivo natural, observando-se o desenvolvimento das plantas na fase vegetativa. Vila Velha – ES, 3 de Julho de 2004.



Figura 3 – Primeiro plantio em sistema de cultivo natural, observando-se alta severidade de requeima causada pelo fungo *Phytophthora infestans* devido à ocorrência de condições climáticas favoráveis à doença (Anexo A). Vila Velha – ES, 18 de Julho de 2004.



Figura 4 – Alta severidade de *Phytophthora infestans* registrada no primeiro cultivo de tomate em sistema de produção natural. Vila Velha – ES, 18 de Julho de 2004.

5.1.2 Segundo plantio

O plantio foi iniciado no dia 15 de Agosto e terminado no dia 15 de Novembro de 2004. Houve um bom desenvolvimento das plantas nas fases vegetativa e reprodutiva, embora 58% das covas tenham ficado sem as plantas de tomate devido a doenças causadas por patógenos de solo (Figura 5). Os primeiros frutos surgiram, em média, 45 dias após o plantio. Nesse plantio observou-se que metade de dois canteiros estava contaminado por nematóides (*Meloidogyne* sp.). A infestação da broca pequena do fruto (*Neoleucinodes elegantalis* Guenée) foi de 16% e concentrou-se nos primeiros frutos produzidos. As cultivares que mais produziram foram as do tipo marmande, sendo a cultivar Gaúcho a mais precoce, a qual produziu os primeiros frutos aos 42 dias após a sementeira.



Figura 5 – Segundo plantio em sistema de cultivo natural, observando-se 58% de covas sem plantas devido a doenças causadas por patógenos de solo. Vila Velha – ES, 18 de Outubro de 2004.

5.1.3 Terceiro plantio

O terceiro plantio ocorreu no dia 23 de Novembro de 2004. Nesse dia além da sementeira no campo foi feito teste de germinação para cada uma das quatro

cultivares selecionadas. Das 756 covas apenas 15 plantas nasceram e foram mantidas para produzir sementes para o quarto plantio. No dia 9 de Dezembro de 2004 foi plantado, em cinco canteiros, o feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis* DC) (Figura 6). Em um canteiro, as mudas usadas para fazer o teste de germinação foram plantadas na tentativa de aumentar o número de plantas para produção de sementes. Essas plantas tiveram seu desenvolvimento atrasado quando comparadas com os outros plantios. Aos 100 dias estavam no início do desenvolvimento dos frutos (Figura 7) enquanto nos outros plantios as plantas nessa idade já tinham frutos prontos para colheita.



Figura 6 – Cultivo de feijão-de-porco conduzido para descompactar o solo dos canteiros do cultivo natural. Vila Velha – ES, 24 de Fevereiro de 2005.



Figura 7 – Frutos da cultivar Salada Especial no terceiro plantio em sistema de cultivo natural, observando-se o bom desenvolvimento dos frutos e a baixa incidência de doenças. Vila Velha – ES, 24 de Fevereiro de 2005.

5.1.4 Quarto plantio

5.1.4.1 Sistema de cultivo natural

Neste plantio direto apenas 7,5% das sementes germinaram e produziram 24 plantas saudáveis. Todas as outras foram eliminadas, de alguma forma, antes da germinação, muito provavelmente por formigas. No dia 6 de Maio de 2005 foram semeadas as cultivares Gaúcho e Salada Especial nas bandejas com solo dos canteiros onde seriam plantadas. No dia 14 desse mês, foi anotada a germinação de ambas as cultivares. A cultivar Gaúcho apresentou 67% de germinação e a cultivar Salada Especial 88% de germinação. No dia 23 de Maio de 2005 as mudas de tomate natural foram transplantadas para o canteiro definitivo. Em 2 de Junho de 2005 quatro mudas da cultivar Salada Especial morreram devido à murcha causada pelo fungo *Sclerotium rolfsii* Sacc.. Quarenta dias após a semeadura as plantas de tomate emitiram suas primeiras flores. A infestação da broca pequena do fruto

(*Neoleucinodes elegantalis* Guenée) foi de 32%. Os frutos do quarto plantio foram colhidos nos estádios verde maduro ou pintado e pesados somente os frutos comercializáveis, ou seja, sem pragas e sem doenças. No cultivo natural (Figuras 8 e 9), em função da perda de algumas plantas devido à presença de patógenos de solo, principalmente o fungo *Sclerotium rolfsii*, foram consideradas como produtivas somente 80% das covas plantadas.



Figura 8 – Frutos da cultivar Salada Especial no quarto plantio em sistema de cultivo natural, observando-se o bom desenvolvimento dos frutos e a baixa incidência de doenças. Vila Velha – ES, 12 de Agosto de 2005.



Figura 9 – Frutos da cultivar Salada Especial no quarto plantio em sistema de cultivo natural, observando-se o bom desenvolvimento dos frutos. Vila Velha – ES, 20 de agosto de 2005.

5.1.4.2 Sistema de cultivo convencional

As mudas do plantio convencional, semeadas em bandejas de polietileno expandido com 120 células, no dia 17 de abril foram transplantadas em 17 de Maio para as covas. No cultivo convencional todas as covas produziram frutos para avaliar a produção.

5.1.5 Quinto plantio

5.1.5.1 Sistema de cultivo natural

Trinta e três dias após a semeadura as plantas do cultivo natural emitiram suas primeiras flores. Nos dois canteiros com histórico de nematóides no sistema de cultivo natural desenvolveram-se plantas, aparentemente, sem apresentar sintomas

de contaminação por esses helmintos. Em 5 de Novembro as cultivares do cultivo natural tinham frutos bem desenvolvidos quando comparados com os frutos do cultivo convencional (Figuras 10 a 13). No dia 26 de Novembro foram retirados 10 frutos maduros do cultivar 'Salada Especial' do cultivo natural, desses, um fruto não tinha nenhuma lesão por praga ou doença. Esse fruto foi selecionado para fornecer sementes para o próximo cultivo por apresentar precocidade. A pinta bacteriana (*Pseudomonas syringae* pv. *tomato*), a septoriose (*Septoria lycopersi*), *Oidium* sp. e *Stemphylium* sp. foram as principais doenças que ocorreram no cultivo natural e apresentaram baixa incidência e baixa severidade. A infestação da broca pequena do fruto (*Neoleucinodes elegantalis* Guenée) foi estimada em 11% dos frutos.

5.1.5.2 Sistema de cultivo convencional

Sessenta dias após a semeadura as plantas do cultivo convencional emitiram suas primeiras flores. As plantas de todos os canteiros tiveram bom desenvolvimento. Em 5 de Novembro as cultivares do cultivo convencional tinham frutos pouco desenvolvidos quando comparados com os frutos do cultivo natural (Figura 10). Durante as fases vegetativa e reprodutiva as plantas do cultivo convencional se desenvolveram sem a infestação de pragas e contaminação de doenças (Figuras 11 a 16).



Figura 10 - Frutos da cultivar Gaúcho nos sistemas de cultivo natural, à esquerda, e da mesma cultivar no sistema de cultivo convencional, à direita, ambos semeadas em 2 de Setembro de 2005. Observa-se a precocidade do fruto no sistema de cultivo natural. Vila Velha – ES, 5 de Novembro de 2005.



Figura 11 – Quinto cultivo natural, frutos da cultivar 'Salada Especial' com bom desenvolvimento dos frutos. Vila Velha – ES, 5 de Novembro de 2005.



Figura 12 – Quinto plantio em sistema de cultivo natural, canteiros sem sintomas de contaminação por nematóides. Vila Velha – ES, 5 de Novembro de 2005.



Figura 13 – Quinto plantio do cultivo natural com bom desenvolvimento dos frutos da cv. Gaúcho à esquerda e da cv. Especial Salada à direita. Vila Velha, 2 de Dezembro 2005.



Figura 14 – Quinto plantio do cultivo natural, cv. Especial Salada (D) e cv. Gaúcho (F). Vila Velha – ES, 2 de Dezembro 2005.



Figura 15 – Cultivo natural, cv. Salada Especial com folhas com a presença de oídio. Vila Velha – ES, 2 de Dezembro 2005.



Figura 16 – Cultivo convencional, cv. Salada Especial à esquerda e cv. Gaúcho à direita. Vila Velha - ES, 2 de Dezembro 2005.

5.2 SOLOS

5.2.1 Análises do solo

No primeiro ano do cultivo natural, o pH permaneceu entre 5,6 e 5,8 (Tabela 1), após 12 meses o pH subiu para 6,1 (Tabela 2). As plantas de tomate desenvolvem-se bem em uma ampla faixa de acidez no solo que podem varia de pH 5,5 até 6,7 (MALAVOLTA, 1976; FILGUEIRA, 2003). Todos os macro e micro nutrientes do solo se encontram disponíveis para as raízes dos vegetais na faixa de pH que variar de 5,5 a 6,5 (TAIZ; ZEIGER, 2004). Para Primavesi (1981) à medida que aumenta a camada solta e bem agregada na superfície do solo, e diminui a camada compactada, aumenta o teor de fósforo disponível e o pH do solo. Enquanto os tratos culturais do cultivo convencional prejudicam a estrutura do solo, os tratos culturais do cultivo natural privilegiam a melhoria da estrutura do solo cultivado, sendo essa uma das causas do aumento do pH, de acordo com essa autora. O pH da amostra A em 1º de Março de 2004 (Tabela 1) foi praticamente o mesmo do obtido na área em que foi instalado o cultivo convencional (Tabela 2). Isso pode indicar que, no momento das duas coletas, os solos se encontravam mais adensados do que o mesmo solo do cultivo natural após 12 meses.

O solo do cultivo natural e o solo do cultivo convencional recebiam os mesmos tratos culturais, como aração, até as datas das primeiras coletas de solo, 01/03/2004 e 17/04/2005, respectivamente. Pelos dados apresentados nas Tabelas 1 e 2, a qualidade química dos solos onde se conduziu o experimento não foi um fator limitante à produção de tomate pois os teores de nutrientes e pH se encontram dentro das faixas aceitáveis para a planta produzir. Esse solo apresenta o pH médio de 5,7 e saturação de Al muito baixa (Tabela 1). Devido a esses resultados, deve-se investigar a presença de micorrizas dos gêneros *Glomus clarum* e *G. etunicatum*, no solo e raízes das plantas, pois essas espécies, de acordo com Moreira e Siqueira (2002), são encontradas no cultivo de tomate no Brasil e ocorrem em solos tropicais pouco ácidos ou neutros e com baixa saturação de alumínio.

Nas Tabelas 1 e 2 verifica-se que o P aumentou no primeiro ano e diminuiu no segundo, mas mesmo assim continuou com níveis altos e suficientes para o cultivo de tomates.

Tabela 1 – Resultados analíticos do solo da área experimental do sistema de cultivo natural, em Vila Velha-ES.

Características	Data de coleta da amostra		
	01/03/04	06/05/04	23/11/04
pH (H ₂ O)	5,8	5,8	5,6
P (mg/dm ³ ou ppm)	40 ↑	116 ↑	48 ↑
K (mg/dm ³)	90 ↑	80 ↑	105 ↑
Ca ²⁺ (cmol _c /dm ³ ou meq/100cm ³)	2,5	2,4	2,3
Mg ²⁺ (cmol _c /dm ³)	1	1	1,5 ↑
Al ³⁺ (cmol _c /dm ³)	0	0,1 ↓	0,1 ↓
H + Al (cmol _c /dm ³)	1,5 ↓	1,5 ↓	1,5 ↓
SB (cmol _c /dm ³)	3,73	3,6	4,07
CTC (t) (cmol _c /dm ³)	3,73	3,7	4,17
CTC (T) (cmol _c /dm ³)	5,23	5,1	5,57
V (%)	71,3 ↑	70,6 ↑	73,1 ↑
m (%)	0	2,7 ↓↓	2,4 ↓↓
MO dag/kg ou %	2,1	1,6	2,8
Zn (mg/dm ³)	10	22	10
Fe (mg/dm ³)	29 ↓	31 ↓	27 ↓
Mn (mg/dm ³)	14	17	12
Cu (mg/dm ³)	3	6	2

Interpretação (Fonte: INCAPER): ↓↓ - muito baixo; ↓ - baixo; ↑ - alto

SB = Soma de Bases trocáveis

CTC (t) – Capacidade de Troca Catiônica efetiva

V = índice de saturação de bases

m = índice de saturação de alumínio

MO = matéria orgânica

Tabela 2 – Resultados analíticos do solo da área experimental, em Vila Velha-ES.

Características	Amostras (12 meses após à primeira coleta)	
	Tomate convencional	Tomate natural
pH (H ₂ O)	5,9	6,1 ↓
P (mg/dm ³)	61 ↑	29 ↑
K (mg/dm ³)	72 ↑	78 ↑
Ca ²⁺ (cmol _c /dm ³)	3,3	2
Mg ²⁺ (cmol _c /dm ³)	1,5 ↑	1,00
Al ³⁺ (cmol _c /dm ³)	0	0
H + Al (cmol _c /dm ³)	2,1 ↓	1,3 ↓
SB (cmol _c /dm ³)	4,98	3,2
CTC (t) (cmol _c /dm ³)	4,98	3,2
CTC (T) (cmol _c /dm ³)	7,08	4,5 ↓
V (%)	70,3 ↑	71,1 ↑
m (%) - Saturação de alumínio	0	0
MO dag/kg	3,9 ↑	2,1

Interpretação (Fonte: INCAPER): ↓– baixo; ↑– alto
 SB = Soma de Bases trocáveis
 CTC (t) – Capacidade de Troca Catiônica efetiva
 V = índice de saturação de bases
 m = índice de saturação de alumínio
 MO = matéria orgânica

A eficiência das plantas no sistema de cultivo natural para produzir tomates nos solos não adubados tem relação com a infinidade de microrganismos de solo, cuja eficiência é aumentada em solos com poucos nutrientes. As micorrizas são geralmente inibidas em condições de elevada fertilidade, e favorecidos pela baixa fertilidade quando a colonização e esporulação geralmente são máximas. A adição de N ou P suficiente para otimizar o crescimento da planta, reduz a colonização de micorriza (MOREIRA; SIQUEIRA, 2002).

5.2.2 Tratos culturais dos solos

O solo em que se localizou o experimento é classificado como Argissolo Amarelo distrófico (EMBRAPA, 1978; RADAM BRASIL, 1983; EMBRAPA, 1999; BRASIL, 1978) e está localizado no limite dos solos dos Platôs Litorâneos (Tabuleiros Costeiros) da região rural da Grande Vitória. Esses solos são provenientes dos

sedimentos do Terciário e distribuem-se ao longo de todo o estado do Espírito Santo, sempre paralelos ao seu litoral. Em geral esses solos apresentam baixa fertilidade, uma camada adensada com espessura e profundidade variáveis. A estrutura desse solo é extremamente prejudicada pelo uso de máquinas e implementos agrícolas (ZANGRANDE; REZENDE; RESENDE, 1987). Aos solos do cultivo convencional foram aplicados as arações e gradagens tradicionais nesse cultivo. Os ciclos de umedecimento, secagem e arações, que ocorreram nos solos onde foram conduzidos o experimento, compactaram o solo formando uma camada adensada a 30 cm de profundidade, uma espécie de laje na região do perfil do solo fora do alcance das lâminas dos arados e grades. A atividade de expansão e contração, dada pelo umedecimento e secagem, tende a decrescer com a profundidade. Já nas camadas mais profundas as atividades de expansão-contração são mais reduzidas.

O método de se repetir o plantio de tomate nos canteiros construídos, e não refeitos a cada cultivo, aplicado ao solo do cultivo natural, criou e manteve uma estrutura capaz de permitir um grande crescimento radicular das plantas de tomate. De acordo com Zangrande; Rezende; Resende, (1987), a presença de moléculas orgânicas dificulta a formação da camada adensada, talvez por impossibilitarem a aproximação das partículas por um efeito mecânico. A presença de maiores teores de matéria orgânica nos horizontes mais superficiais reduziu a compactação nos solos do cultivo natural.

5.2.3 Repetição de cultura

O plantio de tomate no cultivo natural repetiu-se por cinco vezes no mesmo solo, em dezenove meses. Ao contrário do que escreve Filgueira (2003), nesse cultivo a repetição dessa cultura não aumentou a incidência de doenças, pelo contrário, houve uma diminuição. A incidência de patógenos de solo no segundo cultivo eliminou 58% das plantas de tomate, no quarto plantio houve 40% de tomateiros mortos e no quinto plantio esse valor foi de 36%. A repetição de cultura, sem o revolvimento do solo, é um dos métodos adotados pela agricultura natural para fomentar as possíveis simbioses entre plantas e os microrganismos. Essas

simbioses, nessas condições, tendem a se estabelecer cada vez mais positivamente a cada plantio.

A associação de micorrizas com raízes de plantas facilita a absorção de P e de metais-traço como Zn e Cu. Por se estender além da zona de esgotamento de P ao redor das raízes, o micélio externo melhora a absorção de P (MOREIRA; SIQUEIRA, 2002).

Os teores de P encontrados nos frutos do cultivo natural (0,29%), e o pH do solo entre 6 e 7 no solo desse cultivo (Tabela 2), podem indicar que associações entre as plantas de tomate e micorrizas estejam ocorrendo e se tornando mais eficientes na absorção de P a cada repetição de cultura, no sistema de cultivo natural.

5.3 GERMINAÇÃO

No terceiro plantio, cinco dias após a semeadura em recipientes com solo dos canteiros, a cv. Gaúcho estava com 100% de germinação. O teste foi concluído obtendo-se 78% de germinação na cultivar 'Super Marmande', 98% nas cultivares Especial Salada e Gaúcho 1. Nos canteiros, em campo, a germinação foi de 2% nesse plantio.

No quarto plantio, sete dias após a semeadura em bandejas, a germinação da cultivar Salada Especial foi de 67% e da cultivar 'Gaúcho' de 88% de germinação.

No quinto plantio, 15 dias após a semeadura em bandejas, a cultivar Gaúcho teve 85% de germinação. A cultivar Salada Especial teve 90% de germinação.

5.4 PRODUTIVIDADE

Os tomates em sistema de cultivo natural e os do cultivo convencional foram colhidos no final de Agosto de 2005 em diversos estádios de maturação, quando os verdes e os pintados chegaram ao estágio rosado. A produtividade em ambos os

cultivos mostra que os maiores valores foram obtidos no sistema convencional que obteve a produtividade 165% maior que a do cultivo natural (Tabela 3).

Tabela 3 – Produtividade das duas cultivares nos sistemas cultivos natural e convencional em Vila Velha – ES, 2005.

Cultivar	Produtividade (t/ha)	
	Cultivo natural	Cultivo convencional
'Gaúcho'	17,072	43,833
'Salada Especial'	24,854	67,364
Produtividade média	21,0	55,6

As pulverizações freqüentes com fungicidas e inseticidas, a adubação química e a farta irrigação aplicadas no sistema de cultivo convencional fizeram com que a produção fosse 165% maior que a obtida pelo sistema de cultivo natural. Todo o potencial genético das duas cultivares foi direcionado à grande produção com grandes aportes de fertilizantes e agrotóxicos, enquanto que na agricultura natural desde o primeiro plantio foram selecionadas plantas capazes de produzir em ambientes naturais e com a menor interferência humana possível. O processo de selecionar plantas de tomate capazes de produzir com os métodos da agricultura natural está se mostrando eficiente, pois no primeiro plantio não houve produção de frutos comercializáveis e no quarto plantio a produção desses frutos foi de 17,07 t/ha e 24,8 t/ha para a cv. Gaúcho e Salada Especial, respectivamente.

5.5 PROTEÍNAS TOTAIS

Não houve diferença significativa entre os frutos de ambos os cultivos. Nas folhas os teores de proteínas totais foram significativamente maiores nas plantas do cultivo convencional. A síntese de proteína é geneticamente determinada pela espécie vegetal e pelo meio ambiente em que se desenvolve (NAVARRO et al., 1999). Os teores de nitrogênio e clorofila encontrados nas folhas (Figura 23 e Tabela 12) e os de N nos frutos (Tabelas 11 e 12) têm relação direta com os teores de proteínas dosadas (Tabela 4) nesses órgãos das plantas de tomate do cultivo convencional.

O acúmulo de aminoácidos nos tecidos de folhas e frutos do cultivo convencional (Tabela 4) de acordo com Chaboussou (1987) deveria ser resultante da incapacidade de planta em sintetizar proteína na mesma velocidade em que são formados os aminoácidos em plantas fertilizadas com adubos solúveis. Para Chaboussou (1987) as plantas que têm mais proteínas e menos aminoácidos em seus tecidos são mais resistentes às infestações de insetos e contaminação de fungos, bactérias e vírus.

Tabela 4 – Análises físico-químicas de frutos e folhas de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) produzidos em sistema de cultivo natural e convencional. Vila Velha – ES, 2005.

Variáveis	Sistema de cultivo	
	Natural	Convencional
Proteína total na polpa (g/100g MS)	10,44 a ¹	8,18 a
Proteína total na folha (g/100g MS)	20,11 b	23,11 a
Aminoácido livre total na polpa (g/100g MS)	0,53 b	3,45 a
Aminoácido livre total na folha (g/100g MS)	1,46 b	4,62 a

¹ Médias com letras diferentes, nas linhas, indicam diferença significativa pelo teste F (Apêndice A).

As plantas do cultivo natural tiveram teores significativamente menores de proteínas que as do cultivo convencional. No entanto, apresentaram teores, significativamente, menores de aminoácidos livres totais que as plantas cultivadas com adubos químicos e agrotóxicos. Por esses resultados parece que a resistência das plantas pode estar relacionada somente aos menores teores de aminoácidos livres totais encontrados nas plantas de tomate do cultivo natural, e não aos grandes teores de proteínas juntamente com baixos teores de aminoácidos livres totais, como teoriza Chaboussou (1987)

A maioria dos adubos químicos contém sais inorgânicos dos principais macronutrientes nitrogênio, fósforo e potássio (TAIZ; ZEIGER, 2004). Piza et al. (2003) mostram que plantas sob estresse salino apresentam diminuição da síntese protéica e aumento na hidrólise protéica em um grande grupo de plantas cultivadas. As maiores quantidades de proteínas totais e de aminoácidos livres totais nas plantas do cultivo convencional podem refletir a alta velocidade na síntese protéica

e, concomitantemente, aceleração na sua degradação, levando ao aumento da quantidade de aminoácidos livres ou à inibição da incorporação destes aminoácidos nas proteínas.

5.6 AMINOÁCIDOS LIVRES TOTAIS

A grande concentração de aminoácidos livres totais encontrada no cultivo convencional de tomate está relacionada à adubação nitrogenada a base de $N-NH_4^+$ adotada nesse cultivo (Tabela 4). Os teores de aminoácidos livres totais encontrados nos frutos e folhas do cultivo convencional foram, respectivamente, seis e três vezes maiores que os teores encontrados na agricultura natural. Nesse experimento não se pôde avaliar se esses níveis de aminoácidos de alguma forma aumentariam o ataque de pragas e doenças, visto que as plantas do cultivo convencional foram fortemente protegidas com a aplicação de inseticidas e fungicidas. Os menores níveis de aminoácidos livres totais (Tabela 4) encontrados nas folhas e frutos de tomate desenvolvidos no cultivo natural, entre outras variáveis que influenciam a resistência de plantas cultivadas, possivelmente, diminuíram a incidência de pragas e doenças.

Os teores de aminoácidos livres totais estão diretamente associados à fonte de nitrogênio que a planta absorve e assimila para se desenvolver. Esses teores também estão associados a maior ou a menor incidência e severidade de pragas e doenças (CHABOUSSOU, 1987). Espécies que não formam uma associação simbiótica com microrganismos fixadores de nitrogênio, via de regra, dependem do nitrato do solo como sua fonte principal de nitrogênio (TAIZ; ZEINER, 2004). A forma de nitrogênio disponível, absorvido e assimilado pelas plantas de tomate no cultivo natural, é o nitrato resultante da decomposição da matéria orgânica (PRIMAVESI, 1981; ODUM, 1988; MOREIRA; SIQUEIRA, 2002). Chaboussou (1987) mostra que a taxa de germinação dos conídios de *Helminthosporium* sp. sobre as folhas de arroz foi diretamente proporcional à quantidade de aminoácidos livres que se encontram nas folhas.

Favas cultivadas em solução nutritiva apresentaram uma sensibilidade diferente quando o nitrogênio era proveniente de N-NO_3^- ou N-NH_4^+ . O N-NH_4^+ deixou as favas mais sensíveis ao *Botrytis sp.* porque as folhas dessa leguminosa apresentaram em seus tecidos, três a quatro vezes mais aminoácidos e açúcares, quando comparados às plantas cultivadas em solução com N-NO_3^- . A nutrição amoniacal (N-NH_4^+) comparada à nutrição nítrica (N-NO_3^-) leva a um acúmulo de N orgânico solúvel e das aminas glutamina ou asparagina, conforme a espécie vegetal (CHABOUSSOU, 1987).

A fonte da adubação nitrogenada, N-NO_3^- ou N-NH_4^+ , afeta diretamente a resistência das plantas de tomate (CARVALHO et al., 2005; INBAR et al., 2001). Carvalho et al. (2005) relatam que existe o acúmulo massivo de glutamina nas raízes de tomateiros supridas com N-NH_4^+ e que o mesmo não ocorre nas raízes supridas com N-NO_3^- . Essa alteração fisiológica tem efeito direto no espectro de substâncias exsudadas e pode ser uma das causas da maior adesão do patógeno sobre as raízes das plantas de tomate nutridas com N-NH_4^+ . Letourneau et al. (1996) demonstram que plantas de tomate, que captaram da adubação química ou da adubação orgânica o nitrogênio necessário ao seu desenvolvimento, tiveram a mesma grande intensidade de ataque de trips (*Frankliniella schuzei* Trybom), mosca minadora (*Liriomyza trifolii* Burgess), besouros e lepidópteros, pragas importantes em folhas de tomateiros adubados. Esses autores mostram que a fonte de nitrogênio dos compostos orgânicos é tão inadequada à resistência das plantas de tomate quanto o nitrogênio fornecido pelos adubos nitrogenados artificiais da adubação química. Segundo Inbar et al., (2001), plantas de tomate que receberam menores quantidades de adubação nitrogenada foram menos atacadas por mosca minadora (*L. trifolii*), pela mosca branca (*Bemisia argentifolii* Bellows & Perring) e pela broca grande do fruto (*Heliothis zea* Boddie).

5.7 TEORES DE NITRATO

Os resultados encontrados para nitrato nos tomates produzidos nos cultivos natural e convencional (Tabela 5) mostraram que os valores são muito pequenos e

difícilmente iriam prejudicar a saúde dos consumidores. De acordo com os valores estabelecidos pela Organização Mundial da Saúde, um homem de 60 kg poderia comer até 29 kg de tomates naturais, e 21 kg de tomates convencionais, ambos produzidos nesse experimento, diariamente sem que houvesse prejuízo para sua saúde. Para a Organização Mundial da Saúde, a ingestão diária aceitável de nitrato, sem risco para a saúde, é $3,65 \text{ mg.dia}^{-1}$ por kg de peso vivo (BENINNI et al., 2002). Ferreira (2004) relata que alguns autores em diversas partes do mundo encontraram teores de nitrato insignificantes em tomates frescos e que, quando comparados vegetais produzidos pelos sistemas convencional e orgânico, foram verificadas quantidades maiores de nitrato para alimentos convencionais.

Não houve diferença significativa nos valores encontrados de nitrato nas folhas de ambos os cultivos, embora a média do cultivo convencional tenha sido 23% maior que a média do cultivo natural (Tabela 5).

Tabela 5 – Nitrato em folhas e frutos de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) produzidos em sistema de cultivo natural e convencional. Vila Velha – ES, 2005.

Variáveis	Sistema de cultivo	
	Natural	Convencional
Nitrato folha (mg/100g MF)	0,81 a ¹	1,00 a
Nitrato polpa (mg/100g MF)	0,76 b	1,05 a

¹ Médias com letras diferentes, nas linhas, indicam diferença significativa pelo teste F (Apêndice A).

Entre os compostos nitrogenados, o nitrato e o nitrito são os mais perigosos para quem os consomem. Nos solos, o nitrogênio amoniacal, proveniente dos fertilizantes químicos, é rapidamente oxidado a nitrogênio nítrico (PRIMAVESI, 1981; MARENCO; LOPES, 2005). Em geral, quando a disponibilidade de nitrato é baixa, a maior parte é reduzida nas raízes, mas conforme a concentração aumenta, a capacidade de redução das raízes diminui, resultando maior proporção de nitrogênio na forma de nitrato que é exportado para parte aérea, onde será reduzido (MARENCO; LOPES, 2005; MARSCHNER, 1995). Sob altas concentrações no solo, que ocorrem após a adubação, a absorção do amônio e do nitrato pelas raízes pode exceder a capacidade da planta cultivada em assimilar esses íons levando ao

acúmulo de ambos nos tecidos vegetais (TAIZ; ZEIGER, 2004; MARSCHNER, 1995). Nesse experimento, os altos níveis de nitrogênio no solo adubado estão fazendo com que a planta de tomate do cultivo convencional acumule mais nitrato nas folhas e tenha a maior condutância estomática (Figura 18), assim como foi observado por Navarro et al., (1999) em suas pesquisas. Uma grande correlação linear entre os conteúdos de água nas plantas e nitrato acumulado nos tecidos vegetais foi observada em tomate. Mudanças nos teores de água ou nitrato foram dependentes da luminosidade e de outras condições ambientais, porém a correlação entre esses teores se manteve inalterada (NAVARRO et al., 1999).

Nos solos que recebem adubação nitrogenada, a maior transpiração (E) implica uma maior condutância estomática (g_s) que melhora o transporte do nitrato absorvido na raiz para a parte aérea via xilema. A condutância estomática é menor em plantas cultivadas em solos com menores teores nitrogênio. (CHAPIN; WALTER; CLARKSON, 1988).

5.8 COMPOSTOS FENÓLICOS

No cultivo natural, a produção de fenóis totais foi significativamente maior que no cultivo convencional. Esses resultados podem confirmar a relação direta que existe entre a nutrição artificial da planta e a produção de compostos fenólicos (Figura 17). Os solos do cultivo natural tinham 35,74% menos nutrientes que o solo do cultivo convencional antes deste ser adubado (Tabela 2) e, conseqüentemente, a produção de fenol total nas folhas e frutos dos tomates naturais foi 36,86% maior que nas plantas de tomate cultivadas no sistema convencional (Tabela 6). Enquanto os frutos de tomate do cultivo natural produziram 65% a mais de compostos fenólicos livres que os frutos do cultivo convencional, Toor et al. (2006) obtiveram 14,70% a mais de compostos fenólicos livres em frutos produzidos em cultivo sem adubação nitrogenada, e protegida por cobertura morta de capim, do que em frutos de plantas que receberam adubação nitrogenada. Parece haver uma relação entre a capacidade da planta em produzir matéria seca e compostos fenólicos (Figura 17). Toor et al. (2006) mostram que os frutos de plantas adubadas com sulfato de amônio produziram menos compostos fenólicos livres e têm menores porcentagens de

matéria seca, enquanto que, frutos de plantas que não receberam qualquer tipo de suplementação de nitrogênio têm mais compostos fenólicos livres e maiores porcentagens de matéria seca.

Tabela 6 – Teores de fenóis em folhas e frutos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) produzidos em sistema de cultivo natural e convencional. Vila Velha – ES, 2005.

Variáveis	Sistema de cultivo	
	Natural	Convencional
Fenol-ligado polpa (mg/g MS)	1,65 a ¹	0,90 b
Fenol-livre polpa (mg/g MS)	0,33 a	0,20 b
Fenol-folha-ligado (mg/g MS)	5,35 a	4,13 b
Fenol-folha-livre (mg/g MS)	1,73 a	1,39 b

¹ Médias com letras diferentes, nas linhas, indicam diferença significativa pelo teste F (Apêndice A).

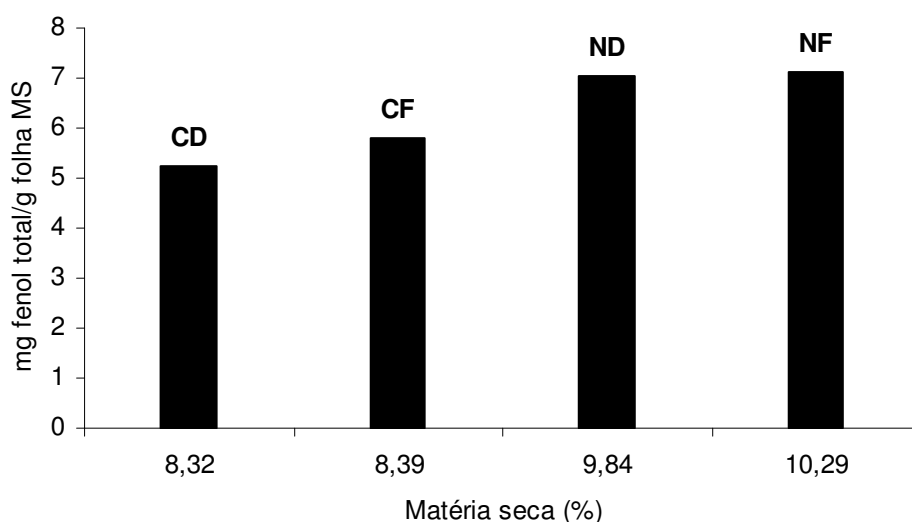


Figura 17 – Relação direta entre a produção de matéria seca e compostos fenólicos. **CD** – cv. Salada Especial no cultivo convencional; **CF** – cv. Gaúcho no cultivo convencional; **ND** – cv. Salada Especial no cultivo natural e **NF** – cv. Gaúcho no cultivo natural.

A lignina e os taninos hidrossolúveis e condensados são os compostos fenólicos mais abundantes nos vegetais. São provenientes da fenilalanina que ao perder uma

molécula de amônia forma o ácido cinâmico. Essa reação é catalisada pela fenilalanina amonialiase (FAL) cuja sigla em inglês é PAL. A atividade da FAL é aumentada por fatores ambientais, tais como luz, baixos níveis de nutrientes (TAIZ; ZEINER, 2004; HATTORI; NISHIYAMA; SHIMADA 1999; TAN 1980) e infecção por fungos (CAMPOS et. al, 2003; TAIZ; ZEINER 2004; BROETTO; CROCOMO, 1995; MODAFAR et al., 2001; BOLWELL et al., 1985). Assim, os fungos não eliminados por fungicidas no cultivo natural, em contato com as plantas de tomate, poderiam, também, estimular a produção de compostos fenólicos. A maior produção de compostos fenólicos nos frutos e folhas produzidas no cultivo natural (Tabela 6) tem relação direta com os baixos níveis de nutrientes no solo descritos por esses autores, pois a soma de bases do solo da agricultura convencional, antes da adubação para o tomate, foi 55,62% maior do que a soma de bases do solo não adubado da agricultura natural (Tabela 2).

Segundo Taiz e Zeiner (2004) a lignina, composto fenólico ligado à parede celular, além de proporcionar suporte mecânico também desempenha funções protetoras importantes nas plantas. A resistência da lignina impede seu consumo por herbívoros e sua estabilidade química a torna relativamente indigerível por esses animais. Outros polímeros fenólicos com propriedades de defesa para o vegetal são os taninos. Os taninos são toxinas que reduzem em muito o crescimento e a sobrevivência de muitos herbívoros ao ingeri-los. Supõe-se serem os taninos, quando ingeridos, formadores de complexos com proteínas do trato digestivo dos herbívoros ocasionando um impacto negativo na sua nutrição. Os taninos podem inativar enzimas digestivas e criar um complexo de taninos e proteínas vegetais de difícil digestão para os herbívoros. Os taninos vegetais também servem como defesa ao ataque de microrganismos (TAIZ; ZEIGER, 2004).

Quando tecidos verdes são expostos à luz, a respiração e a fotossíntese operam simultaneamente e interagem de forma complexa. Enquanto apenas os tecidos verdes fotossintetizam, todos os tecidos respiram durante as 24 horas do dia. As rotas respiratórias são fundamentais para a produção de uma grande variedade de metabólicos vegetais como aminoácidos (TAIZ; ZEIGER, 2004; LACHER, 2000; MARENCO; LOPES, 2005). A fenilalanina é o aminoácido que em solos com baixa quantidade de nutrientes irá formar os compostos fenólicos que conferem defesa às

plantas (TAIZ; ZEIGER, 2004). A produção desse aminoácido é contínua em função da respiração ser ininterrupta (TAIZ; ZEIGER, 2004; LACHER, 2000; MARENCO; LOPES, 2005). Nos solos adubados em que a produção de PAL é diminuída (TAIZ; ZEIGER, 2004), a fenilalanina excedente pode estar contribuindo para as plantas adubadas terem mais aminoácidos totais nas folhas e frutos (Tabela 4).

Em um solo não revolvido, as interações entre plantas e microrganismos se tornam mais antigas a cada geração dos microrganismos e a cada plantio da espécie vegetal em repetição, tornando as interações mais positivas, pois o ambiente está mais estável por não haver os estresses ocasionados pelo revolvimento do solo. Observou-se nos solos que compõem os canteiros do cultivo natural que no quinto plantio a quantidade de mato diminuiu muito em relação aos outros quatro plantios. Compostos fenólicos lançados ao solo pelas raízes para sinalizar simbioses com os microrganismos do solo, de acordo com Taiz e Zeiger, (2004), podem criar o efeito de alelopatia e impedir a germinação de mato perto dos pés de tomate.

5.9 FOTOSÍNTESE

5.9.1 Fase bioquímica da fotossíntese

A cutícula cerosa que cobre e protege a superfície foliar é uma barreira muito eficiente às perdas de água da planta para o meio ambiente. Estima-se que apenas cerca de 5% da água perdida pela folha saia através da cutícula. Quase toda a água perdida pelas folhas ocorre por difusão de vapor de água pelos minúsculos poros do estômato (TAIZ; ZEIGER, 2004). Todas as variáveis obtidas pelo IRGA (Infra-Red Gas Analyzer) foram significativamente diferentes ao nível de 1% pelo teste F. A condutância estomática (g_s) do cultivo convencional foi 29,17% maior que a do cultivo natural (Figura 18), ou seja, o cultivo convencional teve 29,17% mais estômatos abertos que o cultivo natural e, conseqüentemente, a transpiração (E) (Figura 19B) e a concentração interna de CO_2 (C_i) (Figura 19A) do cultivo convencional foram 1,6% e 21,55% maiores, respectivamente que a do cultivo natural. Esses resultados confirmam os dados de Chapin; Walter; Clarkson, (1988) os quais mostram que as plantas de tomate que receberam adubação nitrogenada

têm a concentração interna de CO_2 aumentada em função da grande condutância estomática que, também, fez aumentar a transpiração da planta, tornando-as mais exigentes em água. Esses autores mostram que a absorção de água, pelas plantas de tomate, é menor em solos sem adubação nitrogenada.

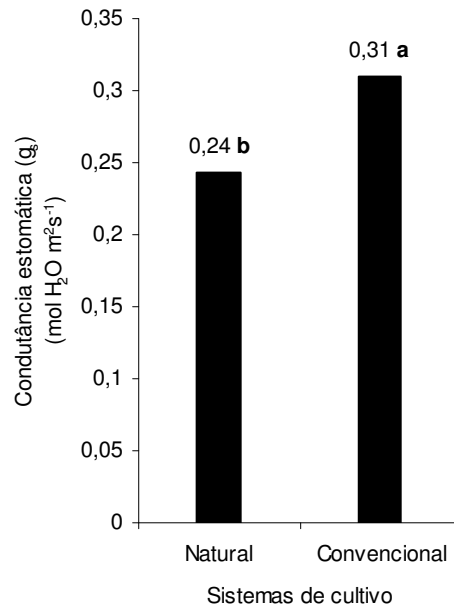


Figura 18 - Condutância estomática (g_s). Os dados foram coletados em plantas de tomate do quinto plantio do cultivo natural e plantas do segundo plantio do cultivo convencional. Letras diferentes indicam diferença significativa entre os cultivos pelo teste F (Apêndice A).

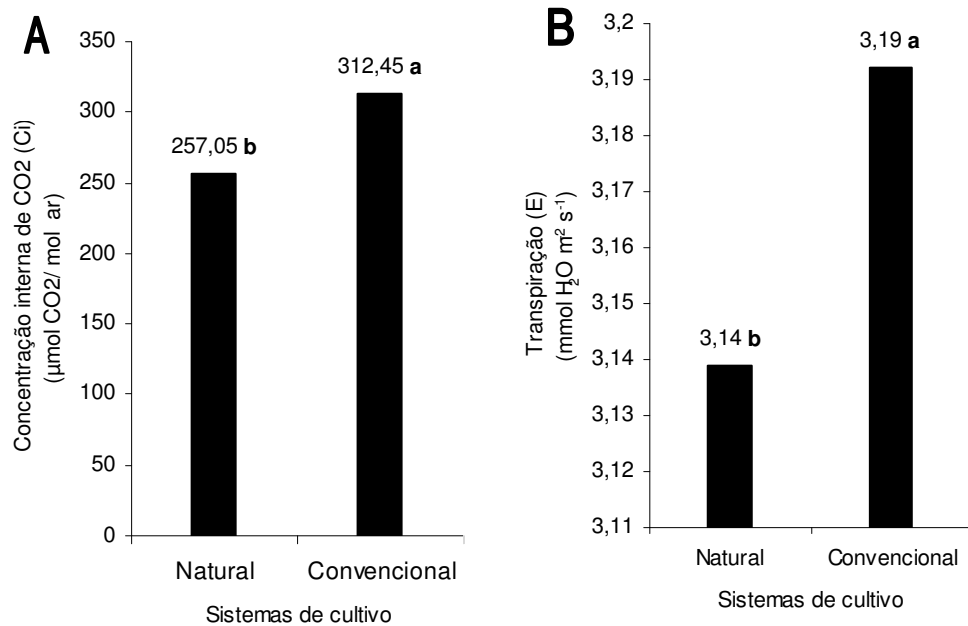


Figura 19 - A - Concentração de CO₂ (Ci) e **B** – Transpiração (E). Os dados foram coletados em plantas de tomate do quinto plantio do cultivo natural e plantas do segundo plantio do cultivo convencional. Letras diferentes indicam diferença significativa entre os cultivos pelo teste F (Apêndice A).

Plantas de tomate do cultivo natural, em solo não adubado, tiveram, em função da baixa condutância estomática, menores taxas de transpiração e concentração interna de CO₂ quando comparadas às plantas que receberam adubação nitrogenada (Figura 19A). No cultivo convencional, que recebe adubação nitrogenada, a disponibilidade de água é mais determinante para a produtividade (CLARK et al., 1999). A água move-se em direção às regiões de baixo potencial hídrico, em outras palavras, a água se move de regiões de maiores potenciais hídricos (mais água) para as de menores potenciais hídricos (menos água). O potencial hídrico decresce continuamente do solo até as folhas. Em ambientes naturais o potencial hídrico da planta tem que ser menor que o do solo, só assim a planta absorve água. A maioria dos adubos químicos contém sais inorgânicos dos principais macronutrientes nitrogênio (sulfato de amônio), fósforo e potássio (cloreto de potássio) (TAIZ; ZEIGER, 2004). Esses fertilizantes diminuem o potencial hídrico do solo, fazendo com que a planta fique com o potencial hídrico maior que o do solo adubado e encontre muita dificuldade em absorver a água e com ela o adubo. Esse fenômeno é chamado de seca fisiológica e pode ocorrer também em solos salinos (PRIMAVESI, 1981; TAIZ; ZEIGER, 2004). Em geral esse fenômeno não ocorre em

cultivos adubados, pois as irrigações maciças, ao diluírem os adubos, não deixam o solo adubado ficar com o potencial hídrico menor do que o da planta. Não foi observada seca fisiológica no cultivo convencional em função das irrigações freqüentes, no entanto a condutância estomática era grande mesmo em dias ensolarados e por isso eram observadas plantas um pouco murchas. Ao contrário do que se observava nas plantas do cultivo natural em que as plantas se encontravam normalmente túrgidas em dias ensolarados. Esses fatos evidenciam serem as plantas do cultivo natural mais eficientes na absorção e conservação de água devido aos tratos culturais recebidos desde a germinação das sementes.

5.9.1.1 Tamanho das plantas e densidade da folha

A fotossíntese cai com a diminuição de nitrogênio no solo. A mudança na fotossíntese não é responsável pela redução na taxa de alongamento foliar que resulta na diminuição do tamanho das folhas, pois a fotossíntese só começa a cair, por causa da deficiência de nitrogênio, depois de estabelecida a diminuição dos níveis de alongamento foliar pela falta de água. Em geral a deficiência de nitrogênio, que levará a planta a absorver menos água, reduz o desenvolvimento da parte aérea mais fortemente que a redução dos níveis de fotossíntese. A densidade das folhas de tomate aumentou 50% em plantas com estresse de nitrogênio por serem menores em função da menor quantidade de água absorvida (CHAPIN; WALTER; CLARKSON, 1988; TAIZ; ZEIGER, 2004). Os dados da Tabela 7 mostram que as plantas do cultivo natural foram 2,3 vezes menores que as do cultivo convencional e tiveram, na fase reprodutiva, a taxa de fotossíntese líquida (A) 57,22% maior que a do cultivo convencional (Figura 20). Pelo descrito por Chapin; Walter; Clarkson, (1988) a menor quantidade de nitrogênio no solo do cultivo natural não foi suficientemente pequena para reduzir as taxas de fotossíntese líquida (Figura 20), mas capaz de reduzir a absorção de água (Figura 19B) e, conseqüentemente, o tamanho das plantas (Tabela 7).

Tabela 7 – Análises físicas de plantas e frutos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) produzidos em sistema de cultivo natural e convencional. Vila Velha – ES, 2005.

Variáveis	Sistema de cultivo	
	Natural	Convencional
Altura planta (cm)	84,20 b ¹	110,65 a
Dimensão foliar (un)	357,15 b	835,00 a
Peso (g)	113,27 b	180,03 a
Volume (cm ³)	127,58 b	203,20 a

¹ Médias com letras diferentes, nas linhas, indicam diferença significativa pelo teste F (Apêndice A).

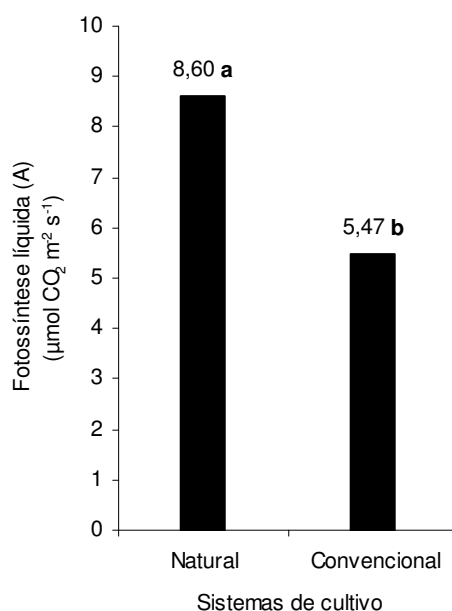


Figura 20 - Fotossíntese líquida (A). Os dados foram coletados em plantas de tomate do quinto plantio do cultivo natural e plantas do segundo plantio do cultivo convencional. Letras diferentes indicam diferença significativa entre os cultivos pelo teste F (Apêndice A).

Plântulas de tomateiro que cresceram em solução com mais N têm cerca de três vezes mais peso que as plântulas crescidas em meio com menos N. As folhas das plântulas desenvolvidas em solução com mais N foram cerca de duas vezes maiores e tiveram a condutância estomática e a concentração de CO₂ maiores, quando comparadas com as folhas de plântulas que receberam menos N na solução nutritiva

(CHAPIN; WALTER; CLARKSON, 1988). Esses resultados confirmam os mostrados nas Tabela 8 e Figuras 18 e 19 A.

Hunt; McNeil (1998) demonstram que pouco nitrogênio no solo pode conferir proteção contra as injúrias causadas pelos raios ultravioletas e que o aumento nos teores de nitrogênio nas plantas, devido aos fertilizantes ou poluição, podem conduzir a mudanças na sensibilidade a esses raios.

5.9.1.2 Eficiência do uso da água

As plantas do cultivo natural e convencional obtiveram de fotossíntese líquida, respectivamente, 8,596 e 5,466 $\mu\text{mol CO}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$. As plantas de tomate se comportaram como plantas herbáceas de sombra as quais têm a média dos valores máximos de fotossíntese líquida (A) variando entre 5 e 10 $\mu\text{mol CO}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$ (Figura 20) (LARCHER, 2000). A eficiência no uso da água (EUA) é a razão entre o carbono assimilado e o volume de água transpirado. Somente uma pequena quantidade de água que circula na planta é usada nos processos metabólicos, sendo a maior parte perdida para atmosfera na transpiração (MARENCO; LOPES, 2005). O cultivo natural teve menores valores de transpiração (E) (Figura 19B) e de condutância estomática (g_s) (Figura 18) levando a uma maior eficiência do uso de água (EUA) (Figura 21), o que na prática, segundo Brandão Filho et al. (2003), resulta em menor demanda de água pelas plantas. O cultivo natural teve de EUA 3,11 $\mu\text{mol CO}_2/\text{mmol H}_2\text{O}$ (Figura 21), ou seja, a cada quilo de água transpirada, 3,11 gramas de gás carbônico são fixados. O cultivo convencional teve 1,4 $\mu\text{mol CO}_2/\text{mmol H}_2\text{O}$ de EUA e foi menor que o cultivo natural, porém se encontra dentro dos limites de normalidade das plantas C_3 , 1 a 3 $\text{g CO}_2/\text{kg de H}_2\text{O}$ transpirada, (MARENCO; LOPES, 2005; BRANDÃO FILHO al et., 2003) enquanto as plantas do cultivo natural tiveram valores de EUA maiores que o limite superior mostrado por esses autores. Um fruto de tomate do cultivo natural, pesando 100g, gastou 1,42 litros de água para fixar 4,42 g de CO_2 (Tabela 8) enquanto um fruto do cultivo convencional, de mesmo peso, gastou 3,00 litros de água para fixar 4,20 g de CO_2 (Tabela 8).

Tabela 8 – Análises física em folhas e frutos de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) produzidos em sistema de cultivo natural e convencional. Vila Velha – ES, 2005.

Variáveis	Sistema de cultivo	
	Natural	Convencional
Densidade fruto (g/cm ³)	0,90 a ¹	0,89 a
Teor de água da folha (%)	89,93 b	91,64 a
Teor de água do fruto (%)	95,09 b	95,40 a
Matéria seca da folha (%)	10,07 a	8,36 b
Peso da folha (g)	21,05 b	34,10 a
Matéria seca do fruto (%)	4,92 a	4,60 b
Cinzas do fruto (%)	0,49 a	0,40 b
Matéria seca do fruto livre de cinzas (%)	4,42 a	4,20 b

¹ Médias com letras diferentes, nas linhas, indicam diferença significativa pelo teste F (Apêndice A).

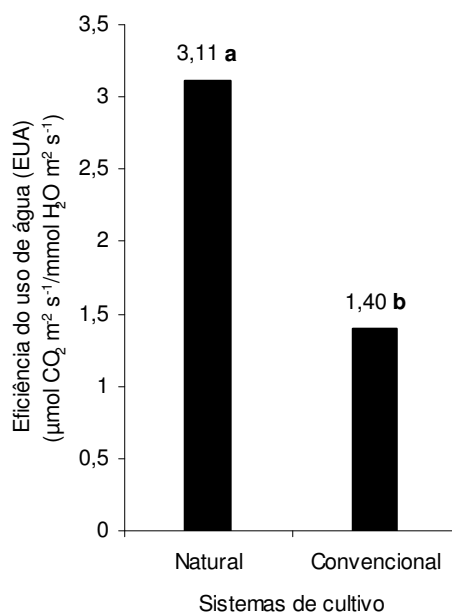


Figura 21 - Eficiência do uso de água (EUA). Os dados foram coletados em plantas de tomate do quinto plantio do cultivo natural e plantas do segundo plantio do cultivo convencional. Letras diferentes indicam diferença significativa entre os cultivos pelo teste F (Apêndice A).

Parece que as plantas adubadas se tornam uma super bomba de sucção de água do solo para a atmosfera e vindo nesse arraste os nutrientes dos fertilizantes artificiais que se tornam a causa de absorver água constantemente e em grandes

quantidades. Todo esse processo elimina, por completo ou em parte, as defesas das plantas aos ataques de insetos, fungos e bactérias que, por encontrarem farta fonte de recursos alimentar nesses vegetais, tornam-se pragas e doenças. São plantas tão desequilibradas que não têm defesas próprias e ficam totalmente dependentes da defesa externa conferida por agrotóxicos cada vez mais perigosos para a saúde humana.

Todos os trabalhos referentes à nutrição de plantas de tomate são unânimes em afirmar ser o potássio o elemento mais absorvido por essas plantas, e esse elemento é fundamental para que o estômato se mantenha aberto ou fechado. As plantas do cultivo natural acumularam mais potássio, que provavelmente esteja influenciando diretamente a condutância estomática e conseqüentemente a economia de água dessas plantas.

A menor condutância (Figura 18) obtida pelas plantas do cultivo natural parece ser uma característica natural das plantas de tomate, pois a planta sob estresse hídrico estabelece mudanças fisiológicas para manter a água em seus tecidos e para isso fecha os estômatos para não perder água, porém as plantas do cultivo natural foram tão irrigadas quanto às do cultivo natural e mesmo assim a condutância estomática foi menor nesse cultivo.

5.9.1.3 Peso, volume, teores de água e matéria seca

No cultivo convencional o aumento da concentração interna de CO_2 não foi acompanhado pelo aumento das taxa de fotossíntese líquida. As médias do peso e do volume dos frutos produzidos no sistema convencional foram 58,94% e 59,27%, respectivamente, maiores que as do cultivo natural (Tabela 7). Porém as médias dos sólidos solúveis totais (Tabela 9), da matéria seca, da matéria seca livre de cinzas e de cinzas do cultivo natural (Tabela 8) foram 7,1%, 7%, 5,24% e 22,5%, respectivamente, maiores que as mesmas médias dos frutos de tomate do cultivo convencional. Toor et al. (2006) também encontraram 7,85% e 3,12% a mais de sólidos solúveis totais e matéria seca, respectivamente, em tomates no estágio

vermelho cultivados somente com cobertura morta do que em tomates cultivados com sulfato de amônio.

Tabela 9 – Análises físico-químicas de frutos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) produzidos em sistema de cultivo natural e convencional. Vila Velha – ES, 2005.

Variáveis	Sistema de cultivo	
	Natural	Convencional
Ácido cítrico (g/100g)	0,48 a ¹	0,50 a
Vitamina C (mg/100g)	30,26 a	29,92 a
pH	3,72 a	3,72 a
Perda de água dos frutos (%)	5,62 a	2,69 b
Sólidos solúveis totais (°Brix)	6,21 a	5,80 b

¹ Médias com letras diferentes, nas linhas, indicam diferença significativa pelo teste F (Apêndice A).

Parece que a adubação, a base de N (sulfato de amônio), P e K (cloreto de potássio), aplicada no cultivo convencional confere à planta uma maior capacidade, ou necessidade, de absorver mais água, pois segundo Taiz e Zeiger (2004) o acúmulo de nutrientes como K, Cl e NO_3^- aumentam a pressão osmótica dentro das células para promover o alongamento celular e, conseqüentemente, o crescimento da planta como um todo.

Ao se somar as médias das quantidades de NO_3^- encontrados nos frutos e folhas de ambos os cultivos, observa-se que as plantas do cultivo convencional têm 30,57% a mais de NO_3^- que as plantas do cultivo natural. Esse acúmulo de NO_3^- nos tecidos vegetais pode indicar que existe uma grande correlação linear entre os conteúdos de água nas plantas de tomate e nitrato acumulado nos tecidos vegetais, como a observada por Navarro et al., (1999). Essa correlação no cultivo convencional sugere que a menor fotossíntese líquida (Figura 20), a maior condutância estomática (Figura 18), e a maior transpiração (Figura 19B) encontradas no cultivo convencional estejam sendo diretamente influenciadas pela adubação nitrogenada.

Em determinado ambiente a condutância estomática (g_s) é diretamente influenciada pelo grau de abertura, tamanho, arranjo e densidade dos estômatos. As plantas

cultivadas e as heliófitas apresentam valores de g_s altos, variando de 0,3 a 0,5 mol $H_2O\ m^{-2}\ s^{-1}$ (LACHER, 2000). As plantas do cultivo convencional apresentaram de g_s de 0,31 mol $H_2O\ m^{-2}\ s^{-1}$. Os valores de g_s que variam de 0,16 a 0,25 mol $H_2O\ m^{-2}\ s^{-1}$ são atribuídos às árvores decíduas que respiram menos e têm mecanismos para diminuir a transpiração sob estresse hídrico (LACHER, 2000). O valor de g_s nas plantas do cultivo natural foi de 0,243 mol $H_2O\ m^{-2}\ s^{-1}$, portanto essas plantas em função do método de cultivo estão se mostrando mais capazes de conservar água (Figura 19B), e provavelmente, respirando menos, o que poderia explicar os maiores valores obtidos na fotossíntese líquida obtida nesse cultivo (Figura 20). A disponibilidade de nutrientes está entre os fatores que afetam a respiração dos vegetais. Geralmente o aumento da disponibilidade de nutrientes provenientes de adubação química causa o aumento na respiração, devido ao maior consumo de ATP para o transporte dos íons do fertilizante para o interior da planta. Esse processo é conhecido como respiração salina (MARENCO; LOPES, 2005). Os tomateiros do cultivo convencional foram cultivados em solos, que antes da adubação destinada ao tomate, já tinham 55,62% a mais de nutrientes que os solos não adubados do cultivo natural (Tabela 2). A quantidade de nutrientes nesse cultivo pode ser a causa do grande tamanho das plantas e frutos e a menor taxa de fotossíntese líquida.

As concentrações internas de CO_2 têm efeito insignificante sobre as concentrações de matéria seca e sólidos solúveis totais dos frutos de tomate. O floema transporta água e fotoassimilados sendo a água responsável pelo aumento do tamanho de frutos de tomates. A diminuição desse transporte, acompanhado por um aumento da concentração de fotoassimilados, resulta em frutos menores, mas com maiores concentrações de matéria seca e sólidos solúveis totais (GUICHARD et al., 2001). A concentração de matéria seca nas folhas e frutos foi maior nas plantas de tomate sob altos déficits de pressão de vapor da folha ($VpdL$), do que naquelas sob baixos $VpdL$ (Figura 22). O aumento da $VpdL$ leva à redução da água transportada pelo xilema de toda a planta (GUICHARD et al., 2001). O cultivo natural teve o maior $VpdL$ (Figura 22), por isso a concentração de matéria seca (Tabela 8), nas folhas e frutos de tomates do cultivo natural, foi, respectivamente, 20,45% e 6,96% significativamente maior que nas folhas e frutos do cultivo convencional. Esse maior $VpdL$ proporcionou menos água nas folhas e frutos tomate do sistema de cultivo

natural (Tabela 8) e maiores concentrações de sólidos solúveis totais nesses frutos (Tabela 9).

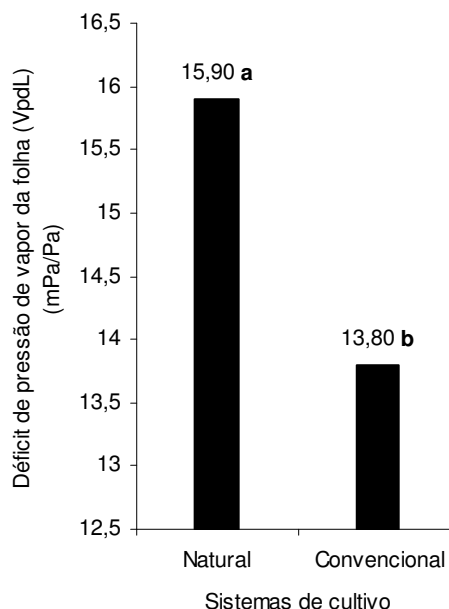


Figura 22 - Déficit de pressão de vapor da folha (VpdL). Os dados foram coletados em plantas de tomate do quinto plantio do cultivo natural e plantas do segundo plantio do cultivo convencional. Letras diferentes indicam diferença significativa entre os cultivos pelo teste F (Apêndice A).

5.9.2 Clorofila

As concentrações de clorofila determinada pelo método de Arnon (1949) e pelo SPAD-502 apresentaram correlação positiva e significativa com a produção de matéria seca da parte aérea das plantas de tomate. Os coeficientes de correlação obtidos com o medidor SPAD foram maiores que aqueles com o método tradicional indicando que o aparelho tem maior capacidade de prognóstico que o método padrão. As correlações entre as concentrações de clorofila determinadas com o SPAD e as formas de N foram sempre maiores que as obtidas com o método padrão, indicando que o medidor representa melhor alternativa para inferir sobre o estado nitrogenado do tomateiro. A relação entre as concentrações de clorofila obtidas em laboratório pelo método padrão e as leituras obtidas com o medidor SPAD permitiu o ajuste de equação linear e significativa, indicando que as leituras

obtidas com o medidor podem ser utilizadas para estimar as concentrações de clorofila determinadas pelo método padrão (GUIMARÃES et al.).

As leituras, obtidas com o medidor portátil de clorofila SPAD-502, podem ser utilizadas para estimar a produção de matéria seca da parte aérea e o teor de nitrogênio do tomateiro, já que existe uma grande correlação entre esses e as concentrações de clorofila do limbo foliar medida por esse aparelho (GUIMARÃES et al. 1999; NEVES et al., 2005). Os resultados obtidos no sistema de cultivo convencional estabeleceram a relação direta entre o teor de clorofila (Figura 23 e Tabelas 10 e 12), a produção de matéria seca da parte aérea (Tabela 8) e os teores de N (Tabela 12) no fruto. Observando-se as médias significativamente diferentes da clorofila na fase reprodutiva (Figura 23), a altura das plantas e a dimensão das folhas, vê-se que a correlação descrita por Guimarães et al. (1999) existiu nessa fase nas duas cultivares no cultivo convencional (Figura 23). Portanto esses resultados mostram que as maiores médias dos valores do SPAD estão relacionadas com as maiores médias de altura da planta, das dimensões da folha (Tabela 7) e os teores de N nas plantas.

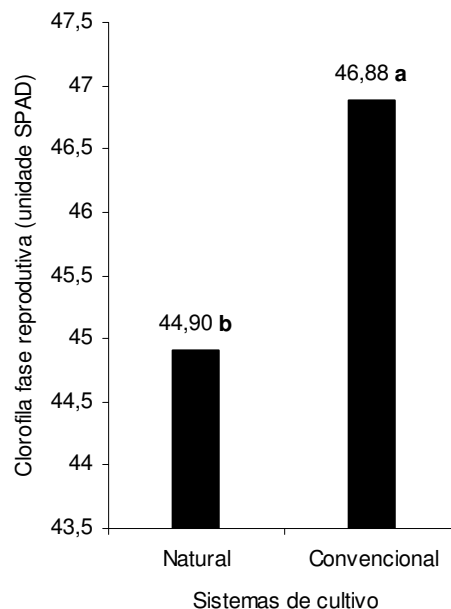


Figura 23 - Clorofila (SPAD) obtida em folhas de plantas na fase reprodutiva em sistemas de produção natural e convencional. Letras diferentes sobre a coluna indicam diferença significativa entre os sistemas de cultivo de acordo com o teste F (Apêndice A).

Tabela 10 – Interação entre o sistema de cultivo e cultivar para a variável clorofila na fase vegetativa

Sistema de cultivo	Clorofila fase vegetativa (SPAD)	
	cv. Gaúcho	cv. Salada Especial
Natural	35,04 Ba ¹	39,62 Aa
Convencional	39,06 Aa	37,69 Ba

¹ Médias com letras maiúsculas diferentes na mesma linha, ou letras minúsculas diferentes na mesma coluna, indicam diferença significativa pelo teste de Tukey (P < 0,05).

5.10 MACRO E MICRO NUTRIENTES NO FRUTO

Os frutos do cultivo natural acumularam significativamente mais K que os frutos do cultivo convencional (Tabelas 11 e 12). Quanto ao Ca acumulado nos frutos houve diferença significativa entre as cultivares (Tabelas 11 e 13). Não houve diferença significativa quanto aos teores de Ca encontrados em ambos os cultivos, porém se fossem avaliadas simplesmente as médias ver-se-ia que os frutos do cultivo natural acumularam 6,82% mais Ca que os frutos do cultivo convencional. Pereira et al. (1996) avaliaram a resposta de mudas de quatro espécies florestais pioneiras. Plantas adubadas com N-NO₃⁻ acumularam maior quantidade de Ca e K do que as adubadas com N-NH₄⁺. A colonização micorrízica foi menor em todas as espécies adubadas com N-NH₄⁺ do que naquelas adubadas com N-NO₃⁻ (PEREIRA et al., 1996). As plantas não adubadas do cultivo natural por tenderem a absorver mais N-NO₃⁻ que N-NH₄⁺, estão apresentando acúmulos de Ca e K compatíveis com plantas que absorvem mais N-NO₃⁻.

Todos os elementos analisados na Tabela 11 tiveram a ordem decrescente de macronutrientes absorvidos semelhante aos mostrados por Filgueira (2003) que foi K, N, P, Ca, Mg e S. A seqüência do cultivo natural foi K, N, Ca, Mg, P, e S e a do convencional foi K, N, Ca, P, Mg e S. O K junto com o N e P, constitui cerca de 93% das substância minerais dos frutos de tomate (NUEZ, 2001). Nos cultivos natural e convencional essa porcentagem foi de 87,6% e 88, 23%, respectivamente.

Tabela 11 – Resultados analíticos de macro e micronutrientes em frutos das cv. ‘Gaúcho’ e ‘Salada Especial’ produzidos nos sistemas de cultivo natural e convencional.

Sistema de cultivo	Cultivar	Elementos										
		N	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Fe	Mn	Cu	B
Natural	‘Gaúcho’	3,19	0,30	5,00	0,77	0,21	0,17	37,51	204,40	13,39	17,89	15,48
	‘Salada Especial’	2,86	0,28	5,03	0,64	0,20	0,15	26,84	150,20	9,89	16,12	14,48
Convencional	‘Gaúcho’	3,57	0,34	4,31	0,70	0,22	0,20	38,31	107,00	11,40	12,00	15,16
	‘Salada Especial’	3,19	0,27	4,28	0,62	0,20	0,19	28,97	97,80	11,90	12,25	14,64

N, P, K, Ca, Mg, S e Zn em dag/kg = % Zn, Fe, Mn, Cu e B em mg/kg = ppm

Os nutrientes P, Ca, Mg, Zn, Mn e B (Tabelas 11, 12 e 13) não apresentaram diferença significativa entre os teores encontrados nos cultivo natural e convencional. O potássio, o cobre e o ferro foram significativamente maiores no cultivo natural que os teores encontrados no cultivo convencional. O K é o mineral mais abundante e é o que tem uma maior influência na qualidade do fruto. O potássio ativa muitas enzimas envolvidas na respiração e na fotossíntese. O Ca e o K, que se encontram nas plantas como os cátions K^+ e Ca^{2+} têm um importante papel na regulação do potencial osmótico das células vegetais. (TAIZ; ZEIGER, 2004). A condutância estomática foi significativamente menor no cultivo natural, indicando que os estômatos se mantiveram mais fechados que no cultivo convencional. O aumento do Ca^{2+} no citosol, em parte obtido das reservas intracelulares, é o responsável pelo fechamento estomático induzido pelo ácido abscísico (ABA), um hormônio vegetal antiestresse. O aumento do pH do citosol, promovido pelo ABA, ativa os canais de membrana para efluxo de do K^+ , aparentemente pelo aumento do número de canais disponíveis para a ativação.

Os teores de N e S foram significativamente maiores no cultivo convencional (Tabela 12). As concentrações de proteínas, aminoácido livre total e nitrato, que são compostos nitrogenados, mostraram que, nesse experimento, as médias sempre foram maiores para as plantas do cultivo convencional. A concentração maior de nitrogênio nos frutos do cultivo convencional se deve a esses compostos nitrogenados que são gerados nas plantas para formar alguma proteína.

Tabela 12 – Análise química em frutos e de clorofila em folhas de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) produzidos em sistema de cultivo natural e convencional. Vila Velha – ES, 2005.

Variáveis	Sistema de cultivo	
	Natural	Convencional
N (%)	3,02 b ¹	3,38 a
K (%)	5,02 a	4,29 b
S (%)	0,16 b	0,20 a
Fe (ppm)	177,30 a	102,40 b
Mn (ppm)	11,64 a	11,65 a
Cu (ppm)	17,00 a	12,12 b
B (ppm)	14,98 a	14,90 a
Clorofila fase vegetativa (SPAD)	37,33 a	38,38 a

¹ Médias com letras diferentes, nas linhas, indicam diferença significativa pelo teste F (Apêndice A).

Tabela 13 – Análise química em frutos de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) das cultivares "Gaúcho" e "Especial para salada". Vila Velha – ES, 2005.

Variáveis	Cultivar	
	'Gaúcho'	'Especial para salada'
P (%)	0,32 a ¹	0,28 b
Ca (%)	0,74 a	0,63 b
Mg (%)	0,22 a	0,20 b
Zn (ppm)	37,91 a	27,90 b

¹ Médias com letras diferentes, nas linhas, indicam diferença significativa pelo teste F (Apêndice A).

As plantas do cultivo natural absorveram praticamente os mesmos teores de nutrientes que as plantas adubadas do cultivo convencional (Tabela 11).

As plantas nutridas por nitrato acumulam mais Ca, Mg e K (PRIMAVESI, 1981). Os frutos de tomate cultivados na agricultura natural apresentaram médias maiores desses três elementos químicos que as médias dos frutos do cultivo convencional.

A planta ao absorver o nitrogênio amoniacal, proveniente do fertilizante sulfato de amônio, necessita de uma rápida metabolização para evitar o seu acúmulo na seiva

vegetal (PRIMAVESI, 1981; TAIZ; ZEIGER, 2004). Para isso essa planta necessitará de muito mais fósforo do que aquelas que absorvem nitrato, como as plantas do cultivo natural. Embora tenha havido diferença significativa entre as cultivares (Tabela 13) e não tenha havido diferença entre os cultivos, a média do teor de P nos frutos do cultivo convencional foi 5,17% maior que a média do cultivo natural, confirmando a necessidade que as plantas adubadas artificialmente têm em produzir e consumir mais energia (ATP) para absorver mais água e assimilar o nitrogênio amoniacal.

5.11 TEMPO DE PRATELEIRA DOS FRUTOS E PERDA DE ÁGUA DOS FRUTOS

Os frutos do cultivo natural permaneceram mais firmes e, portanto, comercializáveis por exatos seis dias a mais que os frutos do cultivo convencional. Os frutos do cultivo natural permaneceram mais dias nas fases iniciais de amadurecimento (Tabela 14 e Figura 24) e tiveram 17% a mais de potássio em seus tecidos que os frutos convencionais (Tabela 12), inferindo que, segundo Moura et al., (2005), a atividade da enzima poligalacturonase (PG) foi retardada pela maior concentração de potássio encontrada nos frutos do cultivo natural. Toor et al. (2006) encontraram 3,9% a mais de K nos frutos de tomate cujas plantas não receberam suplementação alguma de nitrogênio, apenas foram protegidas por cobertura morta de grama (mulch).

Tabela 14 - Números de dias em tempo de prateleira que as cultivares de tomate produzidos nos sistemas de cultivo natural e convencional permaneceram em cada um dos estádios de maturação.

Estádio de maturação	Tempo de prateleira (dias)	
	Natural	Convencional
Verde maduro	3	1
Pintado	2	1
Rosado	3	2
Vermelho	3	2
Vermelho maduro	3	2
Vermelho passado	1	1
Total	15	9

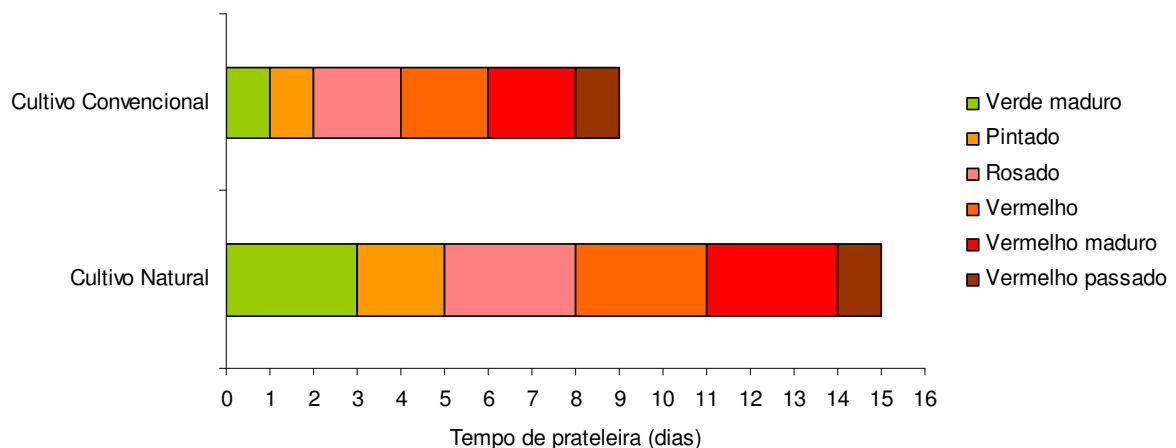


Figura 24 – Número de dias em que os frutos, de cada um dos cultivos, permaneceram em cada estágio de maturação.

Os frutos utilizados na avaliação do tempo de prateleira foram pesados no primeiro dia das anotações e no último dia. A diferença entre o peso inicial e o peso final determinou a perda de água de cada fruto. Os frutos do cultivo natural perderam em média 5,62% de seu peso em água e os de cultivo convencional 2,69%. A perda de água dos frutos naturais foi significativamente maior que os frutos convencionais. Assim como as plantas que absorvem mais nitrogênio acumulam mais água em seus tecidos, os frutos do cultivo convencional têm 38,16% a mais de nitrato que os frutos

do cultivo natural, podendo ser essa a causa dos frutos produzidos no sistema de cultivo convencionais perderem menos água.

A menor perda de água dos frutos está relacionada com a maior firmeza desses frutos à temperatura de estocagem de 20°C (ROBERT et al., 2002). Embora teste de firmeza não tenha sido feito nos frutos desse experimento, os frutos do sistema de cultivo natural perderam mais água (Tabela 9), mas se mantiveram tão firmes quanto os frutos no estágio vermelho maduro do sistema de cultivo convencional, no ensaio para determinação do tempo de prateleira.

Os teores de Vitamina C (Tabela 9), encontrados nos frutos de ambos os cultivos, se encontram entre os valores de 18 a 40 mg/100 g determinados por Alvarenga (2000), em frutos de tomate maduros e crus. Os sólidos solúveis totais dos frutos do sistema de cultivo natural foram significativamente maiores que os do sistema de cultivo convencional (Tabela 9). No entanto, os teores de sólidos solúveis totais desses últimos se encontram dentro dos limites determinados por Alvarenga (2000), 3,48 a 6,00%, enquanto os teores encontrados nos frutos do cultivo natural (Tabela 9) ultrapassaram em 3,5% o valor máximo apresentado por esse autor.

Após cinco plantios, a planta de tomate do cultivo natural está mais adaptada ao ambiente em que foi exposta de Maio de 2004 até Dezembro de 2005. Várias observações feitas durante esse tempo confirmam a adaptação da planta. Os mais marcantes foram o aumento da resistência a pragas e doenças a cada cultivo e a precocidade da produção dos frutos em relação aos frutos do cultivo convencional. Ao menos nesse ambiente em que o cultivo foi conduzido, provavelmente, cada planta de tomate irá produzir bem menos que a agricultura convencional. A solução para aumentar a produção já foi testada nesse experimento: adensar o espaçamento até certo limite. Esse limite ficará dependente da cultivar e do meio ambiente em que se instalar a agricultura natural. Até o quarto plantio foram selecionadas plantas para a produção de sementes para o plantio seguinte sempre plantas mais saudáveis independentes de sua produtividade. No quinto plantio somente plantas saudáveis e produtivas foram selecionadas para fornecer sementes para os plantios futuros.

6 CONCLUSÃO

Para a conversão da agricultura convencional ou orgânica para a agricultura natural, o início dos trabalhos de campo deve coincidir com o período que não favoreça as doenças que causam maior dano à cultura em conversão. Uma grande perda na lavoura, como a que ocorreu no primeiro plantio do cultivo natural, pode servir de desestímulo ao produtor.

O sistema de cultivo convencional, com a utilização da adubação química e de agrotóxicos, aumentou a produtividade em 165%, mas também aumentou o teor de aminoácidos livres totais em 305,53% e diminuiu o de compostos fenólicos em 26,93% nas plantas de tomateiros, deixando-as, possivelmente, mais susceptíveis à infecção de patógenos e infestação de insetos. Estudos posteriores deverão ser feitos para verificar se o acúmulo de aminoácidos livres totais que ocorreu no cultivo convencional tem como uma das causas a fenilalanina que não está sendo convertida em compostos fenólicos.

A repetição da cultura do tomate nos mesmos canteiros do sistema de cultivo natural mostrou-se eficiente para melhorar a produção, que no primeiro plantio foi nula e no quarto plantio consecutivo foi de 21 t/ha. A repetição de cultura pode ser recomendada para o cultivo da cultura de tomate desde que conduzidos por métodos de agricultura natural.

Nas plantas de tomate cultivadas em solos que, antes da adubação para o cultivo convencional, já tinham 55,62% a mais de nutrientes que os solos não adubados do cultivo natural, a produção de fenol total das folhas e frutos de tomates produzidos no cultivo convencional foi 26,93% menor que nas plantas de tomate cultivadas no método natural. Os solos do cultivo natural têm menos nutrientes do que os solos do cultivo convencional e pode ser que por isso produziram plantas com 36,86% a mais de compostos fenólicos.

A fase bioquímica da fotossíntese das plantas de tomate cultivadas pelos métodos da agricultura natural foi mais eficiente do que a das plantas cultivadas com adubação química e agrotóxicos.

A condutância estomática das plantas do sistema de cultivo natural proporcionou a melhor eficiência entre a absorção de CO_2 e a perda de água. Essa eficiência pode estar diretamente relacionada aos maiores teores de potássio absorvido pelas plantas.

A eficiência do uso de água (EUA) das plantas do sistema de cultivo natural foi maior do que a do sistema de cultivo convencional e também maior que a normalmente encontrada nas plantas C_3 .

O teor mais elevado de potássio acumulado nos frutos do cultivo natural pode ter tido influência direta nos seis dias a mais no tempo de prateleira desses frutos.

Os frutos produzidos no sistema de cultivo natural mantiveram-se mais firmes por seis dias a mais que os frutos produzidos no sistema de cultivo convencional.

As plantas de ambos os cultivos acumularam teores de nutrientes bem semelhantes em seus tecidos, mostrando que todos os métodos adotados pelo cultivo natural conferem eficiência ecofisiológica à planta para que se desenvolva bem sem os aportes agroquímicos.

7 REFERÊNCIAS

ALMEIDA, D. P. F., HUBER, D. J. Apoplastic pH and inorganic ion levels in tomato fruit: a potential means for regulation of cell wall metabolism during ripening. **Physiologia Plantarum**, Lund, n. 105, p. 506-512, 1999.

ALTIERI, M. A. **Agroecologia: as bases científicas da agricultura alternativa**. Rio de Janeiro: PTA/FASE, 1989.

ALVARENGA, Marco Antônio Rezende **Cultura do tomateiro**. Lavras: UFLA, 2000

ALVEY, S.; YANG, C. H.; BUERKERT, A.; CROWLEY, D. E. Cereal/legume rotation effects on rhizosphere bacterial community structure in west african soils. **Biology and Fertility of Soils**, Firenze, v. 37, n. 2, p. 73, 82-33, 2003

BENINNI, E.R.Y.; TAKAHASHI, H.W.; NEVES, C.S.V.J.; FONSECA, I.C.B. Teor de nitrato em alface cultivada em sistemas hidropônico e convencional. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 2, p. 183 -186, 2002.

BOLWELL, G. P.; BELL, J. N.; CRAMER, C. L.; SCHUCH, W.; LAMB, C. J.; DIXON, R. A. L-Phenylalanine ammonia-lyase from *Phaseolus vulgaris*. Characterization and differential induction of multiple forms from elicitor-treated cell suspension culture. **European Journal of Biochemistry**, Oxford, v. 2, n. 149, p. 411- 419, 1985.

BRANDÃO Fº, J. U. T.; GOTO, R.; GUIMARÃES, F. V.; HABERMANN, G.; RODRIGUES, J. D.; CALLEGARI, O. Influência da enxertia nas trocas gasosas de dois híbridos de berinjela cultivados em ambientes protegido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 3, p. 474-477, 2003.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), **Portaria nº 085 de 06 de março de 2002**. Propõe o Regulamento técnico de identidade e qualidade para classificação de dezessete culturas (Consulta pública). Disponível

em:<<http://extranet.agricultura.gov.br/consultasislegis/do/consultaLei?op=viewTextual&codigo=6736>>. Acesso em 23 de Novembro de 2005.

BRASIL. Ministério da Agricultura. **Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado do Espírito Santo**. Rio de Janeiro: EMBRAPA-SNLCS, 1978.

BROETTO, F.; CROCOMO, O. J. Ação da luz UV e GA₃ sobre a atividade de enzimas do metabolismo secundário em células de cenoura *in vitro*. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Campinas, v. 7, n. 1, p. 61-66, 1995.

CAMPOS, A. D.; FERREIRA, A. G.; HAMPE, M. M. V.; ANTUNES, I. F.; BRANCÃO, N.; SILVEIRA, E. P.; DA SILVA, J. B.; OSÓRIO, V. A. Induction of chalcone synthase and phenylalanine ammonia-lyase by salicylic acid and *Colletotrichum lindemuthianum* in common bean. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Campinas, v. 15, n. 3, p. 129-134, 2003.

CAPORAL, F. R.; COSTABEBER, J. A. **Agroecologia: conceitos e princípios para a construção de estilos de agriculturas sustentáveis**. Disponível em: <<http://www.planetaorganico.com.br/trabCaporalCostabeber.htm>>. Acesso em 15 de Junho de 2004

CARVALHO, A. O.; NETO, J. J.; CARMO, M. G. F. Colonização de raízes de tomateiro por *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* em solução nutritiva com três fontes de nitrogênio. **Fitopatologia Brasileira**, Fortaleza, v. 30, n. 1, p. 26-32, 2005.

CASADO, G. G.; MOLINA, G. M.; GUZMÁN, S. E. **Introducción a la Agroecología como desarrollo rural sostenible**. Madrid: Mundi-Prensa, 2000.

CHABOUSSOU, Francis. **Plantas doentes pelo uso de agrotóxicos: a teoria da trofobiose**. Porto Alegre: L & PM, 1987.

CHAPIN, F. S.; WALTER, C. H. S.; CLARKSON, D. T. Growth response of barley and tomato to nitrogen stress and its control by abscisic acid, water relations and photosynthesis. **Planta**, Bonn, n. 173, p. 352-366, 1988.

CHAVES, A. L.; ROMBALDI, C.; ARAÚJO, J. de; BALAGUÉ, C.; PECH, J. C.; AYUB, R. A. Ciclo de maturação e produção de etileno de tomates (*Lycopersicon esculentum*, Mill.) transgênicos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 18, n. 1, p.116-120, 1999.

CLARK, M. S.; HORWATH, W. R.; SHENNAN, C.; SCOW, K. M.; LANTNI, W. T.; FERRIS, H. Nitrogen, weed and water as yield-limiting factors in conventional, low-input, and organic tomato systems. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Charlottetown, n. 73, p. 257-270, 1999.

EMBRAPA, Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. **Levantamento de Reconhecimento dos Solos do Estado do Espírito Santo**. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 1978.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: EMBRAPA Solos, 1999.

FERREIRA, Sila Mary Rodrigues. **Características de qualidade do tomate de mesa (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cultivado nos sistemas convencional e orgânico comercializado na região metropolitana de Curitiba**. 2004. 231 f. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) – Programa de Pós-Graduação de Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2004.

FILGUEIRA, F. A. R. **Solanáceas**. Lavras: UFLA, 2003.

GUICHARD, S.; BERTIN, N.; LEONARDI, C.; GARY, C. Tomato fruit quality in relation to water and carbon fluxes. **Agronomie**, Avignon, v. 21, n. 4, 385-392 p. 2001.

GUIMARÃES, T. G.; FONTES, P. C. R.; PEREIRA, P. R. G.; ALVAREZ, V. H.; MONERAT, P. H. Teores de clorofila determinada por medidor portátil e sua relação com formas de nitrogênio em folhas de tomateiro cultivado em dois tipos de solos. **Bragantia**, Campinas, v. 58, n. 1, p.209-216, 1999.

GUZZO, S. D.; HARAKAVA, R.; KIDA, K.; MARTINS, E. M. F.; ROVERATTI, D. S. Proteção de cafeeiros contra *Hemileia vastatrix* por cloreto de benzalcônio (composto de amônio quaternário). **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 25, p. 339-345, 1999.

HATTORI, T.; NISHIYAMA, A.; SHIMADA, M. Induction of L-phenylalanine ammonia-lyase and suppression of veratryl alcohol biosynthesis by exogenously added L-phenylalanine in a white-rot fungus *Phanerochaete chrysosporium*. **FEMS Microbiology Letters**, Birmingham, v. 179, n. 2, p. 305-309, 1999.

HUNT, J. E.; McNEIL, D. L. Nitrogen status affects UV-B sensitivity of cucumber. **Australian Journal of Plant Physiology**, Camberra, v. 25, n. 1, p. 79-86, 1998.

IAL - INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz. Métodos químicos e físicos para análise de alimentos**, v. 1, 3ª ed., São Paulo: Imprensa Oficial do Estado de São Paulo (IMESP), 1985.

INBAR, M.; DOOSTDAR, H.; MAYER, R. T. Suitability of stressed and vigorous plants to various insect herbivores. **Oikos**, Lund, n. 94, p. 228-235, 2001.

JACKSON, L. E.; CALDERON, F. J.; STEENWERTH, K. L.; SCOW, K. M.; ROLSTON, D. E. Responses of soil microbial processes and community structure to tillage events and implications for soil quality. **Geoderma**, St. Paul, n. 114, p. 305-317, 2003.

JUNIOR, F. B. R.; SILVA, L. G.; REIS, V. M.; DÖBEREINER, J. Ocorrência de bactérias diazotróficas em diferentes genótipos de cana-de-açúcar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 5, p.985-994, 2000.

KEVAN, P.G.; CHITTKA, L.; DYER, A. G. Limits to the salience of ultraviolet: lessons from colour vision in bees and birds. **The Journal of Experimental Biology**, Cambridge, UK, v. 204, p. 2571-2580, 2001.

KIDD, N. A. C. The population dynamics of large pine aphid, *Cinara pinea* (Mordv.). I and II simulation of field population. **Researches on Population Ecology**, Tokyo, v. 32, p. 199-206, 1990.

KRONZUCKER, H. J.; ANTHONY D.M. GLASS, A. D. M.; SIDDIQI, M. Y. Inhibition of nitrate uptake by ammonium in barley analysis of component fluxes. **Plant Physiology**, Urbana, v. 120, p. 283-291, 1999.

LAMPKIN, N. **Agricultura Ecológica**. Madrid: Mundi-Prensa, 1998.

LARCHER, W. **Ecofisiologia Vegetal**. São Carlos: Rima, 2000.

LEITÃO FILHO, H. F. et al. **Ecologia da Mata Atlântica em Cubatão–SP**. Universidade Estadual Paulista, Campinas: Universidade de Campinas, 1993.

LE V.Q.; SAMSON G.; DESJARDINS Y. Opposite effects of exogenous sucrose on growth, photosynthesis and carbon metabolism of in vitro plantlets of tomato (*L. esculentum* Mill.) grown under two levels of irradiances and CO₂ concentration. **Journal of Plant Physiology**, Leipzig, v. 158, n. 5, p. 599-605, 2001.

LETOURNEAU, D. K.; DRINKWATER, L. E.; SHENNAN, C. Effects of soil management on crop nitrogen and insect damage in organic vs. conventional tomato fields. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Charlottetown, n. 57, p. 179-187, 1996.

MALAVOLTA, E.; REICHARDT, K. **Manual de química agrícola: nutrição de plantas e fertilizante do solo**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1976.

MANTOVANI, J. R.; CRUZ, M. C. P.; FERREIRA, M. E.; BARBOSA, J. C. Comparação de procedimentos de quantificação de nitrato em tecido vegetal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 40, n. 1, p. 53-59, 2005.

MARENCO, R. A.; LOPES, N. F. **Fisiologia vegetal**. Viçosa: UFV, 2005.

MARSCHNER, H. **Mineral Nutrition of Higher Plants**. 2^a ed. Washington: Academic Press, 1995.

MODAFAR, C. E.; TANTAOUI, A.; BOUSTANI, E. S. E. Differential induction of phenylalanine ammoni-lyase activity in date palm roots in response to inoculation with *Fusarium oxysporum* f. sp. *albedinis* and to elicitation with fungal wall elicitor. **Journal of Plant Physiology**, Leipzig, v. 158, n. 6, p. 715-722, 2001.

MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e bioquímica do solo**. Lavras: UFLA, 2002.

MOURA, M. L.; FINGER, F. L.; MIZOBUTSI, G. P.; GALVÃO, H. L. Fisiologia do amadurecimento na planta do tomate 'Santa Clara' e do mutante 'Firme'. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 1, p. 81-85, 2005.

MOURA, M. L.; MOURA, M. A.; PINTO, C. M. F.; FINGER, L. F. Amadurecimento de frutos de tomateiro cv. Santa Clara e de seu mutante natural 'Firme'. **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, MG, v. 27, n. 2, p. 3-8, 2002.

NAVARRO, R. C.; ADAMOWICZ, S.; ROBIN, P. Nitrate accumulation in plants: a role for water. **Journal of Experimental Botany**, Cambridge, UK, v. 50, n. 334, p. 613-624, 1999.

NEVES, O. S. C.; CARVALHO, J. G. de; MARTINS, F. A. D.; PÁDUA, T. R. P. de; PINHO, P. J. de. Uso do SPAD-502 na avaliação dos teores foliares de clorofila, nitrogênio, enxofre, ferro e manganês do algodoeiro herbáceo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 40, n. 5, p.517-521, 2005.

NUEZ, F. et al. **El cultivo del tomate**, Bilbao: Mundi-Prensa, 2001.

ODUM, E. P. **Ecologia**, Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1988.

OKADA, Mokiti. **A outra face da doença**, São Paulo: Fundação Mokiti Okada, 1986.

PASSOS, L. P. **Métodos analíticos e laboratorias em fisiologia vegetal**. Coronel Pacheco: EMBRAPA, 1996.

PEREIRA, E. G.; SIQUEIRA, J. O.; CURI, N.; MOREIRA, F. M. S.; PURCINO, A. A. C. Efeito da micorriza e do suprimento de fósforo na atividade enzimática e na resposta de espécies arbóreas ao nitrogênio. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Campinas, v. 8, n. 1, p. 59-65, 1996.

PEREIRA, E. G.; SIQUEIRA, J. O.; DO VALE, F. R.; MOREIRA, F. M. S. Influência do nitrogênio mineral no crescimento e colonização micorrízica de mudas de árvores. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 31, n. 9, p. 653-662, 1996.

PETKOVŠEK, M. M.; USENIK, V.; ŠTAMPAR, F. **The role of chlorogenic acid in the resistance of apples to apple scab (*Venturia inaequalis* (Cooke) G. Wind. Aderh.)** Zb. Bioteh. Fak. Univ. Ljublj. Kmet. v. 81, n. 2, 233-242 p. 2003.

PIZA, I. M. T.; LIMA, G. P. P.; BRASIL, O. G. 1 Atividade de peroxidase e níveis de proteínas em plantas de abacaxizeiro micropropagadas em meio salino. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 9, n. 4, p. 361-366, 2003.

POUDEL, D. D.; HORWATH; W. R.; LANINI, W. T.; TEMPLE, S. R.; BRUGGEN, A. H. C. Comparison of soil n availability and leaching potential, crop yields and weeds in organic, low-input and conventional farming systems in northern California. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Charlottetown, n. 90, p. 125-137, 2001

PRESSMAN, E.; BAR-TAL, A.; SHAKED, R.; ROSENFELD, K. The development of tomato root system in relation to the carbohydrate status of the whole plant. **Annals of Botany**, Bristol, v. 80, p. 533-538, 1997.

PRIMAVESI, Ana Maria. **O manejo ecológico do solo: agricultura em região tropical**, São Paulo: Nobel, 1981.

RADAM BRASIL, **Folhas SF. 23/24**. Rio de Janeiro: IBGE, 1983.

RESENDE, M. et al. **Pedologia: base para a distinção de ambientes**. Viçosa: NEPUT, 1995.

RIECHMANN, J. **Agricultura ecológica y rendimientos agrícolas: aportación a un debate inconcluso**. Documento de Tabalho 2/2000. Madrid: Fundación 1º de Mayo, 2000.

ROBERTS, K. P.; SARGENT, S. A.; FOX, A. J. Effect of storage temperatura on ripening and postharvest quality of grape and mini-pear tomatoes. **Proceedings of Florida State Horticultural Society**, Lake Alfred, n. 115, p. 80-84, 2002.

SAINJU, U. M.; SINGH, B. P.; WHITEHEAD, W. F. Comparison of effects of cover crops and nitrogen fertilization on tomato yield, root growth, and soil properties. **Scientia Horticulturae**, Scottsville Pietermaritzburg, n. 91, p. 201-214, 2001.

SASSAKI, R. M.; FELIPPE, G. M. Response of *Dalbergia miscolobium* Benth. Seedlings, a cerrado tree species, to mineral nutrient supply. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 21, n. 1, p.65-72, 1998.

SILVA, F. C. da. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Brasília: EMBRAPA, 1999.

STRINGHETA, P. C.; MUNIZ, J. N.; **Alimentos orgânicos: produção, tecnologia e certificação**. Viçosa: UFV, 2003.

SULLIVAN, T. Interaction between soil microbial communities and plant roots: a minireview. **Soil and Crop Sciences**, Colorado University, 16 p., 2004.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 3ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2004.

TAN, S. C. Phenylalanine ammonia-lyase and phenylalanine ammonia-lyase inactivating system: effects of light, temperature and mineral deficiencies. **Australian Journal of Plant Physiology**, Canberra, v. 7, n. 2, p. 159-167, 1980.

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**, Rome, n. 19, p. 20-27, 2006.

VIÉGAS, R. A.; SILVEIRA, J. A. G. da; SILVA, L. M. de M.; VIÉGAS, P. R. A.; Queiroz, J. E.; ROCHA, I. M. A. Redução assimilatória de NO_3^- em plantas de cajueiros cultivados em meio salinizado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 8, n. 2/3, p. 189-195, 2004.

WATANABE, T. **Caminho de volta**, São Paulo: Fundação Mokiti Okada, 2005 disponível em: <<http://www.messianica.org.br/immb/institucional/presidente/artigos/art019.asp>> acesso em: 23 de Dezembro de 2005.

ZAMBOLIM, L.; VENTURA, A. Resistência a doenças induzidas pela nutrição mineral das plantas. **Potafos- Informe Técnico**, Piracicaba, n. 75, p. 1-16, 1996.

ZANGRANDE, M. B.; REZENDE, S. B. de; RESENDE, M. **Caracterização e considerações sobre o manejo de um podzólico vermelho-amarelo abrupto dos platôs litorâneos do norte do Estado do Espírito Santo**. Vitória: EMCAPA, 1987.

ZHANG, H.; FORBE, B. G. Regulation of Arabidopsis root development by nitrate availability. **Journal of Experimental Botany**, Cambridge, UK, v. 51, n. 342, p. 51-59, 2000.

APÊNDICES

Apêndice A

Análise de variância da combinação de métodos de cultivo, natural e convencional, e duas cultivares de tomate 'Gaúcho' e 'Especial Salada', em experimento conduzido em delineamento de blocos casualizados – DBC com cinco repetições em um esquema fatorial 2 x 2.

FV	GL	QM					
		AP	DF	SST	pH	AC	VitC
Bloco	4	354,9170	89069,65	0,1675E-01	0,554925E-01	0,9312659E-03	25,42794
Cultivo	1	1407,003**	26895**	0,8405**	0,2E-4	0,1460935E-02	0,552781**
Cultivar	1	3500,217	1141265	0,4500E-02	0,288**	0,3116227E-02	199,5540
Cultivo x Cultivar	1	1945,378	28532,72	0,6845	0,125E-01	0,1487341E-01*	199,5540
Resíduo	12	11,10683	5988,363	0,1941667E-01	0,1338583E-01	0,2622547E-02	7,001896
CV (%)		3,4209	12,982	2,3205	3,1085	10,528	8,7936
Média geral		97,421	596,07	6,005	3,7220	0,48642	30,091

FV – fonte de variação; GL – grau de liberdade; QM – quadrado médio; CV – coeficiente de variação; AP – altura da planta (cm); DF – dimensão foliar (un); SST – sólidos solúveis totais (°Brix); pH – acidez (unidade); AC – ácido cítrico (g/100g); VitC – vitamina C (mg/100g); ** significativo a 1% pelo teste F; * significativo a 5% pelo teste F.

FV	GL	QM				
		PTPMS	PTFMS	ATLPMS	ATLFMS	NP
Bloco	4	0,1174233	2,244855	0,2650537E-01	0,2931525	0,4307261E-01
Cultivo	1	0,8538541 ^{ns}	44,96503*	0,4475258*	3,647208**	0,4520865**
Cultivar	1	0,7035241E-01	35,12888	0,2941384E-01	0,9106131E-02	0,2910537
Cultivo x Cultivar	1	0,3419698E-03	25,25499	0,5340209E-01	0,3166854	0,4029176
Resíduo	12	0,2724131	7,441036	0,7064494E-01	0,2203584	0,3466208E-01
CV (%)		16,867	12,621	19,86	26,438	0,90665
Média geral		9,3102	21,614	1,987	3,0421	20,535

FV – fonte de variação; GL – grau de liberdade; QM – quadrado médio; CV – coeficiente de variação; PTPMS – proteína total da polpa (g/100g MS); PTFMS – proteína total da folha (g/100g MS); ATLPMS – aminoácido total livre da polpa (g/100g MS); ATLFMS – aminoácido total livre da folha (g/100g MS); NP – nitrato da polpa (mg/100g); ** significativo a 1% pelo teste F; * significativo a 5% pelo teste F; ns – não significativo.

FV	GL	QM			
		NF	FLgP MF	FLvP MF	FLgP MS
Bloco	4	0,2069885E-01	0,4806589E-03	0,1491129E-02	0,2251782
Cultivo	1	0,2539112E-01 ns	0,1265496E-02*	0,7058151E-01**	0,3259107 ⁺⁺⁺
Cultivar	1	0,3315361E-01	0,1836547E-03	0,9294528E-03	0,1491012
Cultivo x Cultivar	1	0,221299E-01	0,1836547E-03	0,9294528E-03	0,2235280
Resíduo	12	0,358243E-01	0,1544804E-03	0,3919087E-02	0,7248793E-01
CV (%)		16,146	25,240	24,567	25,949
Média geral		0,90395	0,049242	0,25483	1,0375

FV – fonte de variação; GL – grau de liberdade; QM – quadrado médio; CV – coeficiente de variação; NF – nitrato da folha (mg/100g); FLgP MF – fenol ligado da polpa em matéria fresca (mg/100gMF); FLvP – fenol livre da polpa em matéria fresca (mg/100gMF); FLgP MS - fenol ligado da polpa em matéria seca (mg/100gMS); +++ significativo a 6% pelo teste F; **ns** – não significativo; ** significativo a 1% pelo teste F; * significativo a 5% pelo teste F.

FV	GL	QM			
		FLvP MS	FLgF MF	FLvF MF	FLgF MS
Bloco	4	0,1648305E-02	0,4251679E-02	0,9374262E-02	0,4416802
Cultivo	1	0,7881266E-01**	0,1858650**	0,3707886**	7,360874*
Cultivar	1	0,1079572E-02	0,8213527E-02	0,1025081E-03	0,497581
Cultivo x Cultivar	1	0,9071866E-03	0,1614153E-03	0,7784341E-02	0,2208077
Resíduo	12	0,4318761E-02	0,9392576E-02	0,1566282E-01	1,065054
CV (%)		24,550	21,934	8,8368	21,774
Média geral		0,26768	0,44186	1,4163	4,7396

FV – fonte de variação; GL – grau de liberdade; QM – quadrado médio; CV – coeficiente de variação; FLvP MS - fenol livre da polpa em matéria seca (mg/100gMS); FLgF MF – fenol ligado da folha em matéria fresca (mg/100gMF); FLvF – fenol livre da folha em matéria fresca (mg/100gMF); FLgF MS - fenol ligado da folha em matéria seca (mg/100gMS); ** significativo a 1% pelo teste F; * significativo a 5% pelo teste F.

FV	GL	QM				
		FLvF MS	MSF	TAF	PF	PAF
Bloco	4	0,1135473E-01	1,37175	1,37175	0,6021938	0,2400979
Cultivo	1	0,5520457**	14,60510**	14,60510**	7,660166**	77,18951**
Cultivar	1	0,9351586E-03	0,3246177	0,3246177	5,276517	0,3613300E-02
Cultivo x Cultivar	1	0,9911414E-02	0,1803837	0,1803837	0,50171707	0,8228247E-02
Resíduo	12	0,1872580E-01	0,5423435	0,5423435	0,6465294	7211080
CV (%)		8,7705	7,9952	0,81116	15,505	20,431
Média geral		1,5603	9,2110	90,789	27,575	4,1563

FV – fonte de variação; GL – grau de liberdade; QM – quadrado médio; CV – coeficiente de variação; FLvF MS - fenol livre da folha em matéria seca (mg/100gMS); MSF – matéria seca da folha (%); TAF – teor de água da folha (%); PF – peso da folha (g); PAF (%) – perda de água do fruto; ** significativo a 1% pelo teste F.

FV	GL	QM				
		N	P	K	Ca	Mg
Bloco	4	0,1071875	0,9125000E-03	0,1725075	0,6557500E-02	0,5450000E-03
Cultivo	1	0,6372450**	0,1125000E-02	2,5920004**	0,1104500E-01	0,200000E-04
Cultivar	1	0,6372450	06845000E-02*	0,1800000E-03	0,5512500E-01*	0,9800000E-03*
Cultivo x Cultivar	1	0,2205000E-02	0,3125000E-02	0,4500000E-02	0,2205000E-02	0,200000E-04
Resíduo	12	0,5622750E-02	0,1019167E-02	0,9129750E-01	0,6954167E-02	0,198333E-03
CV (%)		7,4043	10,731	6,4896	12,236	6,7383
Média geral		3,2025	0,29750	4,6560	0,68150	0,209

FV – fonte de variação; GL – grau de liberdade; QM – quadrado médio; CV – coeficiente de variação; N – nitrato; P – fósforo; K – potássio; Ca – cálcio; Mg – magnésio; ** significativo a 1% pelo teste F; * significativo a 5% pelo teste F.

FV	GL	QM					
		S	Zn	Fe	Mn	Cu	B
Bloco	4	0,88250E-03	5,726418	1349,399	3,324092	0,7346450	1,415037
Cultivo	1	0,68450E-02*	10,74578	28031,33**	0,980E-03	119,1208**	0,3042E-03 ns
Cultivar	1	0,11250E-02	500,6002**	5008,929	11,19008	2,8956052	2,918480
Cultivo x Cultivar	1	0,1250E-03	2,19122	2530,125	20,08008*	5,07024	0,283220
Resíduo	12	0,73583E-03	3,989114	703,9555	3,391176	2,1743355	2,077177
CV (%)		15,197	6,0695	18,971	15,816	10,125	9,6469
Média geral		0,1785	32,907	139,86	11,643	14,563	14,94

FV – fonte de variação; GL – grau de liberdade; QM – quadrado médio; CV – coeficiente de variação; S – enxofre; Zn – zinco; Fe – ferro; Mn – manganês; Cu – cobre; B - boro; **ns** – não significativo; ** significativo a 1% pelo teste F; * significativo a 5% pelo teste F.

FV	GL	QM					
		MSFr	TAFr	CZ	MSLvCZ	PFr	VFr
Bloco	4	0,2415739	0,2565961	0,8604552E-02	0,3166144	2298,831	2691,050
Cultivo	1	2,642619**	2,614805**	0,2123352**	1,356794**	124932,20**	162811**
Cultivar	1	1,085295	1,124250	0,2057428	2,236112	1,842245	177,0125
Cultivo x Cultivar	1	3,418876	3,350689	0,6490802E-01	2,541633	7898,325	13081,61
Resíduo	12	0,318874E-01	0,7563186E-01	0,1992808E-02	0,4492369E-01	1889,96	2451,619
CV (%)		3,7606	0,28872	10,030	4,9252	27,481	27,929
Média geral		4,785	95,252	0,44507	4,3034	158,20	177,29

FV – fonte de variação; GL – grau de liberdade; QM – quadrado médio; CV – coeficiente de variação; MSFr - matéria seca do fruto (%); TAFr – teor de água do fruto (%); MSLvCZ – matéria seca livre de cinzas (%); PFr – peso do fruto (g); VFr – volume do fruto (cm³); ** significativo a 1% pelo teste F.

FV	GL	QM					
		DEN	SPADR	SPADV	FL	COND	Ci
Bloco	4	0,1521982E-01	3,964063	18,75409	0,6928964	0,2112957E-01	5845,438
Cultivo	1	0,12477E-01 ^{ns}	78,0125*	10,96209	2,732664**	0,450845E-01**	30691,60**
Cultivar	1	0,624773e-02	61,9520	25,69609	0,1714815	0,3428103E-03	5152,90
Cultivo x Cultivar	1	0,1185395e-01	96,80	88,3872*	0,2729634E-01	0,1051650E-02	3534,400
Resíduo	12	0,4921897e-02	13,27176	630,6197	0,1952985	0,49005E-02	1844,964
CV (%)		7,8230	7,9391	11,728	16,433	25,315	15,084
Média geral		0,89680	45,888	37,852	7,031	0,27653	284,75

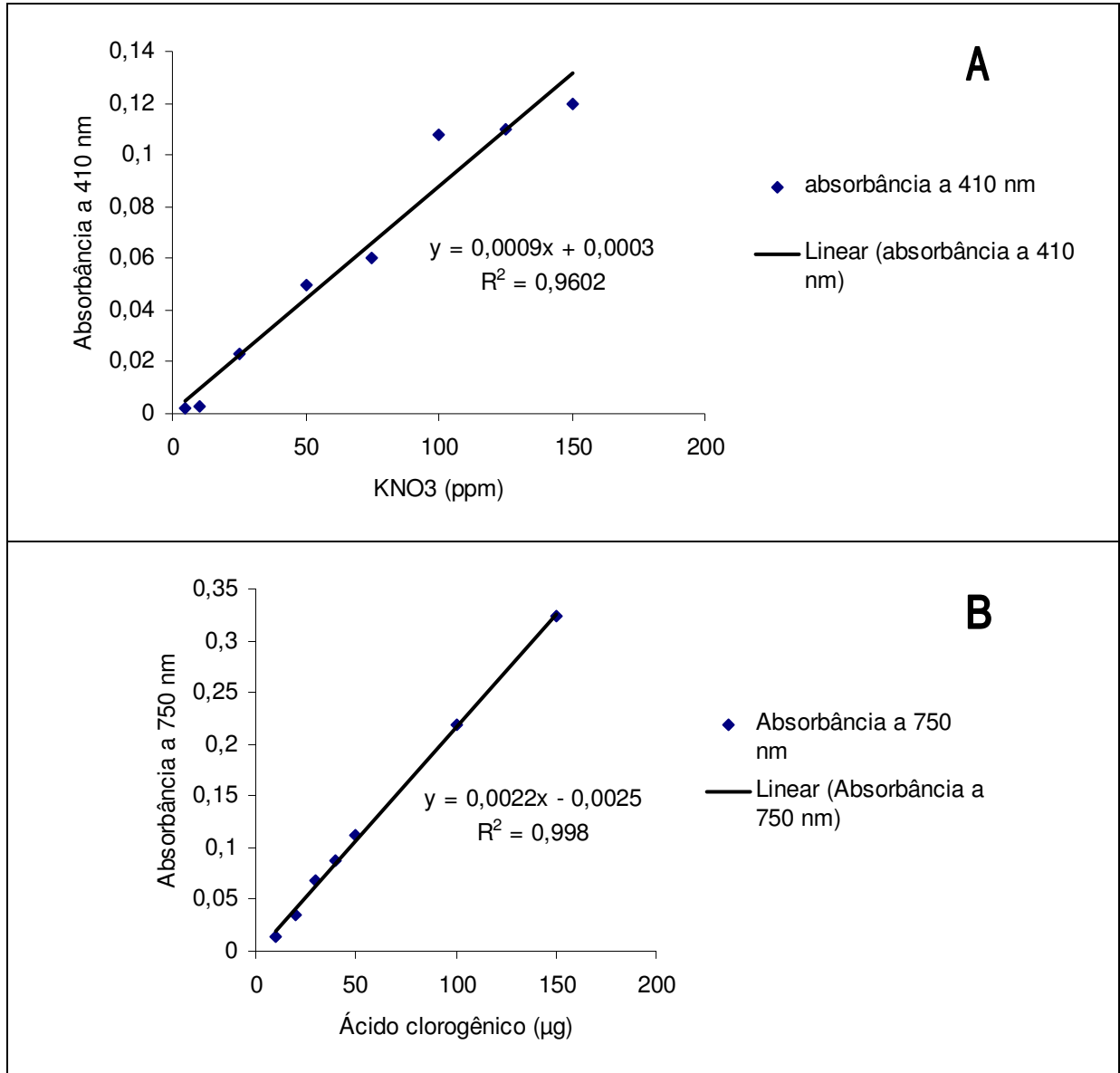
FV – fonte de variação; GL – grau de liberdade; QM – quadrado médio; CV – coeficiente de variação; DEN – densidade do fruto (g/cm³); SPADR – clorofila da fase reprodutiva (unidade SPAD); SPADV – clorofila da fase vegetativa (unidade SPAD); FL – fotossíntese líquida (μmol CO₂ m⁻²s⁻¹); COND – condutância estomática (mol H₂O m⁻²s⁻¹); Ci - concentração interna de CO₂ (μmol CO₂ mol⁻¹); ^{ns} – não significativo; ** significativo a 1% pelo teste F; * significativo a 5% pelo teste F.

FV	GL	QM		
		TR	VpdL	EUA
Bloco	4	1,056966	0,2171412	0,4588504
Cultivar	1	6,045063**	0,4515625**	2,1722357*
Cultivo	1	0,46225E-02	0,378225E-01	0,9306194E-01
Cultivo x Cultivar	1	0,4141225	0,1243225	0,1330059E-01
Resíduo	12	0,2877658	0,5889078E-01	0,9342412E-01
CV (%)		15,204	13,35	19,046
Média geral		3,5282	1,4843	2,2531

FV – fonte de variação; GL – grau de liberdade; QM – quadrado médio; CV – coeficiente de variação; TR – transpiração ($\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$); VpdL – déficit de pressão de vapor da folha (mPa Pa^{-1}); EUA – eficiência no uso de água ($\mu\text{mol CO}_2/\text{mmol H}_2\text{O}$); ns – não significativo; ** significativo a 1% pelo teste F; * significativo a 5% pelo teste F.

Apêndice B

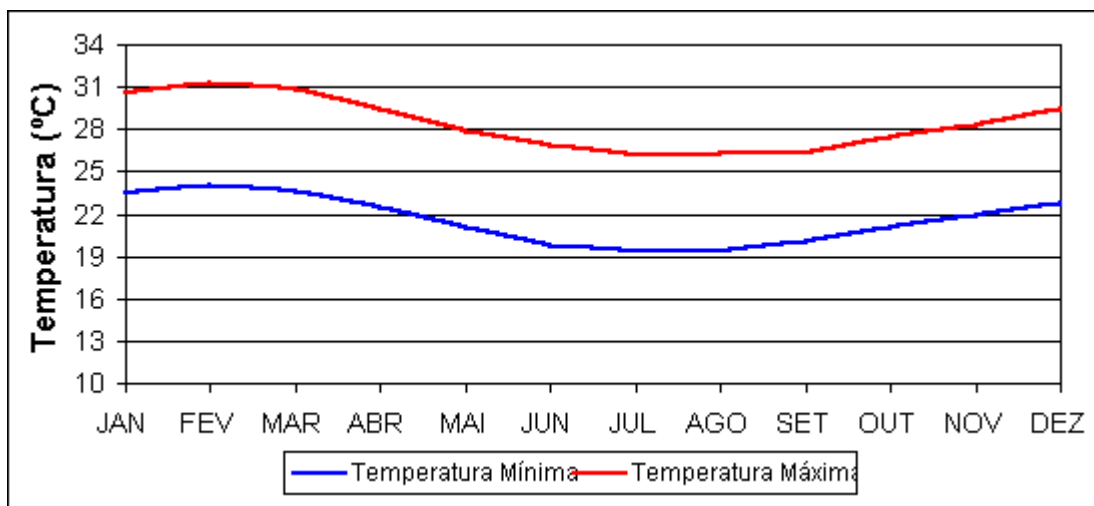
Curvas padrão para obtenção de teores de nitrato (A) e de teores de compostos fenólicos (B) em folhas e fruto de tomates.



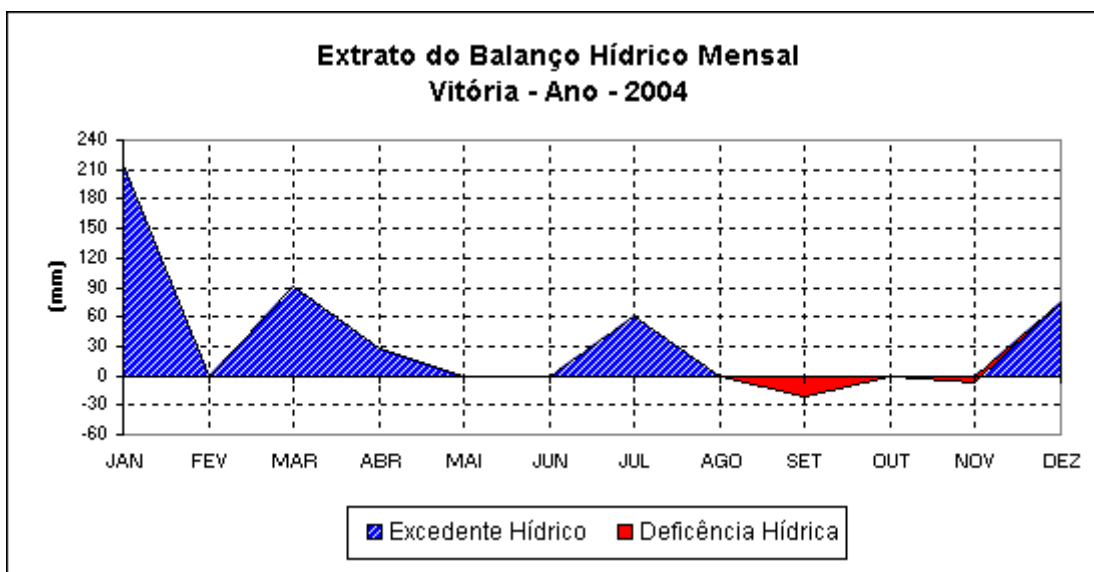
ANEXOS

Anexo A

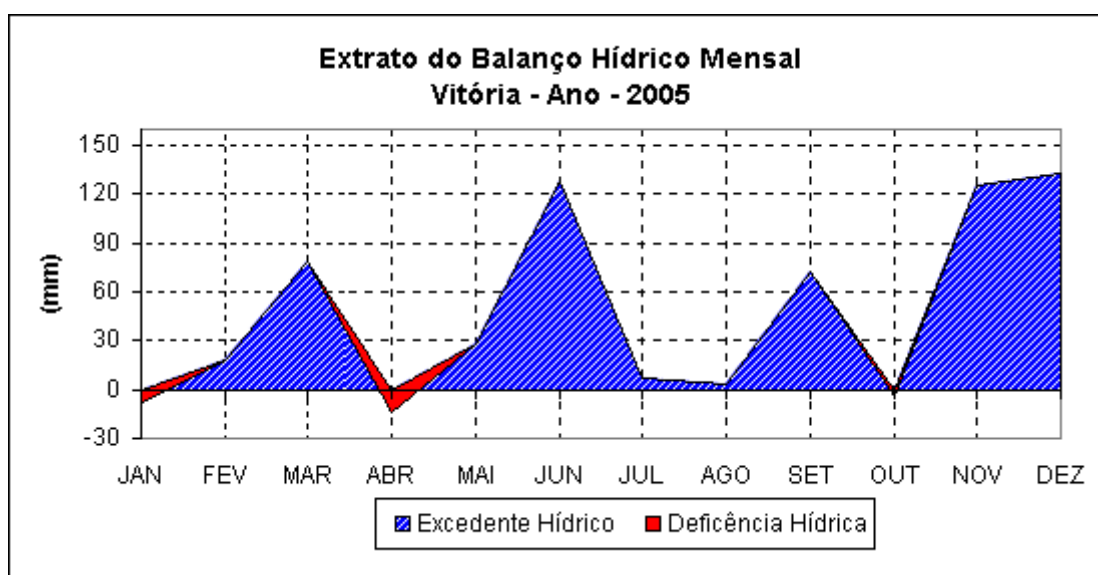
Gráficos de temperaturas e de pluviosidade da Região da Grande Vitória – ES.



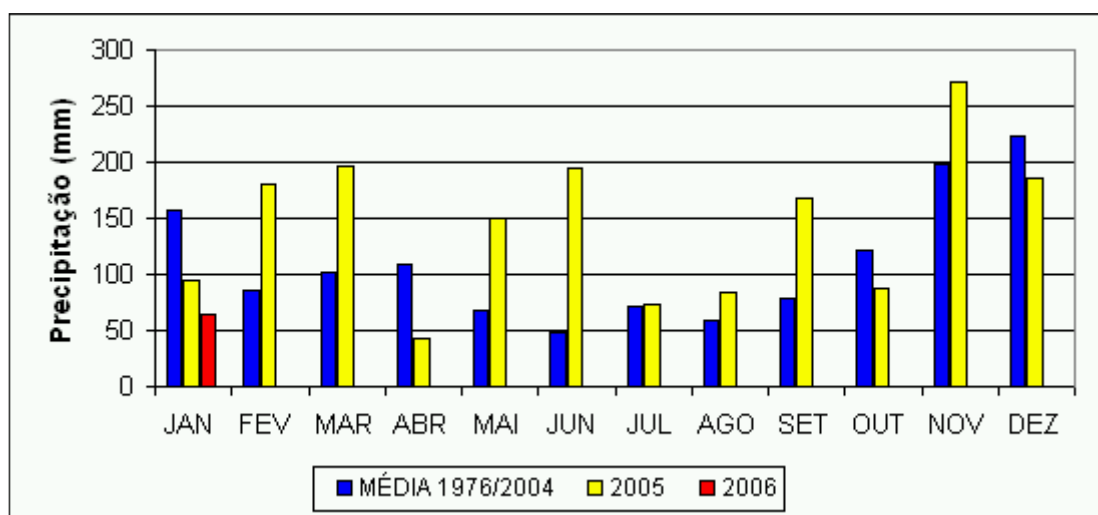
Fonte: INCAPER



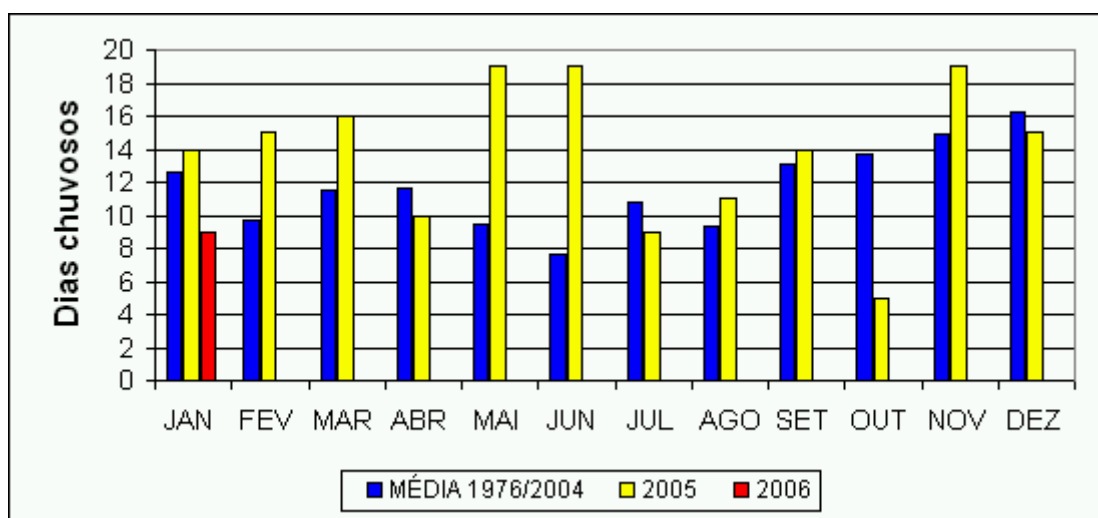
Fonte: INCAPER



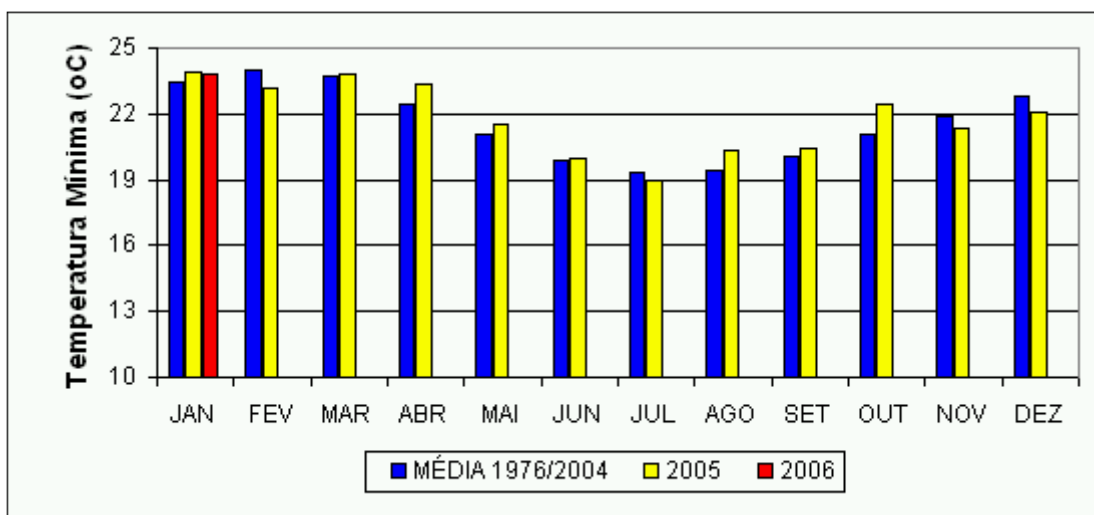
Fonte: INCAPER



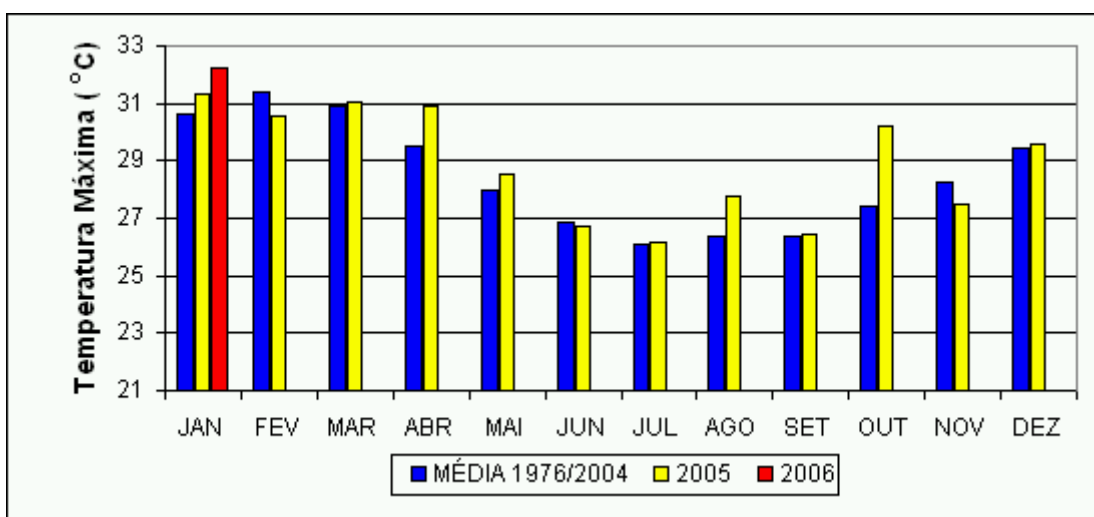
Fonte: INCAPER



Fonte: INCAPER

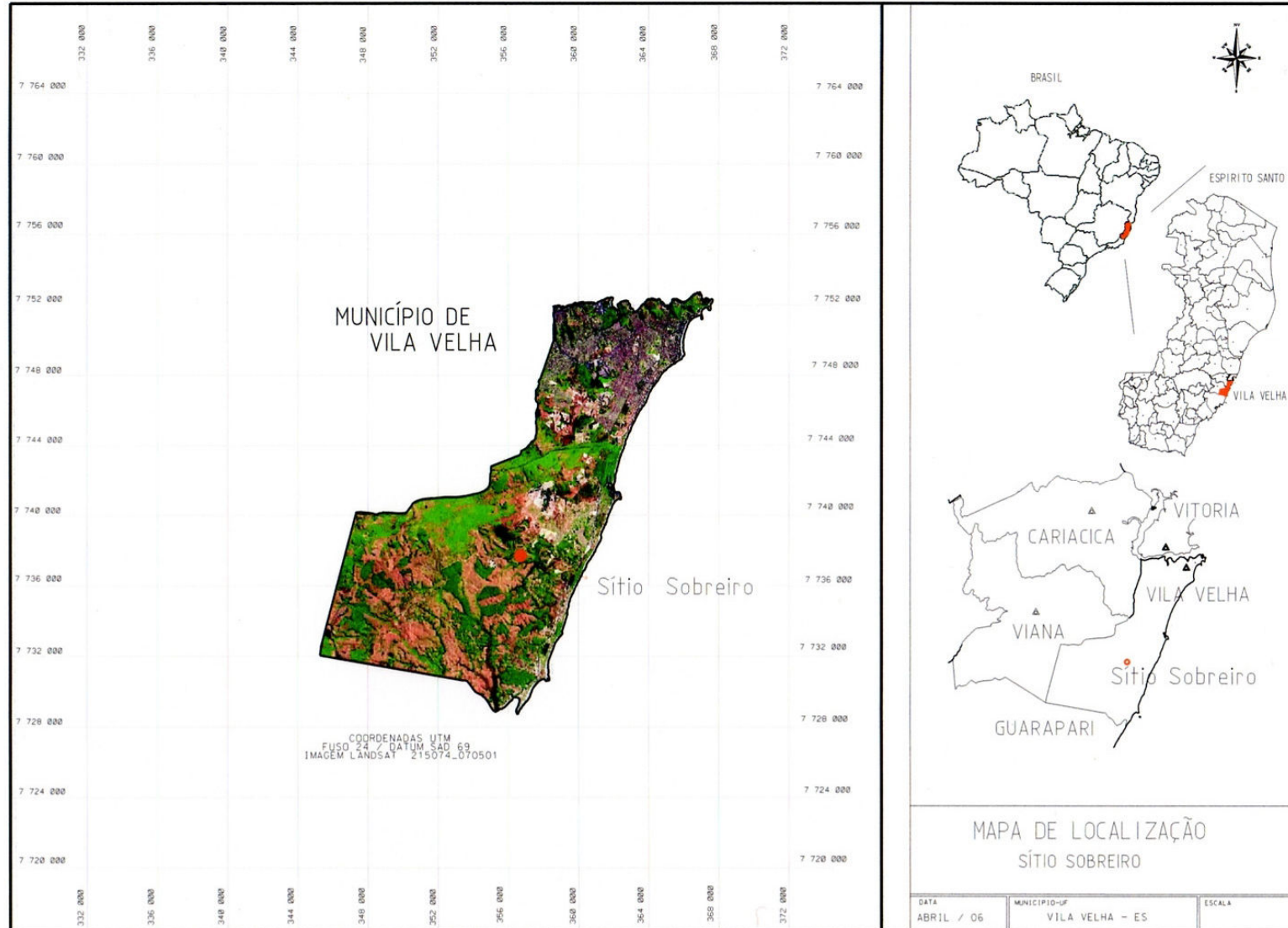


Fonte: INCAPER



Fonte: INCAPER

Anexo B - Planta de localização do Sítio Sobreiro.



f:\incra\sobreiro_loc1.dgn May. 09, 2006