

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGROECOSSISTEMAS**

**Plantas de cobertura em sistema de plantio direto de tomate: efeitos sobre plantas espontâneas, atributos do solo e a produtividade de frutos em um processo de transição agroecológica**

**ANDRÉ DOS SANTOS KIELING**

**FLORIANÓPOLIS – OUTUBRO DE 2007**

**ANDRÉ DOS SANTOS KIELING**

**Plantas de cobertura em sistema de plantio direto de tomate: efeitos sobre plantas espontâneas, atributos do solo e a produtividade de frutos em um processo de transição agroecológica**

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Agroecossistemas, Programa de Pós-Graduação em Agroecossistemas, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina.

Orientador: Prof. Dr. Jucinei José Comin

FLORIANÓPOLIS  
2007

## FICHA CATALOGRÁFICA

**KIELING, André dos Santos**

**Plantas de cobertura em sistema de plantio direto de tomate: efeitos sobre plantas espontâneas, atributos do solo e a produtividade de frutos em um processo de transição agroecológica / André dos Santos Kieling – Florianópolis, 2007. 127 f, figs., grafs., tabs. Orientador: Jucinei José Comin. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina.**

**1. Plantas de cobertura – Teses. 2. Plantio Direto – Teses. 3. Tomate – Teses. 4. Plantas espontâneas - Teses. Título.**

# **TERMO DE APROVAÇÃO**

**ANDRÉ DOS SANTOS KIELING**

**PLANTAS DE COBERTURA EM SISTEMA DE PLANTIO DIRETO DE TOMATE:  
EFEITOS SOBRE PLANTAS ESPONTÂNEAS, ATRIBUTOS DO SOLO E A  
PRODUTIVIDADE DE FRUTOS EM UM PROCESSO DE TRANSIÇÃO  
AGROECOLÓGICA**

---

Prof. Dr. Jucinei José Comin  
Orientador  
CCA/UFSC

**BANCA EXAMINADORA:**

---

Prof. Dr. Paulo Emílio Lovato  
Membro – CCA/UFSC

---

Prof. Dr. Sérgio Roberto Martins  
Membro – ENS/UFSC

---

Prof. Dr. Luiz Carlos  
Pinheiro Machado Filho  
Presidente – CCA/UFSC

---

Prof. Dr. Alfredo Celso Fantini  
Coordenador do PPGA - CCA/UFSC

Florianópolis, 31 de outubro 2007.

*Para  
Pedro  
e  
Karoline*

“(...) ...a alfabetização de adultos se inscreve como uma introdução ao esforço de sistematização do conhecimento que trabalhadores rurais e urbanos alcançam em decorrência de sua atividade prática, que jamais se explica por si mesma, mas pelas finalidades que a motivam. Sistematização que se vai aprofundando nas etapas que se seguem à alfabetização. Ao lado da reorganização do modo de produção, este é, enfatize-se, um dos aspectos centrais a ser criticamente compreendido e trabalhado por uma sociedade revolucionária: o da valoração, e não idealização, da sabedoria popular que envolve a atividade criadora do povo e revela os níveis de seu conhecimento em torno da realidade. O que se impõe, de fato, não é a transmissão ao povo de um conhecimento previamente elaborado, cujo processo implicasse no desconhecimento do que o povo já sabe e, sobretudo, de que o povo sabe, mas a ele devolver, em forma organizada, o que ele nos oferece em forma desorganizada\*. O que vale dizer, conhecer com o povo a maneira como o povo conhece e os níveis de seu conhecimento. Isto significa desafiar-lo, através da reflexão crítica sobre sua própria atividade prática, portanto sobre as finalidades que a motivam, a organizar os seus achados, superando, assim, a mera opinião sobre os fatos por uma cada vez mais rigorosa apreensão e explicação dos mesmos. Desafio a que Amílcar Cabral\*\* dava séria atenção quando, analisando a luta de libertação como “um fato cultural e um fator de cultura” sublinhava a necessidade de que essa cultura se fosse tornando cada vez mais científica e não cientificista – sobrepassando, então, o que ele costumava chamar de “fraquezas da cultura”.

Um trabalho como este, fundado sempre na prática de pensar a prática, com que a prática se aperfeiçoa, proporcionaria o surgimento de verdadeiros centros de estudos que, girando embora em torno de um tema central – agricultura, saúde, por exemplo – desenvolveriam análises globais dos mesmos. Centros que se iriam convertendo a pouco e pouco, em função mesma de trabalho sistematizador do conhecimento, em permanente processo de aprofundamento, em futuras unidades universitárias mas de uma universidade que nasceria das classes trabalhadoras e com elas não sobre elas, o que significaria contra elas.

O importante, na verdade, num tal trabalho com o povo, é o exercício daquela postura crítica diante da realidade, em que esta começa a ser tomada, cada vez mais rigorosamente, como objeto de conhecimento, na análise da própria ação transformadora sobre ela. É ter na atividade prática um objeto permanente de estudo de que resulte uma compreensão da mesma que ultrapasse o seu caráter imediatamente utilitário. É ter nela não apenas a fonte do conhecimento de si mesma, da sua razão de ser, mas de outros conhecimentos a ela referidos.

A questão que se coloca, pois, a uma sociedade revolucionária, não é a de apenas “treinar” a classe trabalhadora no uso de destrezas consideradas como necessárias ao aumento da produção, destrezas que, na sociedade capitalista, são cada vez mais limitadas, mas aprofundar e ampliar o horizonte da compreensão dos trabalhadores (trabalhadoras) com relação ao processo produtivo. (...)”

(\* “Nós devemos ensinar às massas com precisão o que delas recebemos confusamente”, Mao Tse Tung).

(\*\* Amílcar Cabral, Eng. Agrônomo, Doutor Honoris Causa em Ciências Políticas e Sociais, fundador do Partido Africano para a Independência da Guiné e Cabo Verde)

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, pelo dom da vida.

Aos meus pais, Fernando e Carmen, pelo apoio, incentivo, exemplo e sustento.

Aos meus irmãos Helena, Daniel e Chico, bem como aos meus pais pelo incentivo e auxílio em vários momentos importantes.

À Leda Abreu, por todo apoio, carinho e hospitalidade.

Aos meus avós Edgar e Lúcia, Vô Batista e Vó Zelma (*in memoriam*), pelo apoio e exemplo.

Ao orientador e amigo, professor Jucinei Comin, pela competente orientação e por todo o apoio durante o percurso do mestrado. Pelas palavras de incentivo e o irrestrito apoio nos momentos difíceis, muito obrigado! E também, é claro, pelos bons momentos de descontração.

Agradeço especialmente ao Chico e a Analisa, pela ajuda imprescindível na finalização desta dissertação. Sem aquela semana de trabalho intenso lá em Pelotas (aquele “empurrão”), às vésperas da defesa, este documento não estaria publicado. Obrigado pela força!

Ao Jamil Abdalla Fayad, pela execução do experimento de campo, pelos ensinamentos e hospitalidade. Pela oportunidade de conhecer um exemplo de respeito e seriedade na construção junto com os agricultores, de uma inspiradora metodologia dentro da educação popular, com um trabalho que tem possibilitado avanços significativos na prática da agricultura e na organização das comunidades rurais.

Ao Antonio, pelo incentivo e auxílio na conclusão deste trabalho de pesquisa, através dos ensinamentos sobre Estatística. E também pelo imprescindível aprendizado espiritual.

Aos amigos reconhecidos neste processo, pelo apoio nos momentos difíceis, auxílio na consecução deste trabalho, momentos de descontração, troca de idéias e aprendizado humano. Ao Marcos A. Lana, vulgo Blumenau, por toda ajuda dispensada, a nível pessoal e profissional. Ao Daniel Rosar e Gabriela Schirmann, Lido José Borsuk e Aline Salami, Fabiana Thomé da Cruz, Vanessa Morimoto, Lícia Pereira, Estevan Muñoz, Daiane Caporal, Marcelo Farias, Bárbara Pettres, Patrícia Malmann e Michael Zaretti, Arlindo F. Correia, Ivan Bonjorno, Henrique Bitencourt, Fabiana Silva, Luciana Honorato, André Brendler, Wilton Cordeiro, Charles, Luciana Honorato, César Butignol, Madelen Perdomo, Luis de Freitas, Jair Klein, Sebastián Carlessi, Carolina Velloso, Juliana Oliveira, Rosane Amalcaburio, Manuela, Cris Leis, Luana Sardá, João Armando N. dos Santos, Juan Carlos Aguirre, Alejandro Lasso, Kátia, e outros que porventura tenha esquecido de aqui mencionar.

À Shellen, pelo incentivo, apoio e companheirismo durante dois anos do mestrado.

À Janete, por todo apoio prestado a mim e demais colegas à frente da secretaria do curso.

A CAPES e ao Programa de Pós-Graduação em Agroecossistemas pela bolsa de estudo.

Ao professor Fábio da P. de Bastos, pela acolhida em Florianópolis, pelo apoio e ensinamentos.

À Maria Laura Wiener.

Aos amigos do CEPAGRO, em especial ao Charles, Anderson, Marcos, Lílian, Érica e também à Inês e família.

Ao professor Paulo Emílio Lovato, pela coordenação do projeto que possibilitou o financiamento do trabalho de campo em Ituporanga e pela oportunidade de conhecer o trabalho do SPDH.

Ao pessoal de campo da EEIT, Pedro, Carlito e família, Sebastião, Zeca, bem como à D. Dionira, Dalvino, Irinês, Olindo André, Gorges e os pesquisadores Édio, Werner e João De Barba.

À EPAGRI, na pessoa do pesquisador Edson Silva, Chefe da EEIT, por todo o apoio obtido na realização do trabalho de campo.

À agrônoma Fernanda Coelho Gonçalves e Ronir Schlosser, pela dedicação na fase inicial do experimento de campo.

Ao pesquisador Milton da Veiga e professor Antonio Augusto Pereira na construção e utilização da mesa de tensão.

Ao Francisco Vetulho e Luis Agostinho da Silva (Chico e Luizinho) do Laboratório de Solos e Tecidos Vegetais do CCA.

Ao João De Barba e família pela hospitalidade.

Ao professor Luis Carlos Pinheiro Machado Filho, Marília T. Sangoi Padilha e Alfredo Celso Fantini, pela colaboração enquanto coordenadores do Curso.

A todas as pessoas que contribuíram direta ou indiretamente na minha formação e amadurecimento profissional e humano.

## RESUMO

No contexto onde se desenvolveu este projeto de pesquisa, um processo de transição agroecológica, o objetivo principal foi avaliar os efeitos de diferentes plantas de cobertura de inverno, num sistema de produção de tomate em plantio direto. Neste sistema de produção tem sido verificada a diminuição da infestação da vegetação espontânea nas lavouras comerciais de verão através da palhada residual e possíveis efeitos alelopáticos das plantas de cobertura de inverno. Conduziu-se um experimento de campo, na Estação Experimental da EPAGRI de Ituporanga, onde foram testadas a aveia preta (*Avena strigosa* Schreb), a ervilhaca (*Vicia villosa* Roth), e o nabo forrageiro (*Raphanus sativus* L.) para compor sete tratamentos de cobertura do solo de inverno mais uma testemunha. Foram avaliadas a produção de biomassa dos cultivos de cobertura e de plantas espontâneas, atributos físicos e químicos do solo, e a produtividade de frutos de tomate. Os consórcios de aveia preta + nabo forrageiro, aveia preta solteira e aveia preta + ervilhaca apresentaram os melhores resultados no controle de espontâneas enquanto ervilhaca e nabo forrageiro solteiro foram os piores tratamentos. Os menores valores de resistência à penetração após a colheita do tomate foram encontrados nos tratamentos aveia preta + ervilhaca + nabo forrageiro, nabo forrageiro solteiro e na testemunha. A presença de nabo forrageiro, tanto em cultivo solteiro como consorciado, promoveu menor resistência à penetração. Para os indicadores químicos do solo e a produtividade de frutos de tomate não houveram diferenças significativas entre tratamentos.

Palavras-chave:

1. Plantas de cobertura; 2. Plantio Direto; 3. Tomate; 4. Plantas espontâneas.

## ABSTRACT

The main objective of this research was to evaluate the effects of different winter cover crops in a no-tillage tomato production. This research was inserted in an agroecological transition process. Due to allelopathic effects and mulch, the use of winter cover crops species has demonstrated a significative effect in the reduction of weed during tomatoes growing season. A field experiment was executed at Ituporanga Experimental Station, Santa Catarina State. The treatments were combinations of oat (*Avena strigosa* Schreb), vetch (*Vicia villosa* Roth) and fodder radish (*Raphanus sativus* L.) to compose seven different mixtures of winter cover crops and a control treatment (fallow). Weeds and cover crops biomass, soil physical and chemical aspects and tomatoes yield were evaluated. The combination oat + fodder radish, oat monoculture and combination oat + vetch showed the lowest levels of weeds biomass, indicated a good potential for weed control. The highest levels of weed biomass were observed in the treatments with fodder radish and vetch monocultures. Concerning soil physical aspects, the presence of fodder radish, in monoculture or combinations, promoted the lowest Penetration Resistance. The lowest soil Penetration Resistance after tomato harvest was observed in the tomato combination fodder radish + oat + vetch treatment, followed by the fallow treatment. For soil chemical aspects, such as tomato yield, there was no significant difference between treatments.

Key words:

1. Cover crops; 2. No tillage-system 3. Tomato 4. Weed

## SUMÁRIO

<i>LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS</i> .....	4
<i>LISTA DE FIGURAS</i> .....	5
<i>LISTA DE TABELAS</i> .....	6
<i>LISTA DE ANEXOS</i> .....	7
<i>INTRODUÇÃO</i> .....	9
<b><i>CAPÍTULO 1 – OBJETIVO E HIPÓTESE</i></b> .....	<b>13</b>
<b>1.1</b> <b>Formulação do problema</b> .....	<b>13</b>
<b>1.2</b> <b>Hipótese</b> .....	<b>13</b>
<b>1.3</b> <b>Objetivos</b> .....	<b>14</b>
Objetivo geral .....	14
Objetivos específicos .....	14
<b><i>CAPÍTULO 2 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</i></b> .....	<b>15</b>
<b>2.1</b> <b>Sistema de plantio direto</b> .....	<b>15</b>
<b>2.2</b> <b>Plantas de cobertura e o manejo do solo</b> .....	<b>19</b>
<b>2.5</b> <b>Efeitos do PD em atributos físicos, químicos e biológicos do solo</b> .....	<b>20</b>
<b>2.6</b> <b>Fertilidade dos agroecossistemas e a produção de hortaliças</b> .....	<b>21</b>
<b>2.3</b> <b>Qualidade e Saúde do Solo</b> .....	<b>23</b>
<b>2.4</b> <b>Alguns indicadores para avaliar efeitos das culturas de cobertura no sistema de plantio direto de tomate</b> .....	<b>24</b>
2.4.1 <b>Dinâmica de produção de biomassa</b> .....	24
2.4.2 <b>Indicadores físicos do solo</b> .....	26
<b>2.7</b> <b>Produção do tomate</b> .....	<b>27</b>
<b>2.8</b> <b>Fatores bióticos e abióticos limitantes à produção de tomate</b> .....	<b>29</b>
2.8.1 <b>Doenças</b> .....	30

2.8.2 Pragas .....	31
2.8.3 Distúrbios fisiológicos.....	33
2.8.3 Produção classificada de frutos de tomate.....	34
<b>2.9 A questão da transição agroecológica .....</b>	<b>34</b>
<b><i>CAPÍTULO 3 - METODOLOGIA .....</i></b>	<b><i>37</i></b>
<b>3.1 Desenho experimental.....</b>	<b>37</b>
<b>3.2 Condução do experimento .....</b>	<b>39</b>
3.2.1 Local, clima e solo .....	39
3.2.3 Plantio das plantas de cobertura.....	40
3.2.4 Produção das mudas de tomate .....	41
3.2.5 Condução da planta do tomateiro.....	42
3.2.6 Tratos culturais.....	42
3.2.7 Adubação e irrigação .....	45
<b>3.3 Descrição das variáveis, método de coleta e análise.....</b>	<b>45</b>
3.3.1 Biomassa das plantas de cobertura e espontâneas .....	45
3.3.2 Atributos físicos do solo .....	47
3.3.3 Produção do tomateiro.....	50
<b>3.4 Tratamento estatístico dos dados do experimento .....</b>	<b>51</b>
<b><i>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</i></b>	<b><i>52</i></b>
<b>4.1 Biomassa dos sistemas de cobertura e das plantas espontâneas.....</b>	<b>52</b>
4.1.1 Produção de biomassa das culturas de cobertura.....	53
4.1.2 Produção de biomassa da comunidade de plantas espontâneas .....	57
<b>4.2 Atributos físicos do solo .....</b>	<b>61</b>
4.2.1 Resistência à Penetração.....	61
4.2.2 Macroporosidade e Densidade aparente do solo.....	68
<b>4.3 Atributos químicos do solo.....</b>	<b>72</b>

<b>4.4 Produção de tomate.....</b>	<b>72</b>
4.4.1 Produção Não Comercial.....	73
4.4.2 Produção Comercial .....	75
4.4.3 Produção total .....	77
4.4.4 Distribuição da produção em tamanho de frutos .....	81
<b>    Considerações sobre a transição agroecológica .....</b>	<b>86</b>
<b>5 CONCLUSÕES.....</b>	<b>88</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>89</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>113</b>

## LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ANOVA – Analysis of Variance, ou análise de variância  
Cfa – Clima subtropical mesotérmico úmido com verões quentes  
 $\text{cm}^{-2}$  – centímetro quadrado, unidade de área  
 $\text{cm}^{-3}$  – centímetro cúbico, unidade de volume  
CCA – Centro de Ciências Agrárias  
CEAGESP – Companhia de Entrepostos e Armazéns Gerais de São Paulo  
CTC – capacidade de troca de cátions  
CV – Coeficiente de Variação  
Da – Densidade aparente do solo  
EET – Estação Experimental de Ituporanga/EPAGRI  
Embrapa – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
EPAGRI – Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina  
g – grama, unidade de massa  
GL – Graus de Liberdade  
ha – hectare, unidade de área, corresponde à 10.000 metros quadrados  
IAPAR – Instituto Agrônomo do Paraná  
Kgf – quilograma força, unidade de pressão  
m – metro, unidade de comprimento  
Ma – Macroporosidade do solo (% em volume)  
Mg – mega grama, unidade de massa, 1 Mg corresponde à uma tonelada  
Mi – Microporosidade do solo (% em volume)  
MOS – Matéria Orgânica do Solo  
MS – Matéria Seca  
PD – Plantio Direto  
PGAGR – Programa de Pós-Graduação em Agroecossistemas  
pH – potencial hidrogeniônico  
ppm – partes por milhão  
RP – Resistência à Penetração  
SC – Estado de Santa Catarina, Brasil  
SPDH – Sistema de Plantio Direto de Hortaliças  
UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Croqui do experimento de campo. ....	38
Figura 2 - Mapa de Ituporanga e Região do Alto vale do Itajaí, SC.....	39
Figura 3 – Vista parcial do experimento com as plantas de cobertura em fase de crescimento, antes do acamamento. ....	46
Figura 4 – Mesa de tensão com anéis de solo indeformado.....	49
Figura 5 – Biomassa de espontâneas nas datas 1, 2 e 3. ....	59
Figura 6 – Interação Sistema de Cobertura X Local X Época X Profundidade para a variável Resistência à Penetração. ....	66
Figura 7 – Interação Sistema de Cobertura X Local X Época X Profundidade, para a variável Resistência à Penetração na entrelinha e na data 2 (20/01/2006).....	67
Figura 8 - Distribuição percentual da produção de tomates entre Produção Comercial e Produção Não Comercial. ....	79
Figura 9 - Produção Total em função das datas de colheita. ....	80

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Médias da variável Biomassa das Culturas de Cobertura e variável Biomassa das Plantas Espontâneas para cada tratamento, nas datas 1**, 2 e 3 de amostragem (média ± erro padrão, kg de MS.ha <sup>-1</sup> ). .....	54
Tabela 2 - Interação Sistema de Cobertura X Local X Época X Profundidade para a variável Resistência à Penetração (médias ± erro padrão, kgf.cm <sup>-2</sup> ). .....	63
Tabela 3 - Interação Sistema de Cobertura X Local para a variável Resistência à Penetração (médias ± erro padrão, kgf.cm <sup>-2</sup> ). .....	64
Tabela 4 - Interação Sistema de Cobertura X Época para a variável Resistência à Penetração (médias ± erro padrão, kgf.cm <sup>-2</sup> ). .....	64
Tabela 5 - Densidade aparente (Da) e Macroporosidade (Ma) do solo na entrelinha dos tomateiros, nas camadas 0-5 e 10-15 cm de profundidade (média ± erro padrão). .....	69
Tabela 6 – Resultados da Variável Produção Não Comercial por colheita e média das oito colheitas, para cada tratamento (média ± erro padrão, kg.ha <sup>-1</sup> ). .....	74
Tabela 7 - Resultados da Variável Produção Comercial por colheita e média das oito colheitas, para cada tratamento (média ± erro padrão, kg.ha <sup>-1</sup> ). .....	76
Tabela 8 - Produção Total (Mg.ha <sup>-1</sup> ) distribuída percentualmente entre Produção Comercial e Produção Não Comercial (em %) .....	77
Tabela 9 – Resultados da Variável Produção Total por colheita e média das oito colheitas, para cada tratamento (média ± erro padrão, kg.ha <sup>-1</sup> ). .....	78
Tabela 10 - Massa de frutos de tomate por classes de tamanho de fruto e massa total de frutos, por tratamento (média ± erro padrão em kg.ha <sup>-1</sup> ). Coeficiente de correlação canônico (valor adimensional). .....	82

## LISTA DE ANEXOS

Anexo 1 - Classes de tamanho de fruto para tomate oblongo, adaptado de normativa 553 de 1995, do MAA.....	90
Anexo 2 - Listagem das plantas espontâneas e plantas de cobertura* encontradas no experimento com respectiva classificação botânica (**).....	90
Anexo 3 - Receita da calda bordalesa utilizada no experimento com tomate em SPDH na EEIT, safra 2005/06. ....	91
Anexo 4 - Quantidade de adubo necessária para fertirrigação no experimento de tomate em Sistema de Plantio Direto de Hortaliças.....	92
Anexo 5 – Análise de Variância da variável Biomassa das Culturas de Cobertura (kg de MS.ha <sup>-1</sup> ).....	93
Anexo 6 – Análise de Variância da Biomassa das Plantas Espontâneas na Data 1 – 14/09/2005 (kg de MS.ha <sup>-1</sup> ).....	93
Anexo 7 - Análise de Variância da variável Biomassa das Plantas Espontâneas na data 2 – 19/10/2005 (kg de MS.ha <sup>-1</sup> ).....	93
Anexo 8 - Análise de Variância da Biomassa das Plantas Espontâneas na data 3 - 16/11/2005 (kg de MS.ha <sup>-1</sup> ).....	94
Anexo 9 – Análise de Variância da variável Resistência à Penetração com os fatores Local (linha ou entrelinha), Época (1 ou 2), Bloco (1, 2 ou 3) e Sistemas de Cobertura, e interações (médias ± erro padrão, kgf.cm <sup>-2</sup> ). ....	95
Anexo 10 - Análise de Variância da variável pH, considerando as médias para os fatores data e profundidade.....	96
Anexo 11 - Valores médios de pH para as três datas de amostragem dos oito sistemas de cobertura.....	96
Anexo 12 - Análise de Variância da variável P (cmolc.cm <sup>-3</sup> ), considerando as médias para os fatores data e profundidade .....	97
Anexo 13 - Teores médios de Fósforo (cmolc.cm <sup>-3</sup> ) para as três datas de amostragem dos oito tratamentos .....	97
Anexo 14 - Análise de Variância da variável K (cmolc.cm <sup>-3</sup> ), considerando as médias para os fatores data e profundidade .....	98
Anexo 15 - Teores médios de Potássio (cmolc.cm <sup>-3</sup> ) para as três datas de amostragem dos oito tratamentos .....	98
Anexo 16 - Análise de Variância da variável MOS (% de Matéria Orgânica do Solo), considerando as médias para os fatores data e profundidade.....	99
Anexo 17 - Teores médios de Matéria Orgânica do Solo (cmolc.cm <sup>-3</sup> ) para as três datas de amostragem dos oito tratamentos .....	99
Anexo 18 - Médias dos três blocos (± erro padrão) para as variáveis pH em água e índice SMP avaliadas em três datas (Data 1 = 16/11/05, data 2 = 25/12/05 e data 3 = 16/03/06).....	100
Anexo 19 - Médias dos três blocos (± erro padrão) para as variáveis Fósforo e Potássio avaliadas em três datas. (Data 1 = 16/11/05, data 2 = 25/12/05 e data 3 = 16/03/06).....	101

Anexo 20- Médias dos três blocos ( $\pm$ erro padrão) para as variáveis Argila e Acidez Potencial avaliadas em três datas. (Data 1 = 16/11/05, data 2 = 25/12/05 e data 3 = 16/03/06). .....	102
Anexo 21 - Médias dos três blocos ( $\pm$ erro padrão) para as variáveis Relação Ca/Mg e Ca/K avaliadas em três datas. (Data 1 = 16/11/05, data 2 = 25/12/05 e data 3 = 16/03/06). .....	103
Anexo 22 - Médias dos três blocos ( $\pm$ erro padrão) para as variáveis Relação Mg/K e S avaliadas em três datas. (Data 1 = 16/11/05, data 2 = 25/12/05 e data 3 = 16/03/06). .....	104
Anexo 23 - Médias dos três blocos ( $\pm$ erro padrão) para as variáveis CTC e Saturação por Alumínio avaliadas em três datas. (Data 1 = 16/11/05, data 2 = 25/12/05 e data 3 = 16/03/06). .....	105
Anexo 24 - Médias dos três blocos ( $\pm$ erro padrão) para as variáveis MO e Alumino avaliadas em três datas. (Data 1 = 16/11/05, data 2 = 25/12/05 e data 3 = 16/03/06). .....	106
Anexo 25 - Médias dos três blocos ( $\pm$ erro padrão) para a variável V% avaliada em três datas. (Data 1 = 16/11/05, data 2 = 25/12/05 e data 3 = 16/03/06). .....	107
Anexo 26 - Análise de Variância da Produção Não Comercial ( $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ ) .....	108
Anexo 27 – Análise de Variância da Produção Comercial ( $\text{Mg} \cdot \text{ha}^{-1}$ ) .....	108
Anexo 28 - Análise de Variância da Produção Total ( $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ ).....	109
Anexo 29 - Produção de tomate dos sistemas de cobertura individualizada em médias por data de colheita e tamanho de fruto. (Dados também utilizados para formar a variável Coeficiente_Produção_Total_Canônica).....	110

## INTRODUÇÃO

Os sistemas de produção de tomate utilizados no Brasil são caracterizados por elevado aporte de insumos, demandando grande volume de investimentos e de mão-de-obra, o que se justifica pelos altos rendimentos alcançados com a colheita. Porém, em caso de insucesso, o prejuízo é grande. O receio de perder a produção, em virtude da vulnerabilidade dos monocultivos de tomate a uma infinidade de pragas e doenças, acaba, por outro lado, “estimulando” os agricultores a fazer sucessivas aplicações – muitas vezes semanais – de agrotóxicos em suas lavouras.

Na perspectiva de aprimorar um sistema de produção menos impactante à saúde do ambiente e do agricultor, e menos dependente de recursos exógenos (adubos, agrotóxicos, mecanização, sementes), estão em desenvolvimento em Santa Catarina, experiências agroecológicas com foco e abrangência bastante diversificadas, todas na direção de um novo padrão de produção e que ajudam na conversão agroecológica. A diminuição da quantidade de adubos solúveis e de agrotóxicos aplicados na lavoura, com seu uso racionalizado, podem constituir um primeiro passo para o entendimento dos fenômenos biológicos e da apropriação das técnicas que constituem um sistema de produção de tomate por parte dos agricultores. Com base num melhor entendimento destes processos, fica mais fácil caminhar em direção a um modelo agroecológico de produção, estabelecendo novo patamar de diálogo entre os sujeitos do processo.

Entre as experiências localizadas em Santa Catarina, uma das que vem provocando maiores inovações e mantém permanência de articulação entre sujeitos da pesquisa e da produção, está o Sistema de Plantio Direto de Hortaliças (SPDH). O foco principal do SPDH está na busca de emancipação do agricultor(a), de forma a estabelecer um processo de conversão das práticas usuais dos agricultores, para outras que sejam mais bem compreendidas e permitam uma relação a mais equilibrada possível nas contingências das relações dialéticas e contraditórias, que constituem a sociedade que estes agricultores ajudam a constituir. A fundamentação teórica da proposta – iniciada em Caçador, SC, principal local de produção de tomate do Estado e onde o recorrente uso de agrotóxicos extrapolava qualquer parâmetro de bom senso, envenenando produtores, consumidores e ambiente – parte de uma compreensão de que a realidade não se explica apenas pela sua dimensão aparente e imediata.

Uma compreensão da realidade e dos limites que causam problemas concretos aos agricultores familiares, à natureza e à sociedade, implica alcançar abrangências mais complexas integrantes do fato imediato, de forma a possibilitar uma explicação dos processos e, ao mesmo tempo, a visualização de possíveis estratégias de enfrentamento das situações problemáticas. Usando uma citação de Caporal (2004:10):

...faz-se necessário considerar, também, que a prática da agricultura envolve um processo social, integrado a sistemas econômicos e que, portanto, qualquer enfoque baseado simplesmente na tecnologia ou na mudança da base técnica da agricultura pode implicar no surgimento de novas relações sociais, de novo tipo de relação dos homens com o meio ambiente e, entre outras coisas, em maior ou menor grau de autonomia e capacidade de exercer a cidadania.

No desenvolvimento do SPDH, particularmente no Estado de Santa Catarina, o pesquisador da EPAGRI, Jamil Abdalla Fayad e seus colaboradores têm incentivado a formação de grupos de trabalho nas comunidades rurais. Nestes grupos, e a partir da organização comunitária, são pautadas discussões sobre os sistemas de produção, buscando diminuir a dependência do uso de agrotóxicos, melhorar a qualidade do solo e aumentar o rendimento do agroecossistema, entre outros aspectos.

O plantio direto de hortaliças vem ganhando adeptos entre agricultores do Sul do Brasil, em função dos resultados positivos que vêm sendo observados em lavouras de tomate, cebola, abóbora, melancia, fumo, entre outros. No entanto, existem várias questões em aberto sobre o assunto, que acabou por se constituir num movimento local de enfrentamento de questões históricas contraproducentes suportadas pelo segmento da agricultura familiar, com seus expoentes sociológicos, tecnológicos, econômicos, ambientais, culturais, psicológicos etc. O SPDH, em função de sua organização, metodologia e dinâmica de trabalho vem apresentando demanda social de pesquisa por parte de um grupo cada vez maior de pequenos agricultores, que enfim têm encontrado e constituído, junto com a EPAGRI e consortes da extensão e da pesquisa (entre os quais a UFSC), espaço de permanente discussão de suas práticas.

Nesse contexto, o objetivo principal deste trabalho foi contribuir com um estudo científico sobre a dinâmica de plantas espontâneas em função do uso de três culturas de cobertura de inverno: aveia preta, ervilhaca e nabo forrageiro, que são muito utilizadas pelos agricultores do Alto Vale do Itajaí. Assim, procurou-se dar um passo adiante, verificando a eliminação do uso de herbicidas na produção de tomate em sistema de plantio direto de hortaliças, praticado pelos agricultores familiares de Ituporanga.

É de conhecimento que as culturas de cobertura exercem influência positiva sobre o solo em termos de ciclagem de nutrientes, melhoria da estrutura, aumento da porosidade, estabilidade de agregados em água, do teor de matéria orgânica, formação de palhada sobre o solo, proteção contra erosão hídrica, entre outros aspectos. Em função disso, procurou-se também averiguar alguns efeitos destas culturas de cobertura sobre atributos físicos e químicos do solo, além da produção de tomate no SPDH com fertirrigação. Para isso, foi implantado um experimento de campo com tomate em sistema de plantio direto.

Com base em uma definição metodológica que preconiza a contribuição dos sujeitos da realidade para a construção do conhecimento, os agricultores que fizeram as lavouras de estudo de tomate participaram de uma reunião onde foi discutida a definição do experimento da EEIT. Neste momento também se fizeram presentes a EPAGRI de Ituporanga, na pessoa do Pesquisador Jamil Abdalla Fayad, e representantes de um grupo de pesquisa<sup>1</sup> ligado ao Programa de Pós-Graduação em Agroecossistemas (PPGA), que foi integrado pelo autor deste trabalho.

Para o desenho do experimento de campo, foram considerados aspectos apontados como importantes pelos agricultores que já estavam praticando agricultura com o revolvimento do solo restrito apenas à linha de plantio<sup>2</sup>. Este é um dos pilares dos sistemas de PD. Naquele momento ainda era recorrente o uso de herbicidas para o controle da vegetação espontânea<sup>3</sup>. O experimento da EEIT foi similar às lavouras dos agricultores da comunidade do Ribeirão Klauberg, Ituporanga, SC, e também foi utilizado, para fins didáticos e demonstrativos.

Outro aspecto a ser destacado é o fato do presente trabalho de pesquisa estar inserido no quadro do Consórcio Brasil-EUA em Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável, entre a UFSC e a Universidade da Califórnia – Berkeley, sob coordenação dos professores Paulo Emílio Lovato e Miguel A. Altieri, com participação do professor Jucinei José Comin,

---

<sup>1</sup> Grupo de pesquisa que se constituiu pelos professores Jucinei José Comin (orientador), Paulo Emílio Lovato e os mestrandos André dos Santos Kieling (autor deste projeto de dissertação), Marcos Alberto Lana e Henrique Von Hertwig Bitencourt, ambos do PGAGR/CCA/UFSC (Programa de Pós-Graduação em Agroecossistemas, Centro de Ciências Agrárias/Universidade Federal de Santa Catarina)

<sup>2</sup> O não revolvimento do solo é um dos pilares do Sistema de Plantio Direto. Porém, entre os agricultores que iniciam este sistema de manejo do solo existe, geralmente, incerteza quanto ao abandono da prática de lavar o solo, com receio que este fique muito compactado, impedindo assim o desenvolvimento radicular normal das culturas agrícolas.

<sup>3</sup> Plantas espontâneas também são conhecidas como “plantas daninhas”, porém neste trabalho consideramos equivocada tal denominação, por ponderar os efeitos benéficos das mesmas para o sistema de produção. Espontânea: planta que vegeta sem intervenção humana (FERREIRA, 1999).

orientador desta dissertação. O projeto recebeu apoio do Centro para o Estudo das Américas (Center for the Study of the Americas) e foi financiado pela Fundação de Pesquisa em Agricultura Orgânica (Organic Farming Research Foundation), que têm interesse no estudo de sistemas de produção administrados por agricultores familiares do sul do Brasil que possam contribuir para o desenvolvimento da Agroecologia<sup>4</sup> e para a promoção de agroecossistemas<sup>5</sup> ecologicamente mais equilibrados e menos insustentáveis no espaço e no tempo.

---

<sup>4</sup> Aqui se admite o conceito de Agroecologia enquanto um campo científico que busca o desenvolvimento de agroecossistemas mais sustentáveis (ALTIERI, 1989), ou menos insustentáveis (D'AGOSTINI & FANTINI, 2005).

<sup>5</sup> Agroecossistema é a unidade fundamental de estudo, na qual os ciclos minerais, as transformações energéticas, os processos biológicos e as relações sócio-econômicas são vistas e analisadas em seu conjunto. Sob o ponto de vista da pesquisa agroecológica, seus objetivos não são a maximização da produção de uma atividade particular, mas a otimização do agroecossistema como um todo, o que significa a necessidade de uma maior ênfase no conhecimento, na análise e na interpretação das complexas relações existentes entre as pessoas, os cultivos, o solo, a água e os animais (ALTIERI, 1989).

## **CAPÍTULO 1 – OBJETIVO E HIPÓTESE**

### **1.1 Formulação do problema**

Pesquisadores e alguns agricultores reunidos em torno da proposta do SPDH, em Ituporanga - SC, com base nos resultados das lavouras de estudo conduzidas no município, concluíram que era possível abandonar o uso de herbicidas, de modo a tornar os sistemas de produção menos dependentes de agrotóxicos. Isso foi possível através do uso de cultivos de cobertura de inverno para formar grande quantidade de palhada sobre o solo, beneficiando os cultivos de verão. A estratégia diminuiu a infestação de plantas espontânea e quando necessário o controle foi efetuado pelo uso de roçadeiras motorizadas.

Para conhecer melhor as características de diferentes cultivos de cobertura de inverno, sobre o sistema de plantio direto de tomate – sem a interferência de herbicidas – foi conduzido um experimento de campo.

Neste experimento, procurou se evidenciar:

- Quais combinações de plantas de cobertura de inverno teriam maior efeito na supressão de plantas espontâneas de verão;
- Se existiriam efeitos sobre a estrutura e a fertilidade do solo (atributos físicos e químicos do solo);
- Se existiriam respostas diferenciadas entre tratamentos com relação à produtividade do tomate.

### **1.2 Hipótese**

Dado o grau de complexidade do objeto de estudo desta pesquisa, existiram pelo menos 3 hipóteses, interligadas entre sí. Sendo assim, tendo em vista o tratamento testemunha, a hipótese inicial foi que os outros sete tratamentos de cobertura do solo de inverno compostos por aveia preta, ervilhaca e nabo forrageiro (em cultivos solteiro e consorciado) testados no experimento:

- 1) Apresentariam efeito supressor da população de plantas espontâneas de verão;
- 2) Proporcionariam melhorias nos atributos físicos e químicos do solo, em relação ao pousio de inverno (tratamento testemunha);

- 3) Promoveriam produtividades de frutos superior ao pousio de inverno, tanto em quantidade como em qualidade de frutos;

Deduziu-se inicialmente que as variáveis utilizadas para a avaliação dos tratamentos de cobertura testados na pesquisa forneceriam respostas para questões relativas ao controle de plantas espontâneas e possíveis influências sobre o solo e a produção do tomate em plantio direto.

### **1.3 Objetivos**

#### **Objetivo geral**

Avaliar a dinâmica de interação entre os tratamentos de cobertura de inverno, a população de plantas espontâneas no verão, alguns atributos do solo e a produtividade do tomate em plantio direto.

#### **Objetivos específicos**

- Identificar as combinações de plantas de cobertura de inverno que produzem a maior quantidade de biomassa e são mais eficientes na supressão das plantas espontâneas;
- Identificar qual combinação de plantas de cobertura de inverno proporciona maior rendimento bruto da cultura do tomate, e qual produz mais frutos nas respectivas categorias de tamanho e qualidade avaliadas;
- Distinguir quais combinações de plantas de cobertura de inverno induzem a uma melhoria na qualidade física e química do solo;

## **CAPÍTULO 2 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

A partir da década de 1970 o problema da erosão do solo no Brasil nos sistemas de preparo convencional começou a despertar maiores preocupações. A prática de excessiva mobilização do solo, com arações e sucessivas gradagens provocou uma intensa degradação ambiental. O solo, arado e descoberto, sofreu intenso processo erosivo, gerando a deposição de uma imensa quantidade de solo fértil nos cursos de água a cada chuva ou enxurrada. Como medidas conservacionistas adotadas pelos agricultores foram utilizadas as curvas de nível, os terraços, patamares e murunduns, além das plantas de cobertura e da rotação de culturas. A pesquisa agrícola desenvolveu muitos estudos a respeito do dimensionamento adequado desses sistemas de contenção, mas a conclusão foi que essas estruturas não eram suficientes para a solução do problema da erosão em sistemas de preparo convencional. A partir de então começaram a surgir as primeiras pesquisas sobre plantio direto (PD).

### **2.1 Sistema de plantio direto**

O surgimento da técnica do Plantio Direto (PD) acabou se consolidando como uma alternativa aos graves problemas ambientais desencadeados pela agricultura em várias regiões submetidas ao preparo convencional (com aração e gradagem dos solos). Os problemas com a erosão eram alarmantes, provocando assoreamento de rios e perda da capacidade produtiva dos solos. Ainda hoje podemos encontrar problemas desse tipo. Com a técnica do PD, obteve-se diminuição das perdas de solo, aumento da matéria orgânica, e diminuição do número de operações de preparo do solo (DERPSCH et al., 1991). O PD, segundo Denardin (1997), é um sistema de exploração agropecuária, que envolve a diversificação de espécies, via rotação de culturas estabelecidas mediante mobilização do solo exclusivamente na linha de semeadura, mantendo-se os resíduos vegetais dos cultivos anteriores na superfície do solo. Santos & Reis (2001) chamam a atenção para o fato de que em pequenas áreas, a semeadura no PD pode ser realizada a lanço, sem a mobilização do solo – nem sequer numa linha de plantio – para semear as plantas de cobertura. Já no plantio das culturas comerciais é usual a mobilização do solo na linha do plantio, com uma plantadeira de plantio direto. No cultivo de hortaliças em

PD, geralmente se faz o plantio manual das mudas, no sulco de plantio aberto por uma plantadeira de plantio direto. Muitos agricultores familiares plantam o milho com semeadora manual (saraquá), sendo este um dos equipamentos agrícolas a causar menor perturbação no solo. Derpsch et al. (1991) relataram ser plantados anualmente cerca de 200.000 hectares de milho com este tipo de semeadora no Estado do Paraná.

O PD tem se mostrado efetivo em termos de controle da erosão, diminuição dos custos de produção, de horas de trabalho com máquinas (aração e gradagem) e de gastos com mão-de-obra (DERPSCH et al., 1991). Como será visto nesta revisão bibliográfica, esta técnica acabou por aproximar os agroecossistemas de cultivos anuais, de muita intensidade de trabalho antrópico, aos ciclos naturais de ciclagem dos resíduos orgânicos e de nutrientes, tornando-os menos insustentáveis a longo prazo.

Uma questão importante no sistema de PD é a rotação de culturas. Derpsch (1985) caracteriza a rotação de culturas como a alternância ordenada de diferentes culturas num espaço de tempo, na mesma lavoura, obedecendo a finalidades definidas, sendo que uma espécie vegetal não é repetida, no mesmo lugar, com intervalo menor do que um a três anos. A sucessão de espécies vegetais provoca mudanças na fauna do solo, em função das substâncias liberadas pelas raízes dessas diferentes plantas, que favorecem distintas comunidades microbianas. Moreira & Siqueira (2002) citam diversos efeitos das raízes sobre o solo, entre os quais se destaca a ação agregante sobre as partículas do solo, liberação de compostos voláteis inibidores e alelopáticos<sup>6</sup> e liberação de outros compostos diversos, que podem ter ação específica como mediadores nutricionais e indutores de crescimento, podendo favorecer a proliferação e atividade de microorganismos responsáveis por processos específicos, tais como a amonificação, assimilação simbiótica de nitrogênio, micorrização, entre outros. Enfim, existe uma série de relações benéficas da ação das raízes sobre os caracteres físicos (agregação de partículas, macro e micro porosidade, densidade etc), químicos (pH, teor de nutrientes, CTC etc) e biológicos (populações de microorganismos antagônicos a outros organismos fitopatogênicos etc).

Um dos grandes benefícios do plantio direto é a manutenção da palhada das plantas de cobertura, que, além de contribuir com a supressão da germinação de plantas espontâneas,

---

<sup>6</sup> Pitelli (1985), define alelopatia, do ponto de vista agrônomo, como efeitos injuriosos das plantas de uma espécie vegetal sobre o crescimento e/ou desenvolvimento de plantas de outras espécies, através da liberação de substâncias químicas no ambiente comum.

diminui o impacto direto das gotas de chuva sobre a superfície do solo, fator que desagrega as partículas do mesmo, sendo a principal causa da erosão e do selamento superficial (DERPSCH et al., 1991).

O selamento superficial – ou erosão por “splash” (DERPSCH et al., 1991) - causa muita dificuldade no cultivo de hortaliças em preparo convencional do solo, especialmente aquelas culturas com pequeno Índice de Área Foliar, tais como a cebola, por exemplo, permitindo que o solo fique completamente selado em superfície por decorrência da ação do impacto das gotas da chuva, prejudicando o fluxo de gases atmosfera-solo e vice versa, reduzindo muito a eficiência de processos biológicos de ciclagem de nutrientes, atividade de organismos benéficos, e tantos outros, comuns nos primeiros centímetros de profundidade dos solos. Em conseqüência, acaba por reduzir também a taxa respiratória das raízes da cultura comercial, acarretando prejuízos na produtividade. Segundo Monegat (1991), nos sistemas de produção de cebola, além do problema da baixa cobertura do solo em decorrência da arquitetura foliar da planta, os produtores do município de Ituporanga, SC, realizam uma intensa mobilização da superfície do solo, através da grade de discos e enxada rotativa, acarretando graves prejuízos ao solo. A ciência agrônômica tem sugerido a técnica da escarificação do solo para minimizar os prejuízos decorrentes do encrostamento superficial. Operações para o destorroamento e escarificação superficial do solo podem aumentar a incidência de plantas espontâneas (BAZZAZ, 1979) na lavoura ou horta, por propiciar condições para a germinação de sementes do banco de sementes do solo – oxigênio, luz, variação de temperatura etc – com o risco de injuriar as plantas da cultura comercial durante a operação, além de despender gastos com mão-de-obra e/ou horas de trabalho de máquina, reduzindo a remuneração do agricultor.

Entre os diversos sistemas de preparo do solo, o sistema de plantio direto é um dos mais sensíveis ao efeito da compactação, que aparece logo nos primeiros anos após sua implantação. No entanto, na maioria das vezes esses efeitos não influenciam na produtividade das culturas, pois com o passar dos anos esses efeitos vão diminuindo em decorrência do sistema implantado (HENKLAIN, 1997). Henklain (1997) demonstrou que o rendimento da cevada no sistema de PD em relação ao convencional, não sofreu com os resultados elevados de resistência à penetração na camada superficial (até 10 cm) num Latossolo Bruno álico.

Marcolan & Anghinoni (2006) comparando atributos físicos – densidade, porosidade total, macroporosidade, microporosidade e estabilidade de agregados – em três camadas entre 0,0 e 15,0 cm de profundidade – de um Argissolo Vermelho distrófico típico, submetido a 12

anos de PD e de Plantio Convencional (em Eldorado do Sul, RS), concluíram que o solo já havia recuperado os atributos físicos à condição original após quatro anos de PD. No mesmo experimento, as diferenças nos atributos físicos do solo decorrentes dos sistemas de manejo não foram suficientes para influir na produtividade das culturas de milho e de aveia + ervilhaca.

O PD, apesar de apresentar maior Densidade aparente (Da) e menor percentagem de Macroporos (Ma) na camada superficial do perfil do solo, nos primeiros anos de implantação do sistema, proporciona condições favoráveis ao solo a longo prazo, dentre as quais a qualidade e continuidade dos poros, galerias dos organismos do solo e suas múltiplas e benéficas atividades, fendas por umedecimento e secamento, decomposição dos sistemas radiculares das plantas etc (DERPSCH et al., 1991). Os benefícios do PD acabam superando os valores desvantajosos encontrados em indicadores físicos do solo dos primeiros anos de PD, conforme vários autores (SILVA & MIELNICZUK, 1997; FUCKS et al., 1994; BAYER, 1996; CAMPOS et al. 1995; CARPENEDO & MIELNICZUK, 1990).

No manejo das plantas espontâneas, usualmente faz-se aplicação de herbicidas, o que constitui o controle químico, cuja principal vantagem é a economia de mão-de-obra. Entretanto esta opção de manejo da vegetação de espontâneas tem provocado contaminação ambiental, intoxicação de agricultores e inclusive selecionado espontâneas resistentes a determinados tipos de herbicidas.

Um dos exemplo mais emblemáticos de resistência de plantas espontâneas à herbicidas é o do Round-up Ready, a base de glifosate, da companhia agroindustrial Monsanto, mesma detentora da patente sobre a soja transgênica Round-up Ready. A vantagem deste cultivar de soja geneticamente modificada, segundo a empresa, é que em uma única aplicação sobre a lavoura, eliminam-se todas as plantas espontâneas, ao passo que a soja transgênica não tem seu metabolismo comprometido. Dentre esta comunidade de espontâneas, após mais de 7 anos de pulverizações com este mesmo herbicida – Round-up – são recorrentes os casos de plantas resistentes ao seu princípio ativo – glifosate –, com diversos registros nos últimos anos segundo (VARGAS, BIANCHI & RIZZARDI, 2007). Isto tem levado agentes da assistência técnica e da pesquisa a recomendarem aumento da concentração de glifosate a ser pulverizado por unidade de área. O recomendado, no sistema de controle químico de plantas espontâneas, é a rotação de princípios ativos de herbicidas a cada aplicação, de forma a atacar diferentes rotas metabólicas nas plantas espontâneas a cada dessecação (POWLES, 2007). Isto evitaria o problema da seleção de plantas resistentes aos

herbicidas, evitando um aumento na contaminação do ambiente pela elevação das doses requeridas para um efetivo controle.

Com a escolha e o manejo adequado de plantas de cobertura do solo, através da manutenção dos resíduos de cultivo e das plantas de cobertura, é possível reduzir as aplicações de herbicidas, e até eliminar a sua necessidade de uso no sistema de produção. Os herbicidas estão entre os agrotóxicos mais frequentemente utilizados, inclusive no Plantio Direto convencional (não agroecológico), pela maioria dos agricultores.

No SPDH, procura-se eliminar os herbicidas, fazendo o controle das plantas espontâneas através do efeito da cobertura morta ou convivendo com a cobertura viva de plantas espontâneas em níveis que não comprometam a produtividade da cultura de interesse econômico. Neste caso se tem feito o controle por meio de roçadas, sendo as roçadeiras moto-mecanizadas a gasolina muito utilizadas.

No tombamento das plantas de cobertura utiliza-se o rolo-faca, implemento agrícola difundido com a expansão do Plantio Direto, tendo diversas versões, com adaptações feitas inclusive pelos próprios agricultores, com tocos de árvores, tanques metálicos cilíndricos com água, entre outras. Há exemplos até de estruturas de ferro (chassi desmontado de caminhão velho) arrastadas por trator, para promover o acamamento das plantas de cobertura. A função de um rolo faca é cortar/deitar as plantas de cobertura, de modo a que fiquem em maior contato possível com o solo, de forma a impedir o rebrotamento das mesmas, possibilitando a formação de uma camada de cobertura morta sobre a totalidade da superfície do solo, para evitar a entrada dos raios solares (suprimindo plantas espontâneas) e o impacto direto com as gotas da chuva (evitando a erosão).

## **2.2 Plantas de cobertura e o manejo do solo**

Dentre a grande diversidade de plantas de cobertura de inverno que podem ser utilizadas no PD, uma gramínea muito utilizada também nas rotações de culturas é a aveia preta (*Avena strigosa* Schreb). A aveia preta é uma das forrageiras mais cultivadas na Região Sul do Brasil durante o inverno. Esta espécie apresenta resistência a doenças, adaptação a solos ácidos e com baixa disponibilidade de nutrientes, e uma alta produção de matéria seca (COMISSÃO..., 1991). Segundo Amado & Wildner (1994) a produção de matéria seca da aveia preta varia de 5 a 7 Mg de MS/ha.

A Ervilhaca Peluda (*Vicia villosa* Roth) é uma leguminosa (família Fabaceae) de crescimento rápido, capaz de proporcionar uma eficiente proteção do solo, fechando a superfície em um intervalo de tempo relativamente menor que o despendido por outras espécies utilizadas para este fim. A Ervilhaca Peluda também é uma planta capaz de realizar fixação biológica de nitrogênio, através de associação com bactérias nitrificadoras, disponibilizando nitrogênio para a solução do solo e conseqüentemente aumentando os níveis desse elemento no agroecossistema. Preparados específicos para a inoculação das sementes com *Rhizobium leguminosarum* podem ser adquiridos no mercado com relativa facilidade. Segundo Rowe (1997), a ervilhaca tem tolerância a solos ácidos e resiste à secas prolongadas. Sua produção de matéria seca pode variar entre 3 e 5 Mg/ha (AMADO & WILDNER, 1994).

O Nabo Forrageiro (*Raphanus sativus*), da família Brassicaceae (Cruciferae) tem grande capacidade de produção de matéria seca, com 3 a 5 Mg/ha (AMADO & WILDNER, 1994), e capacidade de reciclar nutrientes, sendo facilmente acamada pelo rolo-faca. Mesmo em áreas sem adubação, esse valor pode oscilar entre 2 e 6 Mg/ha de massa seca no estágio de floração, com uma produtividade média de 3 Mg/ha de massa seca da parte aérea, segundo Derpsch & Calegari (1992) e Calegari (1998). O nabo forrageiro tem sistema radicular tuberoso, tendo capacidade de romper camadas compactadas em sub superfície.

### **2.5 Efeitos do PD em atributos físicos, químicos e biológicos do solo**

O volume de poros, a umidade, a aeração e a temperatura do solo são os fatores abióticos que mais influenciam na ocorrência e na seleção de artrópodes de solo. Em florestas, por exemplo, o solo apresenta espaços amplos na camada superficial orgânica. Nas lavouras, a mecanização e o preparo intenso do solo causam o adensamento, a desestruturação e a impermeabilização. A exposição do solo à radiação solar resulta na elevação da temperatura, atingindo níveis letais para a fauna localizada próxima à superfície, nas horas mais quentes do dia, segundo Gassen & Gassen (1986). Dados obtidos pelo mesmo autor revelam que as temperaturas máximas (pico de temperatura) registradas no decorrer do dia em um solo nu, comparadas a um solo com palhada, foram de 46°C e 32°C respectivamente; ou seja, a diferença de 14°C foi a favor do solo com cobertura.

Nos agroecossistemas, a queima de palha, o preparo de solo, as monoculturas extensivas e o uso de agrotóxicos são os fatores de maior influência na quebra do fluxo de energia da natureza. A sucessão de duas culturas anuais extensivas (trigo e soja ou aveia e milho), expondo tipos diferentes de alimento em grande quantidade no ecossistema propicia a

explosão de populações de espécies que consomem essas plantas, tornando-se praga (GASSEN & GASSEN, 1986).

Em estudo de Wardle (1995) *apud* Gomes (2004) estimando a sensibilidade dos organismos do solo ao cultivo convencional, concluiu-se que os organismos maiores foram mais afetados nesse sistema de manejo, ressaltando que as ações de revolvimento do solo limitam severamente a existência dos ‘transformadores da serrapilheira’ e dos ‘engenheiros do ecossistema’.

## **2.6 Fertilidade dos agroecossistemas e a produção de hortaliças**

Os ecossistemas naturais reinvestem uma grande parte de sua energia produtiva para manter a estrutura física e biológica necessária para sustentar a fertilidade do solo e a estabilidade biótica, através da reciclagem. Em cultivos intensivos como é o caso da horticultura, a exportação de alimentos e saída de biomassa através das colheitas, limitam tal reinvestimento nos agroecossistemas, fazendo-os altamente dependentes de instrumentos externos para alcançar o equilíbrio nutricional e populacional (KHATOUNIAN, 2001). Em termos de agricultura convencional, chega mesmo a se definir fertilidade apenas com relação ao conteúdo de determinados sais solúveis, responsáveis pela nutrição mineral das plantas, esquecendo-se de todas as interações entre planta, água, solo e clima.

Gomes (2004), discutindo a questão da fertilidade dos solos em sua dissertação de mestrado, conclui que o conceito de fertilidade dos solos não pode estar restrito apenas aos aspectos químicos, biológicos e físicos. Ressalta que deveria se dar importância, não só para a interação entre estes três fatores, mas também a um quarto elemento, o efeito do manejo antrópico sobre as características de fertilidade dos solos. Sobre o manejo convencional, que implica em revolvimento da porção superficial do solo, o autor afirma que a boa aeração causada pela lavração é efêmera, e grande parte dos organismos que ajudam a promover a formação de agregados é destruída, além de perderem-se por lixiviação, vários nutrientes contidos na solução do solo, caso não sejam absorvidos pela cultura.

Gomes (2004) conclui que

... então podemos nos atrever a definir a fertilidade de solo como a condição resultante da existência de freqüentes espaços neste solo ocupados dinamicamente e indefinidamente por um ou vários dos seguintes componentes: ar, solução de água e nutrientes assimiláveis, matéria orgânica decomposta ou em decomposição, raízes e outros organismos vivos. A parte sólida do solo que forma estes espaços deve conter um estoque suficiente de nutrientes não disponíveis às plantas, mas que podem e são frequentemente solubilizados por reações químicas favorecidas pelo meio, ou por ação de microrganismos. Isso ocorre exatamente na superfície desta fase sólida, ou a interface entre fração sólida e líquida. Esta condição de solo fértil também é resultante de um método de cultivo, que atua diretamente no ambiente físico do solo, afetando sua química e biologia específicas. Um solo fértil usado pelo homem para agricultura, deve manter esta condição ao longo do tempo.

Khatounian (1999) exprime o significado de fertilidade como a capacidade, ou a propriedade, que teria um ecossistema de gerar vida, podendo ser medida em termos de produção de biomassa. Como fatores que determinam a fertilidade de sistemas agrícolas ou naturais no Planeta Terra, o mesmo autor observa que a luz, a água e a temperatura adequada podem ser mais determinantes do que o fator nutrientes minerais do solo.

Pensando em sistemas de produção agrícola, o manejo eficiente da água e o controle dos fatores de clima como ventos e insolação tem comprovado um aumento da produtividade de diversas culturas – ou simplesmente, viabilizado cultivar certas plantas em determinadas regiões e/ou épocas que não as mais adequadas –, com as técnicas de irrigação, quebra-ventos, telados, casas de vegetação e outras. Por motivos culturais, econômicos e pelas características das culturas, a maioria dos horticultores da Região Sul do Brasil não utiliza casas de vegetação para seus cultivos agrícolas, ficando a mercê de diversas intempéries – secas, ventanias, granizo, geadas e oscilações climáticas extremas.

No âmbito deste trabalho, a eficiência no uso da adubação é uma questão importante, pois segundo Fayad (1998), o tomateiro tem a absorção de nutrientes variável ao longo do seu ciclo, descrevendo uma curva de absorção de nutrientes. As plantas absorvem praticamente todos os elementos minerais de que necessitam da solução do solo. Carbono e Oxigênio entram pelos estômatos, na forma de CO<sub>2</sub> atmosférico. Para um correto e mais eficiente metabolismo da planta, a disponibilidade de nutrientes nas proporções em que o tomateiro necessita, ou ainda, em concentrações que não causem desequilíbrios fisiológicos na planta é um fator a ser observado, embora a irrigação seja ainda mais determinante que a nutrição, para uma boa produtividade de frutos de tomate.

### 2.3 Qualidade e Saúde do Solo

Segundo Casalinho (2003), a partir de meados da década de 90, a comunidade científica vinculada à Ciência do Solo vem subsidiando o desenvolvimento de novos conceitos e de novas compreensões sobre as funções que o recurso solo desempenha em ecossistemas agrícolas, especialmente aqueles onde são desenvolvidos modelos de agricultura que têm como objetivo uma produção equilibrada ecologicamente, socialmente justa e economicamente viável, de forma que sua avaliação possa ser feita de maneira integrada e integral.

Diversos autores destacam a importância dos conceitos de saúde e qualidade do solo. Segundo Doran et al. (1996), citado por Casalinho (2003) Saúde do Solo é a contínua capacidade do solo para atuar como um sistema vivo, em diferentes ecossistemas, sustentando a produtividade biológica, mantendo a qualidade da água e do ar e promovendo a saúde da planta, do animal e do homem.

Casalinho (2003) fazendo ampla revisão sobre os conceitos de Saúde e Qualidade do Solo conclui que independentemente de como as expressões são utilizadas, há praticamente um consenso entre os cientistas que as adotaram nas concepções de suas pesquisas, sobre o que elas significam e sobre a importância de suas avaliações no contexto de uma atividade agrícola, como um indicador de sustentabilidade, capaz de fornecer importantes subsídios ao desenvolvimento de sistemas de manejo que contribuam para um modelo agrícola estável, duradouro e produtivo, intimamente relacionado à natureza.

Segundo Casalinho (2003), citando Harris et al. (1996) os termos saúde e qualidade do solo têm sido, também, utilizados juntos, como uma única expressão, caracterizando a condição de solo dentro de determinados limites de uso da terra, de paisagem e de condições climáticas, para proteger a qualidade da água e do ar, sustentar a produtividade e a qualidade vegetal e animal e promover a saúde humana.

Para a seleção dos indicadores deve ser feita uma rigorosa avaliação de suas relações, não apenas com a Qualidade ou Saúde do Solo, mas, também, identificando que relevância cada um deles apresenta para o ecossistema no qual o solo avaliado está inserido (Casalinho, 2003, *apud* Doran et al., 1996). A avaliação plena de todos os atributos e processos que ocorrem no solo não é viável e nem se justifica. Ao definir-se, no entanto, quais os atributos que deverão ser utilizados como indicadores da Qualidade do Solo, trabalhando no contexto da agricultura sustentável, é fundamental que se proceda dentro de uma visão não reducionista

e de forma a escolhê-los a partir de critérios que possibilitem um maior número possível de pessoas acessá-los e compreendê-los.

Para Lal (1999) apud Casalinho (2003), a escala temporal para avaliação de características e processos do solo é muito importante na avaliação de sua qualidade, pois alguns atributos sofrem forte variação num curto espaço de tempo (compactação, por exemplo, que pode sofrer forte variação durante um único ano agrícola), outras têm sua performance modificada após vários anos de utilização do solo (erosão e declínio da fertilidade, por exemplo que, salvo em situações especiais, precisam de espaços superiores a cinco anos para se exteriorizar no solo). Previamente à escolha do conjunto básico dos indicadores é importante ter uma idéia clara para qual ou quais funções o solo terá sua capacidade avaliada.

## **2.4 Alguns indicadores para avaliar efeitos das culturas de cobertura no sistema de plantio direto de tomate**

### **2.4.1 Dinâmica de produção de biomassa**

A relação entre a quantidade de cobertura morta gerada ou introduzida sobre o solo – em diversos processos agrícolas – geralmente tem correlação negativa com o crescimento e produção de biomassa das plantas espontâneas: quanto maior a massa da cobertura morta, menor será a biomassa produzida pela população de espontâneas, conforme relatam vários autores, entre os quais Teasdale & Mohler (2000), Teasdale (2004) e Mennan et al. (2006).

A unidade de medida para a variável biomassa é usualmente a quantidade de matéria seca por área, como  $Mg \cdot ha^{-1}$ . É muito utilizado o termo “mulche”, originário da Língua Inglesa (mulch), para designar a camada, ou colchão, de cobertura morta sobre a superfície do solo. Outra palavra muito difundida ao se referir a PD no Brasil é palhada, a qual também designa a biomassa seca residual de culturas de coberturas sobre a superfície do solo.

Em experimento na Região do Planalto Central Catarinense, Lana (2007) encontrou correlação negativa estatisticamente significativa entre a produção de biomassa das plantas de cobertura e a produção de biomassa das plantas espontâneas, numa situação de cultivo onde estas espontâneas eram prejudiciais à cultura do feijão. Neste mesmo trabalho, foi observada também, uma correlação positiva entre a percentagem de solo coberto (em contraposição a

percentagem de solo descoberto, visível através da palhada) e a biomassa de cobertura. As espécies de cobertura que produziram a maior quantidade de palhada, constituíram os tratamentos de cobertura que cobriram mais a superfície do solo – e apresentaram menor incidência de espontâneas. As espécies que constituíram os melhores tratamentos de coberturas foram centeio + ervilhaca, trio centeio + ervilhaca + nabo forrageiro e centeio em cultivo solteiro (LANA, 2007).

O sucesso na emergência das plântulas de espontâneas através da palhada é tido como a capacidade destas em germinar e crescer, atravessando a camada de cobertura morta. Entre as condições limitantes à emergência de espontâneas, a principal seria a ausência de luz (TEASDALE & MOHLER, 2000), por impedimento físico à incidência dos raios do Sol. Elementos físicos do ambiente do entorno da superfície do solo modificados pela presença da cobertura, além da luminosidade, são a umidade e a temperatura, entre outros. Com a redução da variação da temperatura e da umidade, varias espécies de plantas espontâneas têm anulada a germinação de suas sementes. A alternância e variação abrupta destes fatores é um dos mecanismos desenvolvidos pelas plantas de algumas espécies para desencadear o processo germinativo (BAZZAZ, 1979). A concentração de CO<sub>2</sub> é outro fator que sofre a influência da camada de cobertura morta, em função do manejo. A concentração de CO<sub>2</sub> provoca alteração na dinâmica sucessional das espécies (BAZZAZ, 1979).

Mesmo tendo em vista outros fatores relacionados com a dinâmica das plantas espontâneas, Teasdale & Mohler (2000) afirmam que, quando os resíduos de plantas de cobertura são acamados (deitados) sobre a superfície do solo, os resultados em termos de supressão de plantas espontâneas são devidos muito mais aos efeitos físicos desta palhada do que aos efeitos aleloquímicos ou por indisponibilidade de nutrientes.

Ainda os autores supra-citados consideram que existe uma relação intrínseca entre as propriedades físicas da palhada e a emergência de espontâneas, que engloba outras características além da quantidade de matéria seca. Resaltam a necessidade de escolher com muita atenção as plantas de cobertura quando o objetivo é diminuir a incidência de espontâneas, pois duas plantas com uma grande proporção de biomassa na parte aérea podem produzir palhadas com propriedades físicas diferentes, resultando em maior ou menor emergência de espontâneas. Um exemplo seria a comparação das plantas de cobertura de inverno ervilhaca (*Vicia villosa*) e aveia preta (*Avena strigosa*).

A ervilhaca tem degradação mais rápida, em função da baixa relação C/N. Isto reduz o

tempo sem a interferência de espontâneas, pela decomposição mais rápida da palhada de ervilhaca em cultivo solteiro. Quando em consórcio com uma gramínea, a ervilhaca se beneficia usando a outra espécie como suporte, à qual se fixa com suas gavinhas, e depois de acamadas, formam uma cobertura sobre o solo com maior relação C/N, perdurando por mais tempo o efeito físico de cobertura do solo.

#### **2.4.2 Indicadores físicos do solo**

Uma das maiores preocupações dos agricultores, constatada em reuniões realizadas no município de Ituporanga, são relativas à questão da compactação do solo. Quando se inicia a implantação do sistema de plantio direto – ou mesmo depois do sistema implementado – o fato de abandonar a prática de lavrar e gradear o solo para o plantio é uma preocupação de muitos agricultores. Diversas pesquisas demonstram recuperação e manutenção dos parâmetros físicos do solo em níveis favoráveis ao pleno desenvolvimento das culturas agrícolas, aliado a outros benefícios que o plantio direto apresenta em relação ao plantio convencional (SILVA & MIELNICZUK, 1997; FUCKS et al., 1994; BAYER, 1996; CAMPOS et al. 1995; CARPENEDO & MIELNICZUK, 1990, MARCOLAN & ANGHINONI, 2006, HENKLAIN, 1997). Buscando evidenciar diferenças entre sistemas de manejo do solo, e entre plantas de cobertura, tem-se usado diversos indicadores físicos do solo, tais como a resistência mecânica à penetração, densidade aparente do solo, macro e microporosidade, entre outros.

##### **a) Resistência à Penetração**

Também referida como impedância mecânica, constitui um método indireto de avaliar a compactação do solo, sugerindo possíveis limitações ao desenvolvimento de raízes. A resistência à penetração é um dos atributos físicos do solo, que influencia o crescimento de raízes e serve como base à avaliação dos efeitos dos sistemas de manejo do solo sobre o ambiente radicular (TORMENA & ROLOFF, 1996).

Apesar de não ser um método muito preciso, ele pode informar com relativa exatidão, a localização da camada de maior densidade, ou maior compactação ao longo do perfil vertical do solo, resultante do sistema de manejo do solo adotado (TORMENA et al., 2002).

Quando se utiliza o preparo mecânico do solo, esta medição ajuda a determinar a

profundidade em que está ocorrendo a camada compactada do solo (conhecida como pé de arado ou pé de grade). De posse desta informação o agricultor pode fazer a regulação da profundidade de operação dos discos de corte de um arado, evitando trabalhar sempre na mesma profundidade e desta forma minimizar este efeito indesejável do preparo mecanizado do solo. Em sistemas conservacionistas de manejo do solo, pode-se utilizar o penetrógrafo para avaliar diferenças na estrutura do solo entre seqüências de rotação de culturas e entre sistemas de cobertura do solo.

### **b)Densidade e porosidade do solo**

A determinação da Densidade aparente do solo (EMBRAPA, 1997) permite identificar com maior fidelidade a condição estrutural do solo em termos da distribuição entre parte sólida e espaço poroso. A partir da coleta de uma amostra indeformada, com um anel de metal, pode ainda se diferenciar qualitativamente a composição do espaço poroso entre macroporos (poros com diâmetro médio maior do que 0,005cm) e microporos (poros com diâmetro médio inferior a 0,005cm) (EMBRAPA, 1979). Solos com o espaço poroso ocupado por maior volume de macroporos apresentam maior capacidade de infiltração de água e maior comprimento de raízes em relação a solos mais compactados, o que favorece o desenvolvimento das culturas (DERPSCH et al., 1991).

## **2.7 Produção do tomate**

A espécie cultivada de Tomate (*Lycopersicon esculentum*, Mill) é o resultado dos cruzamentos de sete, oito ou mais espécies nativas da região compreendida entre o México e Peru (MARANCA, 1986), nos Andes, com baixa umidade do ar e elevada altitude. Segundo o mesmo autor, citando C.M.Rick, o *L. esculentum*, Mill, deu origem à maioria das cultivares atuais. O tomateiro cultivado como planta anual, é tendencialmente plurianual ou perene. A planta pode ter a altura média de até dois metros, daí a freqüente necessidade de estaqueamento, apesar de a planta nova ser sempre ereta.

Quanto ao hábito de crescimento se pode distinguir dois tipos de tomateiro: os de crescimento determinado e os de crescimento indeterminado. Para cultivos extensivos, de tomate tipo industrial, usado para produção de extrato, polpa e molhos de tomate, é utilizado geralmente o tomateiro de crescimento determinado. Este cresce até certa altura, geralmente

não passando de um metro de altura. Para obtenção de tomate tipo salada, o tomateiro é o de hábito de crescimento indeterminado, que produz frutos maiores e pluriloculares, de maior aceitação pelos consumidores, alcançando as mais altas produtividades por área, e necessitando de estaqueamento para sustentar o peso da planta com os cachos de frutos carregados, e a planta geralmente ultrapassa 1,80 metros de altura. O tipo indeterminado necessita de várias podas para uma boa condução da planta, e a altura final é determinada pela capação do ramo apical. O momento da capação pode influenciar também a antecipação da colheita (ALVARENGA, 2004).

É uma planta muito vulnerável às variações do ambiente. Adapta-se à maioria das regiões brasileiras que não apresentem excesso de umidade relativa e de chuvas, temperatura muito elevada, e nem falta de luminosidade e de insolação, fatores estes últimos que parecem de máxima importância. A falta ou o excesso de um só destes fatores pode ser fatal, quer seja uma geada, um céu quase sempre encoberto ou chuvas pesadas e contínuas (MARANCA, 1986).

Quanto à adubação, o tomate não tolera excessos de nitrogênio (N), que podem estimular excessivamente o desenvolvimento vegetativo em prejuízo da produção dos frutos. O crescimento excessivo da área foliar aumenta a evapotranspiração da planta. Esta aumenta o fluxo em massa de fotoassimilados/solutos para as folhas, competindo com a necessidade de alguns nutrientes demandados pelos frutos, no estágio de frutificação, tais como o Cálcio que é elemento de translocação lenta dentro da planta. O Cálcio em quantidade insuficiente no momento da formação do fruto pode provocar o distúrbio conhecido como podridão apical, o qual inviabiliza a comercialização e o consumo destes frutos. Outra consequência de uma adubação desequilibrada é um aumento na intensidade das doenças bacterianas e fúngicas na lavoura (ALVARENGA, 2004).

Em experimentos com cultivo de tomate em condições de estufa e de campo, em Lavras, MG, Fayad (1998), descreveu curvas de absorção diária de nutrientes pelo tomateiro, que permitem estimar a necessidade de adubação nas diferentes fases do ciclo da cultura.

Fayad et al. (1998), encontraram os seguintes valores totais de absorção de nutrientes (kg/ha) para o cultivar Santa Clara cultivado a campo (em Viçosa, MG): 206 de N, 32 de P, 360 de K, 202 de Ca, 29 de Mg, 49 de S, 2,2 de Fe, 2 de Mn, 3,4 de Zn e 0,5 de B. Fayad (1998) obteve taxas de absorção diárias de nutrientes para a cultura do tomate. Na prática esses valores podem ser utilizados para o cálculo da quantidade de fertilizante a ser aplicado

no cultivo de tomate, sendo base para a formulação das soluções nutritivas a serem aplicadas por sistema de fertirrigação.

Segundo Alvarenga, Lima e Faquin (2004) fertirrigação é o processo de aplicação simultânea de água e fertilizantes por meio de um sistema de irrigação, sendo este processo utilizado para complementar a adubação realizada por ocasião do plantio. Esta pode ser empregada em diferentes métodos de irrigação, tais como irrigação por superfície, irrigação por aspersão e irrigação localizada. Segundo os mesmos autores, a irrigação localizada – por gotejamento – é a mais eficiente, sendo o método mais recomendado para a irrigação do tomate e para a realização da fertirrigação. É o sistema de irrigação mais recomendado por não molhar as folhas e diminuir a possibilidade de incidência de doenças, além de não irrigar as entrelinhas, principal habitat das plantas espontâneas, reduzindo assim sua interferência sobre os tomateiros (ALVARENGA, LIMA e FAQUIN, 2004).

A Cultivar Márcia<sup>7</sup> – EPAGRI, ainda em fase de desenvolvimento, mas já tendo apresentado bons resultados em cultivos anteriores, produz frutos de formato oblongo, com excelente qualidade para o consumo *in natura*, como em saladas, por exemplo. Não tem custo referente ao domínio de propriedade sobre o seu germoplasma. Suas sementes podem ser - reproduzidas pelo próprio agricultor.

## **2.8 Fatores bióticos e abióticos limitantes à produção de tomate**

Neste tópico são elencados e explicados sucintamente os principais fatores bióticos e abióticos que limitam o sucesso dos sistemas de produção de tomate pelo mundo. São inúmeras as doenças e pragas a afetar os cultivos de tomate. Aqui faz-se referência principalmente aos problemas encontrados na região de Ituporanga em função do sistema de produção estudado neste trabalho. Apesar deste não ser um aspecto avaliado diretamente por esta pesquisa, pode se notar os efeitos indiretos destes fatores sobre a qualidade dos frutos produzidos.

O tomateiro é a planta mais suscetível a doenças e pragas entre as hortaliças cultivadas tradicionalmente. Cerca de 200 doenças e distúrbios fisiológicos já foram relatados afetando a tomaticultura no mundo (LOPES & ÁVILA, 2005). Caso não controladas eficientemente, as pragas e doenças podem comprometer totalmente a produção de tomate. Daí a importância do

---

<sup>7</sup> Este cultivar de tomate foi utilizado no experimento de campo apresentado neste trabalho.

estudo sobre tais organismos, para evitar o uso de agrotóxicos em sistemas de produção agroecológicos ou diminuir a frequência e quantidades aplicadas nos sistemas em transição agroecológica, resultando em menor custo de produção, menor contaminação ambiental e um produto de boa qualidade para o consumo.

Como já mencionado, o tomateiro está sujeito a mais de uma centena de doenças que podem ser de origem parasítica (biótica) ou não parasítica (abiótica). As bióticas são causadas principalmente por fungos, bactérias e vírus. A ocorrência de doenças depende sempre da conjugação entre a presença do agente causador, da sensibilidade da cultivar – hospedeiro suscetível – e das condições climáticas que favoreçam a manifestação dos sintomas. As doenças abióticas – ou distúrbios fisiológicos – são causadas por temperatura e luminosidade inadequadas, falta ou excesso de nutrientes e água, fitotoxidez, salinidade e outros (LOPES & ÁVILA, 2005, SCHALLENBERGER, 2005).

A incidência e severidade das pragas e doenças dependem do grau de resistência e suscetibilidade da cultivar, do manejo da cultura, das condições edafoclimáticas e do período de cultivo (EPAMIG, 1992, apud SCHALLENBERGER, 2005).

### **2.8.1 Doenças**

A ocorrência de doenças nas plantas é resultante de uma complexa interação patógeno-hospedeiro-ambiente físico. A duração do período de molhamento foliar é de grande importância nos processos epidemiológicos, favorecendo a germinação de esporos de fungos e sua penetração nos tecidos das plantas (PEZZOPANE et al., 1995, apud SCHALLENBERGER, 2005).

Dentre as doenças fúngicas que causam danos econômicos aos produtores, tanto nos cultivos a céu aberto como em cultivo protegido, Schallenberger (2005) destaca a pinta preta (*Alternaria solani*), a requeima (*Phytophthora infestans*), a septoriose (*Septoria lycopersici*), a mancha-de-cladospório (*Cladosporium fulvum*), o mofo-cinzento (*Botrytis cinerea*) e o oídio (*Erysiphe cichoracearum*).

A pinta-preta (*Alternaria solani*) é uma doença que ocorre em todas as regiões produtoras de tomate. Esta doença é favorecida por altas temperaturas (24 a 29°C) e umidade elevada, sendo mais severa no verão ou em condições de altas temperaturas.

A requeima (*Phytophthora infestans*) é uma das doenças mais destrutivas do

tomateiro, podendo comprometer toda a produção em poucos dias. É favorecida por umidade elevada e temperatura entre 14 e 22°C. Em temperaturas acima de 30°C a requeima dificilmente ocorre.

O oídio (*Erysiphe cichoracearum*) tem condições ótimas de desenvolvimento sob baixa intensidade luminosa, temperaturas entre 20 a 27°C e preferencialmente alta umidade relativa do ar (LOPES & ÁVILA, 2005).

### 2.8.2 Pragas

Entre as principais pragas do tomateiro, a broca-pequena-do-fruto (*Neoneucinodes elegantalis*), a traça do tomateiro (*Tuta absoluta*), a broca-grande (*Heliothis* spp) e a larva minadora (*Liriomyza* spp.) são os maiores exemplos de pragas que causam dano direto ao fruto e/ou folhas do tomateiro.

Há também aquelas pragas que causam danos indiretos ao tomateiro, por serem transmissores de vírus, entre os quais encontramos os tripses (*Frankliniella schulzei*), a mosca branca (*Bemisia* sp.) e os pulgões (*Myrus persicae* e *Macrosiphum euphorbiae*).

A broca-pequena-do-fruto (*Neoneucinodes elegantalis*) é uma pequena mariposa com cerca de 25mm de envergadura e coloração geral branca. Após acasalamento, a fêmea coloca os ovos nos frutos bem pequenos, junto ao cálice. Depois de nascidas, as lagartinhas penetram nos frutos, saindo de seu interior para empupar, por meio de um orifício redondo, característico de seu dano

A broca-grande (*Heliothis* spp) quando adulta é uma mariposa que mede de 30 a 40 mm de envergadura; possui asas anteriores de coloração cinza esverdeada e posteriores esbranquiçadas com manchas escuras. A fêmea coloca os ovos em qualquer parte da planta. Depois de eclodidas, as lagartas raspam as folhas e frutos, podendo adentrar-se nestes, destruindo a polpa e inutilizando-os para o mercado. A lagarta, pode chegar até 50 mm de comprimento. Após a fase larval a lagarta abandona o fruto para empupar no solo.

A traça do tomateiro (*Tuta absoluta*) é uma praga de ocorrência em todo território nacional. Os adultos são pequenas mariposas de hábitos crepusculares-noturnos, e nesta fase apresentam função reprodutiva, tendo coloração cinza-prateada. As fêmeas colocam os ovos na parte aérea da planta, preferencialmente nas folhas. Dos ovos eclodem lagartinhas mastigadoras, de coloração verde rosada, que passam a alimentar-se de toda a parte aérea da

planta (broto apical, folhas, caules, botões florais, flores e frutos), iniciando o ataque nos brotos apicais. A fase de lagarta dura 14 dias, quando a praga empupa dentro de um casulo de seda na própria folha do tomateiro. A disseminação da traça ocorre pelo vento, pelo próprio vôo e pelo transporte de frutos contaminados com as lagartas (SCHALLENBERGER, 2005).

Os tripses (*Frankliniella schulzei*) são insetos pequenos, que apresentam dois pares de asas franjadas, aparelho bucal raspador-sugador e é sugador de seiva. Os adultos têm corpo alongado e medem no máximo 3 mm de comprimento, com cor marrom escura quase preta. As formas jovens sem asas são de cor amarela. Vivem abrigados no interior das flores, nos botões florais e nos brotos ou na página inferior das folhas. Alimentam-se exclusivamente de seiva. Os adultos e ninfas ao alimentarem-se da seiva de uma planta virótica contaminam-se com o vírus, e ao sugarem outras plantas, transmitem o vírus. Onde se constata a presença dessa espécie, faz-se necessário tomar alguma medida preventiva, para que não ocorra a introdução de doenças viróticas na lavoura.

Os pulgões (*Myrus persicae* e *Macrosiphum euphorbiae*) são insetos de coloração verde-clara e medem 2 mm de comprimento. As colônias são formadas por adultos e ninfas ápteros que se instalam na página inferior das folhas, brotos terminais e ao longo do caule. A infestação inicia-se com fêmeas aladas vindas de outras plantas hospedeiras. Os pulgões causam prejuízos diretos ao tomateiro pela sucção da seiva e indiretos pela transmissão de vírus (GALLO, 1978; MINAMI & HAAG, 1980; GONÇALVES et al., 1997; PICANDO & MAEQUINI, 1999; SOUZA & REIS, 2003 apud SCHALLENBERGER, 2005).

O cultivo orgânico de tomate tem um dos seus maiores gargalos na questão do controle dos insetos praga. Schallenger (2005) estudando diferentes ambientes de cultivo para produzir tomate orgânico verificou sensível redução na ocorrência de pragas com o uso de telas anti-inseto nas laterais dos abrigos. Em sua tese de doutorado relata diferença significativa entre a percentagem de frutos atacados por pragas, sendo que os dois ambientes sem uso de tela (ambiente céu aberto e abrigo sem tela) tiveram em média 53,7% dos frutos atacados por pragas, contra uma média de 6,7% dos frutos atacados por pragas nos ambientes com tela (abrigo com tela clarite, abrigo com tela afídeo, abrigo com tela citros e abrigo totalmente revestido por tela citros). Estes dados são referentes a dois experimentos realizados nos anos 2002 e 2004 em Itajaí, Região do Vale do Itajaí, SC.

### 2.8.3 Distúrbios fisiológicos

Os distúrbios fisiológicos, também conhecidos como doenças não transmissíveis ou não parasitárias, podem ter várias origens e estar associados a diversos fatores, o que normalmente dificulta seu diagnóstico. Podem estar relacionados a excesso ou deficiência de nutrientes, alta ou baixa umidade do solo, variações de temperatura entre outros (LOPES & ÁVILA, 2005).

Entre os principais problemas de origem fisiológica no tomate pode-se destacar a podridão apical, também conhecida como fundo-preto ou simplesmente relacionada como falta de cálcio. É um problema de ocorrência generalizada nas regiões produtoras de tomate, especialmente em tomateiro estaqueado. Os sintomas mais típicos são observados em frutos verdes. Na região apical do fruto aparece uma mancha de cor marrom que se torna escura e deprimida a medida que o fruto cresce. Os frutos com podridão apical amadurecem precocemente e perdem totalmente seu valor comercial. A falta de cálcio na adubação não é a única origem do problema. Também está relacionada com a falta de água, mesmo que temporária, alta salinidade, excesso de adubo nitrogenado e danos nas raízes provocados por excesso de água, insetos ou doenças (LOPES & ÁVILA, 2005). Em função da baixa mobilidade do Cálcio dentro dos vasos da planta, o estresse hídrico pode prejudicar sua fluxo normal em direção aos frutos. O excesso de adubação nitrogenada pode influenciar a formação de uma área foliar exagerada, o que pode aumentar a taxa de evapotranspiração das plantas. Com isso o fluxo em massa pode ser mais direcionado para as folhas em detrimento dos frutos, vindo a ocorrer deficiência de Cálcio na formação destes

O ombro-amarelo, de causa ainda não bem conhecida, é encontrado com mais frequência quando ocorrem altas temperaturas antes do início do amadurecimento dos frutos. O baixo teor de potássio no solo pode contribuir para o seu aparecimento. O sintoma deste distúrbio são manchas irregulares amarelas na região em volta do pedúnculo, que em condições mais severas podem tornar-se esbranquiçadas e enrugadas, semelhantes ao distúrbio da escaldadura ou queima-do-sol (LOPES & ÁVILA, 2005).

A queima-de-sol ou escaldadura, é resultante do aquecimento da superfície do fruto pela sua exposição direta ao sol, geralmente devido à destruição da folhagem pelo ataque de doenças (LOPES & ÁVILA, 2005).

Outro distúrbio são as rachaduras de crescimento, tanto no sentido radial como as concêntricas estão associadas a desbalanço hídrico e bruscas variações de temperatura.

### **2.8.3 Produção classificada de frutos de tomate**

A classificação por tamanho de fruto é importante em mercados mais organizados, onde os frutos de tamanho grande, em estágio inicial de maturação e sem injúrias mecânicas ou problemas de origem fitossanitária são mais valorizados do que os frutos pequenos e/ou com defeitos graves, conforme normativa número 553 de 1995 (BRASIL, 2002). Segundo esta portaria, para tomates de formato oblongo, frutos pequenos, médios e grandes têm, respectivamente, diâmetro transversal de fruto maior que 40 mm, entre 50 e 60 mm e maior que 60 mm (ver Anexo 1). Os frutos com menos de 40 mm seriam considerados descarte.

## **2.9 A questão da transição agroecológica**

Dentro de uma lógica de transição agroecológica, de uma produção de alimentos contaminados para a produção de alimentos mais nutritivos e menos contaminados por agrotóxicos – ou não contaminados, no caso de produtos orgânicos –, além das mudanças necessárias dentro dos agroecossistemas, é urgente também, a reconstrução dos padrões estéticos dos consumidores. A aceitação de hortaliças menores, com aspecto visual muitas vezes menos atrativo, e apenas dentro da época do ano propícia à sua produção numa determinada região, são questões de enfrentamento importantes para a construção de um paradigma da agroecologia.

No aspecto da sazonalidade, uma associação de produtores orgânicos do Sul do Brasil teria muita dificuldade em atender a demanda por frutos de tomate durante todo o ano devido às condições climáticas limitantes. Frente a isso, muitos consumidores simpáticos à idéia dos alimentos orgânicos, acabam optando em muitas ocasiões pelos estabelecimentos supermercadistas, por não terem suas demandas de hortaliças supridas nas feiras ou lojas de produtos orgânicos durante o ano inteiro.

Fatores como o pouco tempo disponível, as dificuldades de acesso devido ao trânsito especialmente nas grandes e médias cidades, e a facilidade de se encontrar praticamente todos os itens necessários para a alimentação, higiene, limpeza, etc em um único estabelecimento –

as lojas das grandes redes de supermercados – são fenômenos da sociedade contemporânea a dificultar iniciativas de organização de consumidores, a partir das quais se pudesse melhorar também a renda e as condições de vida dos pequenos agricultores que se dedicam à produção de alimentos saudáveis.

Talvez uma alternativa para grupos de agricultores ecológicos fosse estabelecer relação comercial com grupos populares organizados das cidades, de forma a atender uma demanda programada de um grande contingente populacional, muitas vezes de menor poder aquisitivo, mas que investe grande parte de sua renda na alimentação. Várias iniciativas no campo da economia solidária, em diversas regiões do Brasil e do mundo, demonstram as possibilidades e os limites de tais empreendimentos.

Do ponto de vista da transição agroecológica a partir dos agroecossistemas, mais especificamente dentro das propriedades rurais dos agricultores produtores de alimentos agroecológicos, Gliessman (2001) distingue três níveis do processo de transição:

**-1º nível:** incremento na eficiência das práticas convencionais para redução no uso e dependência de insumos caros, escassos ou prejudiciais ao ambiente. Atualmente, a pesquisa agrícola tem se voltado para esta dimensão, no sentido de amenizar o impacto negativo da agricultura convencional;

**-2º nível:** substituição de insumos e práticas convencionais, contaminantes e degradadoras, por outras alternativas menos nocivas ao ambiente. Neste nível, os agroecossistemas ficam numa situação intermediária, onde ainda existem os problemas que ocorrem nos sistemas convencionais. Inicia-se um processo de redesenho do agroecossistema;

**-3º nível:** neste nível, o agroecossistema já assume um novo desenho, para potencializar os processos ecológicos numa direção funcional ao homem, que deve orientar o processo. A dependência de insumos externos é nula ou muito baixa, e o sistema alcança uma produtividade estável em longo prazo.

No sentido de reforçar a idéia dos passos para uma transição agroecológica, destaca-se aqui uma análise de Khautonian (2001), que classifica os processos de produção agrícola (tipos de manejo do ambiente usados para a produção de determinado alimento, fibra ou fonte energética) em relação ao maior ou menor impacto destes sobre a estabilidade da fertilidade de um agroecossistema. Num extremo, destaca a produção de feno, como o sistema mais degradante da fertilidade do solo, e no outro, um sistema silvo pastoril como exemplo do sistema menos impactante, e portanto mais estável ao longo do tempo. Na produção de feno,

toda a parte aérea das plantas forrageiras é retirada, não restando material orgânico para fornecimento ou reciclagem de nutrientes ao solo, através dos processos de degradação. Já em um sistema silvo pastoril, mantém-se alto teor de carbono orgânico no solo, com um taxa razoável de ciclagem de nutrientes, através das folhas da própria pastagem e daquelas caídas das árvores, além dos excrementos dos animais.

A produção de hortaliças seria um sistema de exploração agrícola intermediário, entre os apresentados por Khautonian (2001). Entre os cultivos hortícolas, o tomate é um dos mais exigentes em adubação, retirando da solução do solo uma grande quantidade de nutrientes. Isso implica uma menor estabilidade de um sistema de produção de hortaliças ao longo do tempo. A rotação de culturas e o plantio direto de hortaliças seriam práticas de manejo do solo a contribuir para uma maior resiliência destes sistemas de produção.

## CAPÍTULO 3 - METODOLOGIA

Para fazer as avaliações relativas aos objetivos deste trabalho, foi conduzido na EEIT um experimento de oito tratamentos compostos com oito diferentes sistemas de cobertura de solo de inverno antecedendo a lavoura de tomate conduzida em sistema de plantio direto. As plantas de cobertura foram semeadas a lanço em 14 de abril de 2005. A lavoura de tomate foi estabelecida através do plantio de mudas no dia 23 de setembro de 2005.

### 3.1 Desenho experimental

Foram testadas as plantas de cobertura do solo Aveia Preta (*Avena strigosa* Schreb), Ervilhaca (*Vicia villosa* Roth), e Nabo Forrageiro (*Raphanus sativus* L.) em sistemas de cobertura com estas espécies solteiras e em cultivo consorciado, resultando em sete tratamentos, mais uma testemunha, que consistiu no pousio de inverno, conforme descrito abaixo:

T1 - Testemunha, (apenas as plantas espontâneas, pousio de inverno);

T2 - Aveia Preta (70kg.ha<sup>-1</sup>);

T3 - Ervilhaca (50kg.ha<sup>-1</sup>);

T4 - Nabo Forrageiro (12kg.ha<sup>-1</sup>);

T5 - Aveia Preta + Ervilhaca (65kg A.P. + 20kg E.).ha<sup>-1</sup>;

T6 - Aveia Preta + Nabo Forrageiro (65kg A.P. + 3kg N.F.).ha<sup>-1</sup>;

T7 - Ervilhaca + Nabo Forrageiro (35kg E. + 8kg N.F.).ha<sup>-1</sup>; e

T8 -Aveia Preta (A.P.) + Ervilhaca (E.) + Nabo Forrageiro (N.F.) (60kg de A.P. + 18kg E. + 3kg N.F.).ha<sup>-1</sup>.

Assim o experimento foi composto por oito tratamentos, com 3 repetições, dispostos em blocos ao acaso, totalizando 24 parcelas de 3,5 m x 6 m cada (21m<sup>2</sup>), num total de 504m<sup>2</sup> (ver croqui do experimento).

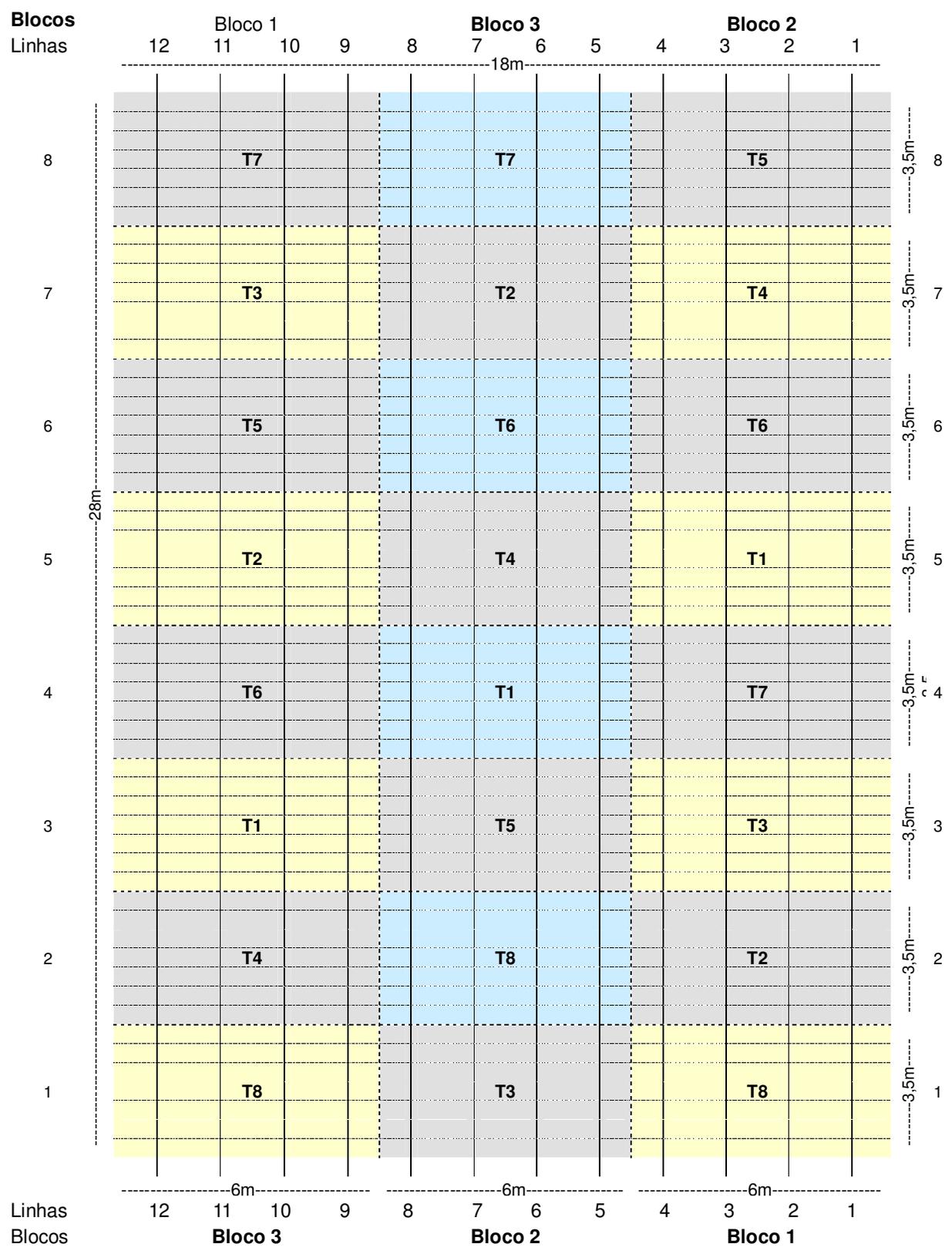


Figura 1 – Croqui do experimento de campo.

Foram avaliados os efeitos destes diferentes tratamentos de cobertura sobre a dinâmica de plantas espontâneas, atributos do solo e a produção do tomate.

### 3.2 Condução do experimento

#### 3.2.1 Local, clima e solo

O experimento foi realizado na Estação Experimental de Ituporanga – EPAGRI, situada a 475m de altitude, nas coordenadas 27°22’S e 49°35’W. O clima local é classificado como subtropical úmido (Cfa), pela classificação de Koeppen (EPAGRI, 1995). O solo é um Cambissolo Húmico Alumínico típico (CHa). Este tipo de solo tem como características morfológicas principais: a seqüência completa de horizontes (A B C), onde o horizonte A é do tipo Húmico, com transição abrupta para o horizonte B. A textura é argilo-siltosa, e a estrutura moderadamente desenvolvida, dos tipos granular e blocos subangulares. Os graus de consistência são macio, muito friável, plástico e pegajoso, respectivamente com o solo seco, úmido e molhado. Há plena ausência de gradiente textural e de serosidade. As características físicas são: solos profundos, sem pedregosidade, com ótimas condições de friabilidade, que possibilitam excelente desenvolvimento de raízes. Os altos percentuais de argila e silte permitem alta capacidade de retenção de umidade. Em condições normais são solos com caráter alumínico, com muito alta saturação por alumínio, superior a 50%. Paralelamente, a saturação por bases é muito baixa, com pH muito baixo. Os teores de matéria orgânica são elevados, com alta capacidade de troca de cátions (UBERTI, 2007).



**Figura 2 - Mapa de Ituporanga e Região do Alto vale do Itajaí, SC.**

### **O sistema de produção do tomate em Plantio Direto**

Em resumo, as operações para produção do tomate de mesa em SPD, são as que seguem:

a) semeadura das plantas de cobertura, b) plantio das mudas, c) acamamento do cultivo de cobertura, d) adubação de base e plantio das mudas de tomate na lavoura, e) instalação das fitas gotejadoras e do sistema de fertirrigação, f) tratos culturais (poda, desbrote, controle de pragas e doenças, adubação), g) controle de plantas espontâneas, h) colheitas.

A seguir estão descritos detalhadamente os procedimentos adotados na condução da lavoura experimental.

#### **3.2.3 Plantio das plantas de cobertura**

A semeadura das plantas de cobertura de inverno ocorreu no dia 14/04/2005, sob os restos da cultura do milho. Neste dia foram implementados a campo os oito tratamentos constituídos pelos sete tratamentos de cobertura mais o pousio (testemunha), utilizando-se semeadura a lanço, com remeximento da palhada do milho, manualmente, com o auxílio de um rastelo para proporcionar melhor contato das sementes com o solo.

Fica registrado que fora realizado o plantio da cultura de Aveia Preta no local do experimento duas semanas antes da implantação do experimento. Quando as plântulas de aveia estavam com aproximadamente 10 cm de altura, foi feita uma aplicação de herbicida (glifosate), em 07/04/2005. Foi adotada esta prática em função de um atraso na definição da área para a realização do experimento e da oficialização de um acordo entre o grupo de pesquisa do CCA/UFSC e a Estação Experimental da EPAGRI de Ituporanga. Assim, uma semana após o controle químico das plântulas de Aveia Preta, foi realizada a semeadura das coberturas que constituíram os tratamentos do experimento.

No dia 14/09/2005 foram acamadas as plantas de cobertura pela passagem de uma plantadeira de PD e pelo trânsito de trabalhadores sobre a área, em função da implantação do experimento e execução dos sucessivos tratos culturais da cultura do tomate – tais como instalação dos mourões, podas, amarrio, pulverizações e outros. A plantadeira não tem fabricação em série; foi adaptada e desenvolvida pela EPAGRI e agricultores que fazem

lavouras de estudo em SPDH, como mencionado anteriormente, sendo os ajustes feitos numa metalúrgica de pequeno porte. A referida plantadeira dispõe de duas linhas de plantio, distantes 1,5m uma da outra. Apenas foi utilizado o mecanismo de corte e sulcador do implemento, com o objetivo de abrir duas linhas de plantio a cada passada do trator. Com a passagem desta plantadeira, as coberturas foram parcialmente deitadas, além de cortadas aquelas que estavam imediatamente à frente dos discos de corte. Com o pisoteio dos trabalhadores, as plantas foram totalmente acamadas, ficando em contato ou muito próximas da superfície do solo. Mesmo não se utilizando o rolo faca, as coberturas resultaram acamadas. Na ocasião, a Aveia Preta estava no estágio de grão leitoso. Nestes sulcos foi depositada a adubação de base – com cama de peru e super simples – e plantadas manualmente as mudas de tomate, respeitando-se uma distância de 0,5 m entre plantas.

### **3.2.4 Produção das mudas de tomate**

A semeadura do tomate foi feita em bandejas de isopor com 128 células, que previamente foram lavadas em água corrente e em seguida pulverizadas com uma solução de hipoclorito de sódio + água, numa relação em volume, de 1:1. Após duas horas foram novamente lavadas com água corrente e deixadas ao sol até o dia seguinte.

No dia 18/08/2005 o substrato comercial foi umedecido e colocado nas bandejas de isopor, de forma a preencher todas as células. Após abrir uma pequena cova de 5 mm de profundidade no centro de cada célula, ali foram depositadas as sementes da cultivar de tomate Márcia-EPAGRI. Para cobrir as sementes foi espalhada uma fina camada de substrato sobre as células, a qual sofreu uma leve compactação para aumentar o contato com as sementes. Em seguida, procedeu-se o umedecimento, e as bandejas foram ensacadas para proporcionar um leve aumento da temperatura e uniformização da germinação.

Em 22/08/2005 as bandejas foram novamente umedecidas e colocadas, ainda empilhadas, na estufa, visto que ainda não havia evidência de germinação das sementes. Finalmente no dia 23/08/2005 as bandejas foram espalhadas e novamente umedecidas; neste dia já era observada germinação e emergência das plântulas.

No dia 26/08/2005 as bandejas foram transferidas para o sistema floating, seguindo-se três aplicações de inseticida piretróide com o princípio ativo lambda-cialotrina nos dias 28/08/2005; 2 e 9/09/2005, na diluição de 30ml para 100 litros de água, para prevenir o ataque de insetos. Em 08/09/2005 foram dissolvidos 20g de sulfato de cobre no floating e no dia

21/09/2005 as mudas foram levadas para o plantio no campo.

Os sulcos para o plantio das mudas foram abertos com os discos de corte e sulcadores da plantadeira de PD, dispostos a uma distância de 1,5m um do outro. O plantio das mudas foi manual, obedecendo uma distância de 0,5 m entre plantas na linha de cultivo.

Resultaram 4 (quatro) linhas de tomateiros por bloco, e 12 linhas no total do experimento. Em cada parcela foram plantadas 24 mudas (figura 1). Das 24 plantas, apenas as oito centrais foram avaliadas no momento da colheita (unidade amostral), sendo as demais consideradas como bordadura da parcela.

### **3.2.5 Condução da planta do tomateiro**

Após o plantio das mudas, estas foram submetidas a um período controlado de estresse hídrico, para induzir o alongamento das raízes, melhorando o estabelecimento das mudas no campo.

A estrutura de sustentação para as plantas foi montada com um moirão de eucalipto em cada extremidade das linhas, os quais foram enterrados parcialmente, formando um ângulo de aproximadamente  $70^{\circ}$  com o solo. Para uma firme fixação dos mourões, eles foram enlaçados a estacas enterradas a uma distância de 1,5m deles, por condutor metálico (arame) número 18. Estes (arames) foram fortemente tencionados, o que garantiu uma estrutura de sustentação muito estável. Foram usados bambus de 1,9m cortados ao meio no sentido longitudinal, sendo utilizado uma metade por planta. Estes foram amarrados à linha principal por meio de um arame flexível. À medida que as plantas cresciam eram amarradas aos bambus com um fitilho de polietileno.

As plantas foram conduzidas de forma a ficarem com duas hastes principais e 9 cachos florais.

### **3.2.6 Tratos culturais**

#### **a) Amarrio**

As plantas foram amarradas aos bambus com fitilhos de polietileno na medida em que foram crescendo, descrevendo um oito para não estrangular os tomateiros. Foram feitos 6 (seis) amarrios.

### **b) Desbrota**

Foram eliminados todos os brotos laterais, duas vezes por semana, quebrando-se os brotos maiores de 2 cm de comprimento e cortando-se os menores com uma faca esterilizada.

### **c) Poda**

As plantas foram podadas, em geral, a uma altura de 1,80m, após a emissão de nove pencas de frutos (cachos florais).

### **d) Raleio dos frutos**

Foram desbastados os frutos com sinais de danos por insetos – brocados – e danos fisiológicos – podridão apical, queimadura, muito rachados.

### **e) Tratamento fitossanitário**

Para a prevenção das doenças fúngicas foi utilizada a calda bordalesa, na concentração de 0,3 kg para 100 litros de água (ver receita de preparo utilizada no Anexo 3).

Para a prevenção e controle dos insetos foram feitas aplicações de inseticidas. Na produção das mudas foi utilizada a molécula lambda-cialotrina como inseticida, e durante o período de cultivo do tomate no campo, foram alternadas pulverizações com os inseticidas lambda-cialotrina (piretróide) e clorpirifós (organofosforado) para o controle e prevenção do ataque de insetos como as traças (*Tuta absoluta* e *Phthorimaea operculella*), brocas dos frutos (*Neoleucinodes elegantalis* e *Helicoverpa zea*) trips e mosca-branca (*Bemisia tabaci* e *B. argentifolii*). Foi feita uma aplicação por semana do inseticida lambda-cialotrina no floating, com a primeira em 28/08/2005, e uma aplicação em média por semana, depois de estabelecidas as mudas no campo, alternando com o clorpirifós, sendo a última aplicação em 17 de janeiro de 2006, totalizando 20 aplicações. Em cinco das pulverizações foi misturado adubo foliar (40% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + 20% de K<sub>2</sub>O, 5 litros/ha).

Como as doenças bacterianas são de difícil controle, foram tomadas medidas de caráter preventivo, como por exemplo a escolha da área utilizada na EEIT que já estava há mais de 10 anos sem receber plantio de solanáceas. Os bambus utilizados para o tutoramento eram novos e nas operações de poda e desbrota, as facas utilizadas eram lavadas em solução concentrada de cloro (>4ppm) a cada planta, evitando a disseminação de viroses e bacterioses

na lavoura. As mudas e plantas em fase vegetativa e reprodutiva foram pulverizadas com inseticidas para evitar danos por insetos sugadores e hospedeiros intermediários de doenças, que ao perfurarem a planta podem disseminar doenças. Procedeu-se também à eliminação de plantas espontâneas passíveis de transmitir vírus para o tomateiro, especialmente as da mesma família botânica do tomate – Solanaceae. Quando constatadas plantas doentes, estas eram arrancadas e transportadas para longe da lavoura.

#### **f) Controle de plantas espontâneas**

Não foi utilizado herbicida para o controle das plantas espontâneas durante o cultivo do tomate. Para manter esta vegetação em níveis não prejudiciais à lavoura de tomate foi utilizada uma roçadeira costal movida a gasolina, além do arranquio manual daquelas espontâneas localizadas na linha dos tomateiros. Foram feitas 3 roçadas, com a primeira em 20/10/2005, a segunda em 17/11/2005 e a última em 29/12/2005, geralmente no dia posterior às coletas de biomassa.

A decisão de fazer a roçada se deu com base em análise qualitativa do grau de interferência dos tratamentos com maior biomassa de plantas espontâneas. Quando uma determinada parcela começava a acumular umidade na região basal das plantas, formando condições propícias ao desenvolvimento de doenças, todas as parcelas do experimento eram roçadas.

#### **g) Colheita**

A cada colheita foram recolhidos todos os frutos maduros e em início de maturação. Os frutos podres também eram arrancados. Todos os frutos das oito plantas centrais de cada parcela eram depositados em um saco de aniagem identificado com o número do bloco e tratamento. No laboratório estes sacos eram despejados sobre um conjunto de peneiras (70, 60, 50 e 40mm, ver Anexo 1). Em cada classe de diâmetro de fruto foram contados todos os frutos, além de classificados individualmente quanto à sua qualidade. Foram diferenciados dois grupos em termos da qualidade dos frutos: frutos comerciais e frutos não comerciais.

**Frutos comerciais:** frutos normais. Neste grupo foram incluídos também os frutos com defeitos leves (conforme a portaria 553/1995 do Ministério da Agricultura, BRASIL, 2002). Entre os frutos com defeitos leves estão os frutos com dano superficial (lesão com profundidade menor que 1,5 mm), os manchados e os deformados.

**Frutos não comerciais:** frutos com defeitos graves. Segundo a portaria 553/1995, entre os defeitos graves estão podridão (dano patológico e/ou fisiológico que implique em qualquer grau de decomposição, desintegração ou fermentação dos tecidos), podridão apical (dano fisiológico caracterizado por necrose seca na região apical do fruto) e queima (frutos que apresentam zona de cor marrom, provocada pela ação do sol. atingindo a polpa).

### **3.2.7 Adubação e irrigação**

Foi feita adubação de base com 500 g de cama de peru e 160g de supersimples por metro linear (3,3 e 1,1 Mg.ha<sup>-1</sup>, respectivamente).

Além da adubação de base – no sulco de plantio – foi aplicado adubo nitrogenado e potássico, além de Boro junto com a irrigação, através de sistema de fertirrigação. O sistema foi composto por duas caixas d'água para o recebimento e armazenamento da água, uma caixa d'água para a mistura da solução nutritiva, uma moto-bomba, registros, encanamentos diversos e as fitas gotejadoras.

Foram efetuadas até duas irrigações com aproximadamente uma hora por dia, durante o período mais crítico da estiagem que ocorreu em boa parte do ciclo do tomate. No Anexo 3, está discriminada por semana, a dose de adubo nitrogenado, potássico e Boro aplicada via fertirrigação, adaptata por Fayad (2005a). Estas doses podem variar para mais ou para menos. Para tanto foram observados aspectos como a coloração das folhas e as temperaturas registradas durante o ciclo de cultivo do tomateiro. Folhas muito escuras podem ser indicativo de excesso de N, assim como temperaturas muito altas promovem uma mais rápida mineralização do N do solo (ALVARENGA, 2004). Nestes dois casos, a dose de adubo nitrogenado da fertirrigação pode ser diminuída.

## **3.3 Descrição das variáveis, método de coleta e análise**

### **3.3.1 Biomassa das plantas de cobertura e espontâneas**

Para as avaliações de biomassa utilizou-se um quadrado metálico de amostragem (0,5 x 0,5m), que foi disposto em três diferentes locais dentro de cada parcela, onde foram

cortadas todas as plantas ao nível do solo e armazenadas em sacolas plásticas identificadas. No Laboratório de Solos e Tecido Vegetal do Departamento de Engenharia Rural do CCA/UFSC os sacos com as plantas de cada parcela foram abertos, e as plantas separadas por espécie botânica e colocadas em sacos de papel. A secagem do material ocorreu em uma estufa de renovação de ar, a 45-50°C, até estabilização da umidade (peso constante), conforme recomendação de Sarrantonio (1991). Cada espécie foi pesada separadamente, em balança analítica. Na tabulação dos dados, foram somadas as massas ('peso') de todas as espécies espontâneas em cada parcela, em cada época de amostragem, gerando a biomassa de plantas espontâneas. A listagem das espécies coletadas no experimento estão em anexo (Anexo 2).

A primeira avaliação de biomassa, no dia 14 de setembro de 2005, constituiu as variáveis Biomassa das Culturas de Cobertura e Biomassa das Plantas Espontâneas na data 1. Naquele momento foram coletadas todas as plantas, de cobertura e espontâneas, antes do acamamento (ver figura 3). O acamamento das coberturas foi feito pela passagem do trator ao puxar a plantadeira e por pisoteio humano. Para o processamento dos dados desta primeira coleta, as plantas foram classificadas em dois grupos:

-*plantas de cobertura do solo*: compostas pelas espécies semeadas, sendo diferentes em cada tratamento; e

-*plantas espontâneas*: compostas por todas as outras espécies não semeadas como cobertura.



**Figura 3 – Vista parcial do experimento com as plantas de cobertura em fase de crescimento, antes do acamamento.**

Nas duas outras amostragens (data 2 e 3) todas as plantas coletadas foram consideradas como espontâneas. A Biomassa das Culturas de Cobertura foi constituída pela biomassa da parte aérea de todos os indivíduos das espécies de cobertura implantadas para cada tratamento, ou seja, para o tratamento T2\_aveia preta, a variável Biomassa das Culturas de Cobertura foi composta pela massa de plantas de aveia preta encontradas na amostragem. Neste mesmo tratamento – T2\_aveia preta – todas as plantas, com exceção da aveia preta, formaram a variável Biomassa das Plantas Espontâneas na data 1, e assim procedeu-se sucessivamente para cada tratamento.

Nas duas coletas de biomassa seguintes todas as plantas foram consideradas espontâneas. Assim, foram geradas as variáveis Biomassa das Plantas Espontâneas na data 2 e Biomassa das Plantas Espontâneas na data 3, com as coletas realizadas em 19/10/2005 e em 16/11/2005, respectivamente. A segunda coleta de biomassa aconteceu 35 dias após a primeira, e a terceira, 28 dias após a segunda. A primeira coleta, no dia 14/09/2005 antecedeu o acamamento das plantas de cobertura – e gerou as variáveis Biomassa das Plantas de Cobertura e Biomassa das Plantas Espontâneas na data 1.

Quanto às datas de avaliação da biomassa, a primeira buscou avaliar o potencial de produção de biomassa de cobertura em cada tratamento. Nas demais datas procuraram se evidenciar possíveis diferenças na dinâmica de produção de espontâneas.

Adotou-se fazer a segunda e terceira coletas de biomassa quando o nível de interferência das espontâneas estivesse atrapalhando o cultivo dos tomateiros, no sentido de comprometer a livre circulação de ar e aumentar a umidade na região basal das plantas – fatores predisponentes ao desenvolvimento de doenças.

### **3.3.2 Atributos físicos do solo**

#### **a) Densidade e macroporosidade do solo**

Para determinar a densidade aparente, bem como a macroporosidade, foi utilizada metodologia protocolada em Embrapa (1997).

Foram coletadas quatro amostras por parcela; duas na linha de plantio nas profundidades de 0 a 5 cm e 10 a 15 cm, e outras duas no meio do corredor – distantes 0,75m da linha – nas mesmas profundidades. Estas amostras de solo com estrutura indeformada

foram coletadas com anéis cilíndricos de aço (anel de Kopecky) de bordas cortantes. No total do experimento (três blocos e 8 parcelas) foram coletados 96 anéis em cada data de amostragem, sendo a primeira em 11/10/2005 – coincidindo com a amostragem de resistência à penetração – e a segunda em 06/03/2006.

Para a coleta das duas amostras da camada superficial, 0 a 5 cm, na linha e no meio do corredor, foi retirada a camada de serrapilheira, e após introduzido o cilindro metálico, com auxílio de um martelo específico. Para desprender o anel com o solo do perfil, na trincheira, foi usada uma faca. Após este procedimento, o anel foi envolto com um tecido de flanela firmemente fixado por um elástico e armazenado em saco plástico para não haver perdas de solo e umidade.

No laboratório foi procedido a toaleta das amostras com o auxílio de um estilete com lâminas novas e bem afiadas para retirar o solo excedente, deixando apenas o volume de solo correspondente ao volume do cilindro metálico. Após, foi fixado um pedaço de papel filtro, com cola de silicone na parte inferior do anel, para evitar perdas de solo no manuseio das amostras na mesa de tensão. Nos casos de perda de amostras no momento do toaleta, as parcelas do experimento foram revisitadas na semana seguinte, momento onde foram coletadas novas amostras para substituir as perdidas. Mesmo que a amostra perdida fosse apenas de uma das camadas do perfil do solo, foram recoletadas amostras nas duas camadas, para se ter uma amostra composta do perfil contínuo de 0 a 15cm.

Com o mesmo volume de solo indeformado foram avaliadas a Densidade aparente ( $D_a$ ), a Microporosidade ( $M_i$ ) e a Macroporosidade ( $M_a$ ). Após feito o toaleta das amostras indeformadas, o próximo passo foi colocá-los para saturar em bandeja com água destilada, com o nível d'água 1cm abaixo da borda dos anéis. Estas amostras, depois de 48 horas nas bandejas, foram pesadas individualmente sobre uma placa de petri em balança analítica. Após ficarem novamente por uma hora na saturação, estes anéis foram colocados sobre uma mesa de tensão por um período de 48 horas (as amostras foram cobertas com filme plástico para evitar evaporação).

A tensão exercida sobre as amostras foi de uma coluna d'água de 60 centímetros, seguindo recomendação da Embrapa (1997). Essa diferença de nível gerou 0,006 MPa, tensão teoricamente aceita como sendo capaz de provocar a drenagem da água retida nos macroporos do solo (EMBRAPA, 1979), através da sucção pelo vácuo formado na mesa de tensão (ver figura 3)



**Figura 4 – Mesa de tensão com anéis de solo indeformado.**

Após retiradas da mesa de tensão as amostras indeformadas foram novamente pesadas, o que resultou no peso de amostras após a mesa de tensão. Por fim estas amostras foram submetidas a uma temperatura de 105°C, por 48 horas, em estufa do Laboratório de Solos e Tecido Vegetal e em seguidas pesadas, gerando os dados de peso seco das amostras (descontando-se o peso dos anéis de metal).

Para obtenção da Microporosidade (Mi), Macroporosidade (Ma) e Densidade aparente (Da) foram utilizadas as seguintes equações, propostas por Embrapa (1997):

$$(1) \quad \mathbf{Mi (\%) = (a - b) / c}$$

onde,

a = peso da amostra após ser submetida a uma tensão de 60 cm de coluna de água (g);

b = peso da amostra seca a 105°C (g); e

c = volume do cilindro (cm<sup>3</sup>)

$$(2) \quad \mathbf{Porosidade\ total (\%) = 100 (a - b) / a}$$

onde,

a = peso do anel saturado (g)

b = peso do anel seco a 105°C (g)

$$(3) \quad \mathbf{Ma (\%) = Porosidade\ total - Mi}$$

Em  $M_a$  (equação 3) está reunido o volume do solo que corresponde aos poros com diâmetro  $\geq 0,05$  mm (EMBRAPA, 1997), e em  $M_i$  (equação 1) o volume do solo com poros de diâmetro  $< 0,05$  mm. A porosidade total determina o volume de poros totais do solo ocupados por água e/ou ar (EMBRAPA, 1997).

A densidade aparente do solo ( $D_a$ ) foi calculada pela relação entre a massa do solo seco em estufa a  $105^\circ\text{C}$  e o volume da amostra (cf. EMBRAPA, 1997):

$$D_a (\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}) = a / b$$

a = peso da amostra seca a  $105^\circ\text{C}$

b = volume do anel

### **b) Resistência à Penetração (RP)**

A Resistência à Penetração (RP) foi avaliada com um penetrógrafo mecânico<sup>8</sup>. Para cada data de amostragem da RP, uma mesma pessoa fez todas as leituras com o penetrógrafo. A data 1 (11/10/2005) de amostragem da RP coincidiu com a primeira coleta dos anéis de solo indeformado, a partir dos quais se gerou as variáveis  $D_a$ ,  $M_a$  e  $M_i$ . A segunda data de avaliação da RP foi 20/01/2006.

Em cada parcela foram avaliados três pontos sobre a linha de plantio do tomateiro e três pontos no meio da entrelinha, num total de seis pontos por parcela, totalizando 144 pontos por data de amostragem. Foram consideradas para as análises estatísticas cinco profundidades: 0; 2,5; 5; 10; 15; 20; 25 e 30cm. Portanto a variável RP teve implicação de quatro fatores, quais sejam: Local (linha e entrelinha), Data (1 e 2), Sistema de cobertura e Profundidade.

### **3.3.3 Produção do tomateiro**

Para a avaliação da produção foram realizadas 8 colheitas, com início em 23 de dezembro de 2005 e a última em 30 de janeiro de 2006. Na avaliação da colheita procedeu-se a coleta de todos os frutos maduros das oito plantas dispostas ao centro de cada parcela. Estes

---

<sup>8</sup> Registrador semi-automático de compactação de solo, modelo Penetrographer SC-60 fabricado pela SoilControl.

frutos foram colocados em um saco de cebola (aniagem) e levados até a sala de forrageiras, nas dependências da EEIT, com auxílio de um microtrator. Os sacos contendo a colheita de cada parcela foram descarregados, um por vez, sobre um conjunto de peneiras de madeira com diferentes aberturas, separando-se os frutos em função de seu diâmetro equatorial (<40, 40-50, 50-60, 60-70 e >70mm, ver Anexo 1), conforme normatização para a comercialização do tomate proposta pela Portaria n.553 de 1995 (BRASIL, 2002). Feita a classificação por tamanho, os frutos foram pesados, além de separados e contados segundo o tipo de fruto (com defeito ou normal). O registro das informações da colheita permitiram calcular o número médio de frutos por planta, peso médio de frutos por planta, percentagem de frutos sadios, com defeitos graves e leves. Entre os defeitos graves discriminou-se aqueles de origem patológica daqueles de origem fisiológica.

Obteve-se por fim a produtividade de tomate, expressa pela variável Produção Total. A Produção total foi discriminada qualitativamente entre Produção Não Comercial e Produção Comercial, ou seja, classificada em frutos comerciais e não comerciais. Os frutos comerciais foram todos aqueles normais ou com defeitos leves, e os não comerciais aqueles com defeitos graves (conforme BRASIL, 2002).

### **3.4 Tratamento estatístico dos dados do experimento**

Para a análise dos dados obtidos do experimento de campo, foi utilizado o software SAS (Statistical Analysis System) versão 8.2.

Todas as variáveis do experimento foram submetidas individualmente à Análise de Variância (ANOVA) para detecção do grau de significância entre os tratamentos, adotando-se o limite de 5% de probabilidade para o erro. Procedeu-se teste de separação de médias (t de Student,  $p>0,05$ ).

## **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **4.1 Biomassa dos sistemas de cobertura e das plantas espontâneas**

A análise da dinâmica de produção de biomassa das plantas de cobertura e das plantas espontâneas teve como objetivo avaliar qual dos sistemas de cobertura testados teve maior efeito supressor sobre a comunidade de plantas espontâneas nas condições do experimento.

A análise dos resultados da produção de biomassa das culturas de cobertura na data 1 (14/09/2005), avaliada antes do acamamento, bem como a análise da biomassa de espontâneas para a mesma data, apresentaram ambas significância estatística pela Análise de Variância (tabelas 1 e 2 em anexo), não sendo verificado efeito de bloco em nenhuma destas. O modelo estatístico explicou 90,96% da variabilidade encontrada para a Biomassa das Culturas de Cobertura e 71,42% da variabilidade encontrada para a Biomassa das Plantas Espontâneas na data 1 (Anexos 5 e 6).

Para os resultados da produção de biomassa de plantas espontâneas nas datas 2 e 3 (19/10/2005 e 16/11/2005, respectivamente), também foi encontrada significância pela Análise de Variância (anexos 7 e 8), não sendo verificado efeito de bloco. O modelo estatístico explicou 62,95% da variabilidade encontrada na variável Biomassa de Plantas Espontâneas na data 2 (19/10/2005) e 63,40% da variabilidade total encontrada na Biomassa das Plantas Espontâneas na data 3 (16/11/2005), conforme Anexos 7 e 8.

Na Tabela 1 apresenta-se os resultados das médias – de três repetições – da produção de biomassa das culturas de cobertura e das plantas espontâneas, para cada tratamento, nas datas 1, 2 e 3 de amostragem, medida em termos de matéria seca (MS), em quilograma por hectare.

É importante explicitar que a produção de biomassa pela comunidade de plantas espontâneas na data 2 não foi expressiva em nenhum dos tratamentos. Provavelmente a estiagem, as elevadas temperaturas observadas no período e possíveis efeitos das palhadas

sobre o desenvolvimento das espontâneas foram responsáveis por este resultado.

#### **4.1.1 Produção de biomassa das culturas de cobertura**

Entre as culturas de cobertura solteiras (T2, T3 e T4) teve destaque positivo T2\_aveia preta, com 6,850 Mg de MS.ha<sup>-1</sup> na variável Biomassa de Culturas de Cobertura (data 1, 14/09/2005), sendo o melhor desempenho entre os cultivos solteiros e o segundo melhor entre os oito tratamentos de cobertura, diferindo estatisticamente dos tratamentos ervilhaca e nabo forrageiro (tabela 1). Este valor está de acordo com Amado & Wildner (1994), que relataram uma média entre 5 a 7 Mg de MS.ha<sup>-1</sup> de produção de matéria seca para a aveia preta.

Nabo forrageiro solteiro, com 5,101 Mg de MS.ha<sup>-1</sup> foi o terceiro pior desempenho na produção de biomassa de cobertura entre os oito tratamentos, e o segundo melhor entre os cultivos solteiros (tabela 1). Ervilhaca (T3) com 3,306 Mg de MS.ha<sup>-1</sup> só não foi pior do que o pousio invernal, representado por T1\_testemunha, que foi igual a zero, uma vez que neste sistema não foram colocadas sementes de culturas de cobertura. O nabo forrageiro solteiro apresentou desempenho próximo ao limite superior de 6 Mg de MS.ha<sup>-1</sup> relatado por Amado & Wildner (1994). A produção de biomassa da ervilhaca solteira também ficou dentro do previsto pelos mesmos autores (de 3 a 5 Mg de MS.ha<sup>-1</sup>), só que mais próxima do mínimo, com 3,306 Mg de MS.ha<sup>-1</sup>.

**Tabela 1 – Médias da variável Biomassa das Culturas de Cobertura e variável Biomassa das Plantas Espontâneas para cada tratamento, nas datas 1\*\*, 2 e 3 de amostragem (média ± erro padrão, kg de MS.ha<sup>-1</sup>).**

Variável	Data	T11	T2 Av	T3 Erv	T4 NF	T5 Av+Erv	T6 Av+NF	T7 Erv+NF	T8 Av+Erv+NF
		Testemunha	Sistemas de cobertura solteiros			Sistemas de cobertura consorciados			
<b>Biomassa Coberturas</b>	<b>1</b>	0,0± 0,0d	6850± 250a	3306± 418c	5101± 203b	7256± 365a	6082± 424ab	6598± 488ab	5911±1095ab
<b>Biomassa Espontâneas</b>	<b>1</b>	3817± 407a	444± 291b	1824±1724b	295± 160b	29± 17b	485± 340b	119± 20b	41± 35b
Soma da Biom. de Cobertura e de Espontâneas	1	3817	7294	5130	5396	7285	6567	6717	5951
<b>Biomassa Espontâneas</b>	<b>2</b>	218 ± 45a	147± 69ab	142± 39ab	254± 59a	63± 48b	92± 16b	144± 13ab	61± 30b
<b>Biomassa Espontâneas</b>	<b>3</b>	1023± 78ab	725± 109bc	1302± 136a	1030± 203ab	745± 221bc	629± 53c	920± 65abc	795± 112bc
Total Espontâneas	1, 2 e 3	5057	1316	3267	1579	838	1205	1183	896

\*Médias não seguidas por nenhuma letra ou seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente (na horizontal) pelo teste t de Student ao nível de 5% de probabilidade, protegido previamente pela significância do teste F, ao nível de 5% de probabilidade para o erro.

\*\*Apenas na data 1 foram medidas a biomassa das culturas de cobertura e das plantas espontâneas em conjunto.

**Data 1**=14/05/2005; **Data 2**=19/10/2005 e **Data 3** =16/11/2005.

**Av** = aveia preta; **Erv** = ervilhaca e **NF** = nabo forrageiro.

Fonte: Dados do experimento

Considerando a possibilidade de fazer plantio direto sobre um sistema de cobertura caracterizado pelo pousio invernal, através da rolagem das plantas espontâneas de inverno, é necessário observar a variável Biomassa de Plantas Espontâneas na data 1 (tabela 1). Aqui o valor de T1\_testemunha foi usado como parâmetro de referência para a comparação dos resultados da variável Biomassa dos Sistemas de Cobertura. Uma conclusão nítida é que entre os tratamentos de cobertura analisados, apenas T3\_ervilhaca apresentou tendência de produzir menos do que o pousio invernal (T1, tabela 1). Qualquer dos demais tratamentos produziu maior quantidade de biomassa que as espontâneas de inverno. Ou seja, nas condições do experimento, é preferível não plantar nada a semear a ervilhaca solteira, quando se quer produzir palhada. Mesmo considerando a biomassa total de cobertura na data 1 (ver soma das biomassas de cobertura e de espontâneas, tabela 1) a ervilhaca (T3) não apresentou vantagem, pois com 5,130 Mg de MS.ha<sup>-1</sup> na soma das biomassas de cobertura e espontâneas na data 1 ainda assim foi o segundo pior desempenho, com o agravante de ter produzido a maior quantidade de espontâneas na data 3 (tabela 1).

Entre os tratamentos consorciados, aquele a obter maior quantidade de MS foi o T5\_aveia + ervilhaca, sendo o melhor desempenho entre todos os tratamentos de cobertura para a variável Biomassa de Culturas de cobertura, com 7,255 Mg de MS.ha<sup>-1</sup> (tabela 1). A explicação para este fato é atribuída a um suposto suprimento extra de nitrogênio disponibilizado para este sistema de cobertura pela associação da ervilhaca com bactérias fixadoras de nitrogênio atmosférico, o que provavelmente favoreceu o grande potencial de produção de biomassa da gramínea (aveia preta). As sementes de ervilhaca foram inoculadas com *Rhizobium leguminosarum*.

O terceiro, quarto e quinto melhores desempenhos – T7, T6 e T8 – na variável Biomassa de Culturas de Cobertura também são consórcios (tabela 1). Nota-se que entre os cinco melhores resultados na produção de biomassa dos tratamentos de cobertura, apenas T2\_aveia preta não é um sistema consorciado (tabela 1).

Confrontando-se os resultados dos tratamentos solteiros e consorciados, identificou-se que aqueles constituídos por T5\_aveia + ervilhaca juntamente com T2\_aveia preta apresentaram superioridade aos demais na variável Biomassa de Culturas de Cobertura, sendo que T5, com 7,255 Mg de MS.ha<sup>-1</sup>, produziu 0,405 Mg de MS.ha<sup>-1</sup> a mais que T2, pelo provável motivo apontado anteriormente (Tabela 1). T5 não diferiu dos demais tratamentos sob consórcio. Um grupo intermediário foi composto por T7\_ervilhaca + nabo, T6\_aveia +

nabo e T8\_aveia + ervilhaca + nabo, seguido de T4\_nabo forrageiro, com 6,598; 6,082; 5,911 e 5,101 Mg de MS.ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Destes, apenas T4 foi significativamente diferente de T5 e T2. Com o pior desempenho, T1\_testemunha e T3\_ervilhaca – com zero e 3,306 Mg de MS.ha<sup>-1</sup> – foram significativamente diferentes dos demais e entre si na variável Biomassa de Culturas de Cobertura (tabela 1). Nos parágrafos seguintes apresenta-se uma discussão mais detalha dos dados apresentados.

Em T7\_ervilhaca + nabo forrageiro, a produção de biomassa de cobertura alcançou 3,291 Mg de MS.ha<sup>-1</sup> a mais do que quando utilizada apenas a ervilhaca (T3), e 1,497 Mg de MS.ha<sup>-1</sup> a mais do que quando utilizado o nabo forrageiro em cultivo solteiro (tabela 1). Houve provável benefício entre as duas espécies. O nitrogênio fixado biologicamente nos nódulos bacterianos da ervilhaca pode ter favorecido o desenvolvimento do nabo forrageiro. O nabo deve ter servido como suporte para a fixação das gavinhas da ervilhaca. Com isso a ervilhaca teria conseguido explorar melhor a superfície, possibilitando maior exposição das folhas ao sol, com possível acréscimo na fotossíntese, terminando por produzir mais biomassa.

No sistema de cobertura T6\_aveia preta + nabo forrageiro, o desempenho foi inferior ao da aveia preta em cultivo solteiro (T2) em 0,768 Mg de MS.ha<sup>-1</sup> (tabela 1). Já o nabo forrageiro quando consorciado com a aveia preta produziu 0,981 Mg de MS.ha<sup>-1</sup> além do registrado em T4, evidenciando vantagem deste consórcio em relação ao nabo forrageiro solteiro, e desvantagem deste em relação ao cultivo solteiro da aveia (tabela 1). Possivelmente o nabo forrageiro por seu porte avantajado tenha impedido o desenvolvimento pleno das plantas de aveia preta no seu entorno, diminuindo o número de plantas desta gramínea por unidade de área e, com isto, induzindo a uma menor produção de biomassa em relação ao cultivo solteiro da aveia preta.

O trio de culturas de cobertura, representado pelo sistema T8\_aveia preta + ervilhaca + nabo forrageiro, quinto melhor desempenho, produziu 5,911 Mg de MS.ha<sup>-1</sup>, 1,345 Mg de MS.ha<sup>-1</sup> a menos que o melhor resultado (T5\_aveia preta + ervilhaca, tabela 1). Em relação ao cultivo solteiro da aveia preta (T2) este consórcio produziu 0,939 Mg de MS.ha<sup>-1</sup> a menos na variável Biomassa de Culturas de Cobertura, não diferindo estatisticamente do mesmo. A diferença fica menor quando comparados os tratamentos T8 e T4\_nabo forrageiro, sendo constatados 0,810 Mg de MS.ha<sup>-1</sup> de biomassa de cobertura a mais em T8, não ocorrendo diferença significativa estatisticamente. A relação entre o trio de espécies de cobertura (T8) e a ervilhaca (T3), é que o sistema consorciado produziu 2,604 Mg de MS de biomassa de

cobertura a mais, por hectare, que a leguminosa em cultivo solteiro, diferindo estatisticamente deste tratamento (tabela 1).

O consórcio das três espécies de cobertura teve desempenho inferior aos consórcios duplos para a variável Biomassa de Culturas de Cobertura (tabela 1). Como já descrito acima, o melhor sistema de cobertura na variável Biomassa de Culturas de Cobertura, composto pela dupla aveia + ervilhaca, foi superior a T8\_aveia + ervilhaca + nabo forrageiro em 1,345 Mg de MS.ha<sup>-1</sup>. Ervilhaca + nabo forrageiro (T7) superou o trio (T8) em 0,687 Mg de MS.ha<sup>-1</sup>, e aveia + nabo forrageiro (T6) superou T8 em 0,171 Mg de MS.ha<sup>-1</sup> (data 1, tabela 1).

Em experimentos desse tipo tem-se observado correlação negativa entre a produção de biomassa de cultivos de cobertura e produção de biomassa pela comunidade de plantas espontâneas, conforme constatado por Teasdale & Mohler (2000), Teasdale (2004), Mennan et al. (2006) e Lana (2007). A vantagem dos cultivos de cobertura, além de servirem como cobertura morta – até mesmo sem o uso de herbicidas – vai mais além. Quanto maior a quantidade de palhada disponibilizada pelas plantas de cobertura, maior o tempo necessário para a degradação deste material, e maior o período de ação inibidora desta cobertura morta sobre a insurgência de plantas espontâneas (TEASDALE & MOHLER, 2000). Esta cobertura pode diminuir a erosão e manter a temperatura do solo mais estável (DERPSCH et al., 1991). À medida que vai se degradando, alimenta uma rede de organismos do solo responsáveis por processos de reciclagem de nutrientes e formação de agregados estáveis no solo, entre outros (MOREIRA & SIQUEIRA, 2002). No ítem seguinte (efeitos em atributos físicos do solo), constatou-se alguns efeitos dos diferentes tratamentos de cobertura testados sobre a qualidade de certos indicadores físicos do solo.

#### **4.1.2 Produção de biomassa da comunidade de plantas espontâneas**

Conforme exposto anteriormente, a análise dos resultados da produção de biomassa de plantas espontâneas foi dividida em dois grupos: no primeiro se comparou as quantidades de biomassa dos cultivos solteiros (T2, T3 e T4) entre si e, no segundo foram confrontados os consórcios entre as três espécies de cobertura (T5, T6, T7 e T8). Acredita-se que isso facilita a interpretação dos resultados.

Na época 1, apesar de não se verificar diferença entre os tratamentos, com exceção da testemunha, percebe-se tendência de T3\_ervilhaca apresentar maior quantidade de biomassa de espontâneas, com 1,82 Mg de MS.ha<sup>-1</sup> (tabela 1). Este fato é confirmado na época 3 e pela

soma dos valores das três épocas de amostragem (tabela 1, figura 5). A ervilhaca, por seu hábito de crescimento prostrado, apresentou satisfatória cobertura do solo, mas com baixa quantidade de biomassa (3,306 Mg de MS.ha<sup>-1</sup>), valor que é considerado insuficiente por Derpsch et al. (1991) que recomendam de 4 a 6 Mg.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup> para a o sistema de plantio direto. A ervilhaca, de hábito de crescimento prostrado, pode ter fechado relativamente bem o solo, mas com pouca biomassa, o que permitiu a segunda maior quantidade de espontâneas em T3\_ervilhaca, ainda na data 1, perdendo apenas para T1\_testemunha (tabela 1).

Comparando as coberturas solteiras (T2, T3 e T4) com o tratamento de controle (T1), quando o objetivo é diminuir a incidência de plantas espontâneas, a constatação é que a ervilhaca solteira (T3) não é um sistema de cobertura de inverno recomendável, nas condições do experimento (tabela 1). A baixa produção de biomassa de cobertura, aliada ao suprimento extra de nitrogênio atmosférico fixado biologicamente, provavelmente favoreceu uma aceleração na decomposição da palhada, resultando na maior biomassa de espontâneas, especialmente na época 3, nesse sistema de cobertura (tabela 1).

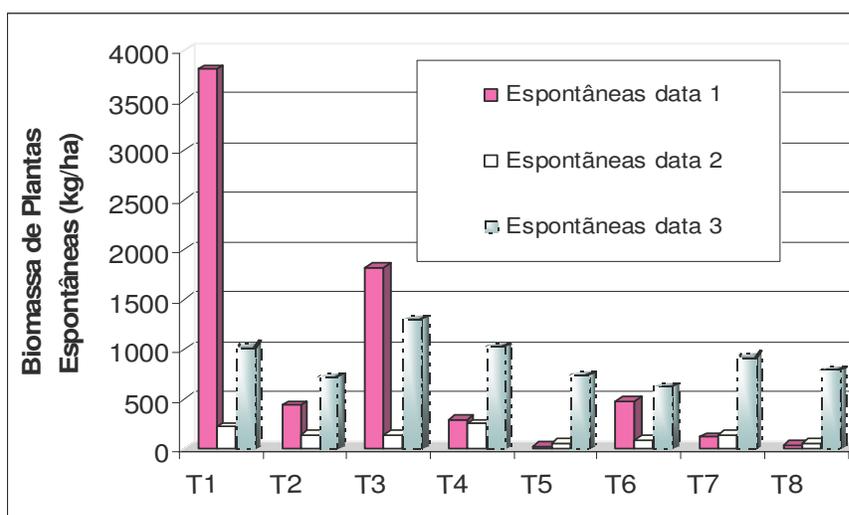
O nabo forrageiro solteiro (T4), apresentou o terceiro pior desempenho na soma da Biomassa das Plantas Espontâneas das três datas, com 1,579 Mg de MS.ha<sup>-1</sup> (tabela 1).

Na Figura 5 e na Tabela 1, pode-se constatar que entre as três espécies de cultura de cobertura de inverno, a aveia preta tem maior eficiência na supressão de espontâneas. Atribui-se isto a uma maior produção de palhada para a cobertura do solo, o que pode ter limitado o desenvolvimento das espontâneas na primavera-verão.

Entre os consórcios de cultivos de cobertura, aqueles compostos por T5\_aveia + ervilhaca, T7\_ervilhaca + nabo forrageiro e o trio, apesar da ausência de diferenças apresentaram tendência para a produção das menores biomassas de plantas espontâneas na data 1. Já na data 2, estes mesmos tratamentos são aqueles de melhor desempenho, acrescido de T6 (com significância estatística). Na terceira data de avaliação, novamente percebe-se uma tendência clara de melhor controle de plantas espontâneas pelos consórcios de aveia preta + ervilhaca e aveia preta + nabo forrageiro e o trio aveia preta + ervilhaca + nabo forrageiro (tabela 1).

O tratamento aveia preta + nabo forrageiro (T6) obteve destaque negativo na data 1 no controle de plantas espontâneas, mas, na data 3, foi o que obteve melhores resultados no experimento, mesmo não diferindo significativamente dos demais consórcios (tabela 1 e figura 5).

A produção inicial (data 1) de biomassa de plantas espontâneas no consórcio aveia preta + nabo forrageiro (T6) pode ter sido favorecida pela ineficiência desse consórcio em cobrir a superfície do solo, deixando espaços para o livre crescimento de espontâneas. O mesmo não acontece com o consórcio aveia + ervilhaca (T5) (que apresentou o melhor resultado na data 1, tabela 1 e figura 5), no qual existe maior complementariedade entre as partes aéreas de ambas as espécies. A ervilhaca, de hábito de crescimento prostrado, utiliza a aveia preta como suporte, fixando-se nesta planta através das gavinhas (estruturas de fixação), além do que o nitrogênio fixado pela ervilhaca contribui para o crescimento da aveia, permitindo uma melhor cobertura do solo.



**Figura 5 – Biomassa de espontâneas nas datas 1, 2 e 3.**

\*T1 testemunha, T2 aveia preta, T3 ervilhaca, T4 nabo forrageiro, T5 aveia preta + ervilhaca, T6 aveia preta + nabo forrageiro, T7 ervilhaca + nabo, e T8\_aveia + ervilhaca + nabo forrageiro.

Fonte: dados do experimento

A ervilhaca associada a aveia preta (T5) permitiu bons resultados na contenção de plantas espontâneas. Mas associada ao nabo forrageiro (T7), a leguminosa não se mostrou tão eficiente. O consórcio entre aveia preta + nabo forrageiro (T6), que foi destaque negativo entre as associações, na data 1, na data 3 destacou-se positivamente (tabela 1).

Comparando os consórcios e os cultivos solteiros (figura 5, tabela 1) pode-se destacar negativamente, na data 3 a testemunha (T1), e a ervilhaca solteira (T3), e positivamente, a aveia preta solteira (T2) e os consórcios nos quais a aveia preta está presente (T5, T6 e T8). O desempenho do consórcio ervilhaca + nabo (T7) ficou próximo das culturas solteiras com o

pior desempenho (tabela 1 e figura 5).

### **Considerações sobre a dinâmica de biomassa das espontâneas**

Conclui-se, que em todas as datas de avaliação, mas especialmente na soma dos valores de biomassa, houve tendência de efeito supressor de espontâneas nos tratamentos com aveia preta (Tabela 1), fato já relatado por Derpsch et al. (1991) e Teasdale & Mohler (2000). Na Tabela 1 observa-se os tratamentos T5\_aveia + ervilhaca e T8\_aveia + ervilhaca + nabo forrageiro com as menores quantidades de biomassa de espontâneas nas datas 1 (14/9/2005) e 2 (19/10/2005), apesar de diferirem significativamente apenas de T1\_Testemunha.

Em relação aos objetivos do experimento, ou seja, verificar a possibilidade do plantio direto sem herbicidas, a contribuição da aveia preta para um sistema de cobertura de solo de inverno é perceptível

Em linhas gerais, o que pode ser concluído em termos da dinâmica de biomassa das três espécies estudadas, é que o consórcio tende ser superior ao cultivo solteiro. A aveia preta pela alta quantidade de cobertura morta disponibilizada sobre o solo e o elevado conteúdo de carbono – proporcionando uma menor taxa de degradação – apresentou bons resultados no controle de espontâneas. Mas em virtude dos resultados dos consórcios desta espécie com ervilhaca (T5) e com nabo forrageiro (T6), e do trio aveia + ervilhaca + nabo forrageiro (T8), no contexto de transição ou produção agroecológica, será preferível escolher um consórcio, desde que este tenha como componente a gramínea (aveia preta), em função da soma das características positivas adicionadas ao sistema por cada espécie (p.e. complementaridade de hábitos de crescimento e ciclos diferentes que permitem uma cobertura do solo mais uniforme e por mais tempo, diversidade de tipos e profundidades de sistema radicular, exigências nutricionais diferentes, efeitos alelopáticos, e outros).

Com a ervilhaca aumenta-se o aporte de Nitrogênio, contribuindo qualitativamente para a fertilidade do sistema. O nabo forrageiro, além de ser um melhorador da estrutura física do solo (descompactador sub-superficial) em função de seu vigoroso sistema radicular, pode contribuir para a adsorção do Alumínio do solo, que em excesso causa fitotoxidez, inibindo o pleno desenvolvimento da maioria das culturas (MIYAZAWA et al., 2000). Nabo forrageiro e aveia preta parecem demonstrar efeito alelopático, constatado na data 3, dois meses após a rolagem, supostamente confirmando as observações de Almeida (1988) e Almeida &

Rodrigues (1996).

O consórcio destas três espécies manteve um bom nível de controle de espontâneas, demonstrando também reflexos na qualidade de frutos de tomate produzidos a campo e na física do solo, como será apresentado adiante.

A aveia preta demonstrou bom desempenho em cultivo solteiro, ao contrário da ervilhaca, que produziu menos biomassa de cobertura quando em cultivo solteiro. O nabo forrageiro teve melhor desempenho quando consorciado com a ervilhaca e com a aveia preta.

#### **4.2 Atributos físicos do solo**

Os indicadores físicos do solo medidos foram: Resistência à Penetração (RP), Macroporosidade (Ma), Microporosidade (Mi) e Densidade aparente (Da) do solo. As avaliações ocorreram no início (10/10/2005) e final (20/01/2006) do cultivo do tomate. A primeira avaliação de RP foi em 10/10/2005 e a segunda em 20/01/2006. As coletas de amostras indeformadas de solo para obtenção dos dados de Ma, Mi e Da foram feitas nos dias 11/10/2005 e 06/03/2006.

No período de cultivo do tomate, que foi de quatro meses, o que se observou através dos dados de Resistência à Penetração, Densidade aparente, Macroporosidade e Microporosidade foram possíveis efeitos residuais diretos e indiretos dos tratamentos de cobertura na estrutura do solo. Deve-se ponderar também os efeitos prováveis do sistema radicular das plantas espontâneas, que foram roçadas e não eliminadas com herbicidas. Ou seja, deve ter ocorrido crescimento e decomposição de raízes nas entrelinhas durante o período de cultivo do tomate. As diferenças entre tratamentos de cobertura, quando existiram, se concentraram nas entrelinhas dos tomateiros e na data 2, ou seja, 20/01/2006 para Resistência à Penetração (tabela 4) e 06/03/2006 para Densidade aparente, Macroporosidade e Microporosidade, ambas após o término da colheita. Apenas para a variável Macroporos se verificou diferença entre tratamentos para a data 1 (11/10/2005).

##### **4.2.1 Resistência à Penetração**

Através desta variável procurou-se evidenciar possíveis diferenças entre os tratamentos de cobertura em função do efeito da compactação gerada pelo trânsito (pisoteio) de trabalhadores nas entre-linhas e verificar em que profundidade este adensamento do solo

poderia ter ocorrido. Também foi feita medição nas linhas de plantio, entre os pés de tomate, com um penetrógrafo.

No Anexo 9 estão os resultados da Análise de Variância para a variável RP com seus respectivos fatores ou fontes de variação e as interações possíveis entre estes.

Na interpretação da análise geral dos dados da variável Resistência à Penetração (tabela 2), explorando todas as possíveis interações entre fatores, através da Análise de Variância (anexo 9), se encontrou significância para os fatores Local, Profundidade e Época. Não houve efeito de bloco.

Para a interação Sistema de Cobertura X Local (tabela 3) não houve significância, mas pode-se notar que a pressão exercida pelo cone metálico do penetrógrafo para perfurar o solo ao longo do seu perfil vertical, na entrelinha, foi superior ao dobro do valor encontrado na linha. Isto se deve ao trânsito de trabalhadores sobre a entrelinha, que tende a causar uma leve compactação no solo. Além disso, o grau de umidade do solo no momento da segunda medição com o Penetrógrafo era provavelmente menor em relação ao encontrado na primeira avaliação. Na linha de plantio, além de não ocorrer o efeito do trânsito de pessoas, esta porção do solo foi revolvida com o disco de corte e mecanismo sulcador da máquina de plantio direto, recebendo um incremento no espaço poroso do solo em relação ao encontrado antes deste sofrer os efeitos da implantação do experimento.

Analogamente, para a interação Sistema de Cobertura X Época (tabela 4), também se pode constatar valores de Resistência à Penetração muito maiores em janeiro de 2006 (data 2) do que em outubro de 2005 (data 1). Nesta interação os valores observados são médias de todos os valores de RP medidos na data 1 e na data 2, sendo desconsiderados os fatores local de amostragem e profundidade. Isto estaria evidenciando um aumento da RP no tempo.

Analisando a Tabela 4, nota-se que os melhores tratamentos contaram com a presença do nabo forrageiro, na interação dos fatores sistema de cobertura X época, permitindo separar três grupos de tratamentos. Os menores valores na entrelinha foram encontrados em T6\_aveia preta + nabo forrageiro, T8\_aveia + ervilhaca + nabo forrageiro e T4\_nabo forrageiro, seguidos de T7\_ervilhaca + nabo forrageiro que não difere do grupo. Em seguida pode-se agrupar os tratamentos T1\_testemunha, T5\_aveia + ervilhaca e T2\_aveia, que não diferem de T7, e por fim, com os maiores valores de RP, a ervilhaca solteira (T3).

**Tabela 2 - Interação Sistema de Cobertura X Local X Época X Profundidade para a variável Resistência à Penetração (médias  $\pm$  erro padrão, kgf.cm<sup>-2</sup>).**

Local	Época	Profundidades	T1 testemunha	T2 Av	T3 Erv	T4 NF	T5 Av+Erv	T6 Av+NF	T7 Erv+NF	T8 Av+Erv+NF
1	1	0cm	0,0 $\pm$ 0,0	0,0 $\pm$ 0,0	0,0 $\pm$ 0,0	0,0 $\pm$ 0,0	0,0 $\pm$ 0,0	0,1 $\pm$ 0,1	0,1 $\pm$ 0,1	0,0 $\pm$ 0,0
1	1	2,5cm	0,6 $\pm$ 0,3	0,2 $\pm$ 0,1	0,2 $\pm$ 0,2	0,2 $\pm$ 0,2	0,2 $\pm$ 0,2	0,6 $\pm$ 0,3	0,7 $\pm$ 0,3	0,7 $\pm$ 0,4
1	1	5cm	0,9 $\pm$ 0,1	0,2 $\pm$ 0,1	0,2 $\pm$ 0,2	0,2 $\pm$ 0,2	0,2 $\pm$ 0,2	0,8 $\pm$ 0,5	0,9 $\pm$ 0,1	0,7 $\pm$ 0,5
1	1	10cm	0,9 $\pm$ 0,1	0,9 $\pm$ 0,8	0,4 $\pm$ 0,4	0,2 $\pm$ 0,2	0,2 $\pm$ 0,2	0,9 $\pm$ 0,4	1,4 $\pm$ 0,3	0,8 $\pm$ 0,5
1	1	15cm	3,4 $\pm$ 1,1	2,1 $\pm$ 0,5	3,0 $\pm$ 2,0	5,2 $\pm$ 1,2	1,4 $\pm$ 0,2	1,8 $\pm$ 0,9	3,1 $\pm$ 1,3	2,5 $\pm$ 1,1
1	1	20cm	8,8 $\pm$ 1,4	10,1 $\pm$ 0,5	7,3 $\pm$ 0,9	8,4 $\pm$ 1,1	7,3 $\pm$ 1,3	7,8 $\pm$ 1,0	7,9 $\pm$ 1,1	8,9 $\pm$ 1,1
1	1	25cm	8,9 $\pm$ 1,3	10,2 $\pm$ 0,6	8,1 $\pm$ 0,7	8,2 $\pm$ 0,8	8,9 $\pm$ 1,1	9,1 $\pm$ 0,6	9,2 $\pm$ 0,9	9,8 $\pm$ 1,2
1	1	30cm	8,7 $\pm$ 1,0	9,8 $\pm$ 0,8	8,7 $\pm$ 0,5	8,2 $\pm$ 0,8	7,9 $\pm$ 0,7	9,3 $\pm$ 0,7	9,1 $\pm$ 0,5	10,3 $\pm$ 0,7
1	2	0cm	3,7 $\pm$ 1,3	1,2 $\pm$ 0,2	2,2 $\pm$ 0,5	1,6 $\pm$ 1,1	1,1 $\pm$ 0,4	0,6 $\pm$ 0,3	1,4 $\pm$ 0,6	1,4 $\pm$ 1,0
1	2	2,5cm	7,2 $\pm$ 1,7	5,0 $\pm$ 0,2	4,9 $\pm$ 0,3	6,0 $\pm$ 0,6	3,7 $\pm$ 0,4	3,2 $\pm$ 0,5	4,6 $\pm$ 1,5	3,6 $\pm$ 0,1
1	2	5cm	8,3 $\pm$ 1,7	4,6 $\pm$ 0,9	5,0 $\pm$ 0,3	6,1 $\pm$ 0,7	3,8 $\pm$ 0,5	4,2 $\pm$ 0,7	5,1 $\pm$ 1,4	4,3 $\pm$ 0,7
1	2	10cm	7,2 $\pm$ 0,7	4,3 $\pm$ 0,8	5,2 $\pm$ 0,7	6,7 $\pm$ 1,4	4,1 $\pm$ 0,7	4,6 $\pm$ 1,0	4,3 $\pm$ 0,9	4,4 $\pm$ 0,5
1	2	15cm	9,8 $\pm$ 2,5	7,3 $\pm$ 0,7	6,9 $\pm$ 0,6	9,6 $\pm$ 1,3	7,4 $\pm$ 1,4	6,8 $\pm$ 1,1	6,2 $\pm$ 0,8	6,7 $\pm$ 2,0
1	2	20cm	12,6 $\pm$ 2,9	11,2 $\pm$ 0,7	11,0 $\pm$ 0,5	11,8 $\pm$ 0,6	9,9 $\pm$ 2,2	9,2 $\pm$ 0,6	11,8 $\pm$ 0,8	10,2 $\pm$ 0,9
1	2	25cm	12,6 $\pm$ 1,5	11,4 $\pm$ 1,4	11,2 $\pm$ 0,9	11,0 $\pm$ 0,5	9,7 $\pm$ 1,3	8,9 $\pm$ 0,5	11,2 $\pm$ 0,8	11,4 $\pm$ 0,7
1	2	30cm	11,7 $\pm$ 1,5	11,2 $\pm$ 1,2	10,4 $\pm$ 1,1	9,9 $\pm$ 0,6	9,9 $\pm$ 0,7	9,0 $\pm$ 0,3	11,2 $\pm$ 0,6	11,4 $\pm$ 0,7
2	1	0cm	0,2 $\pm$ 0,1	0,2 $\pm$ 0,2	0,7 $\pm$ 0,7	0,1 $\pm$ 0,1	1,8 $\pm$ 1,1	0,5 $\pm$ 0,3	0,6 $\pm$ 0,4	0,3 $\pm$ 0,2
2	1	2,5cm	2,6 $\pm$ 0,6	3,6 $\pm$ 0,6	2,8 $\pm$ 0,5	2,8 $\pm$ 0,6	4,3 $\pm$ 1,1	2,8 $\pm$ 0,7	3,0 $\pm$ 0,1	3,2 $\pm$ 0,5
2	1	5cm	4,6 $\pm$ 1,2	5,9 $\pm$ 0,3	5,4 $\pm$ 0,7	5,9 $\pm$ 0,7	6,2 $\pm$ 1,1	4,1 $\pm$ 0,7	4,8 $\pm$ 0,6	4,6 $\pm$ 0,6
2	1	10cm	6,5 $\pm$ 1,8	8,3 $\pm$ 0,5	8,3 $\pm$ 1,0	8,3 $\pm$ 1,5	7,3 $\pm$ 1,0	7,9 $\pm$ 0,9	7,5 $\pm$ 0,3	6,1 $\pm$ 0,5
2	1	15cm	8,6 $\pm$ 1,2	9,8 $\pm$ 0,3	9,6 $\pm$ 0,6	9,4 $\pm$ 1,7	7,7 $\pm$ 0,7	9,8 $\pm$ 0,6	8,2 $\pm$ 0,2	8,0 $\pm$ 0,3
2	1	20cm	9,8 $\pm$ 1,4	10,9 $\pm$ 0,6	11,1 $\pm$ 0,8	10,0 $\pm$ 0,7	9,9 $\pm$ 0,1	10,7 $\pm$ 0,5	9,2 $\pm$ 0,3	10,1 $\pm$ 1,0
2	1	25cm	9,6 $\pm$ 1,1	10,7 $\pm$ 0,8	11,1 $\pm$ 0,8	10,1 $\pm$ 0,6	9,4 $\pm$ 0,2	11,1 $\pm$ 0,3	9,9 $\pm$ 0,4	10,7 $\pm$ 0,8
2	1	30cm	8,7 $\pm$ 1,4	10,0 $\pm$ 0,5	10,9 $\pm$ 0,7	8,8 $\pm$ 1,4	8,9 $\pm$ 0,6	10,2 $\pm$ 0,1	9,3 $\pm$ 0,4	10,4 $\pm$ 0,6
2	2	0cm	<b>9,6<math>\pm</math>2,4<sup>ab</sup></b>	<b>5,7<math>\pm</math>0,5<sup>c</sup></b>	<b>6,6<math>\pm</math>0,5<sup>bc</sup></b>	<b>7,4<math>\pm</math>0,9<sup>bc</sup></b>	<b>11,5<math>\pm</math>2,3<sup>a</sup></b>	<b>7,7<math>\pm</math>1,9<sup>bc</sup></b>	<b>5,4<math>\pm</math>1,6<sup>c</sup></b>	<b>6,1<math>\pm</math>1,1<sup>bc</sup></b>
2	2	2,5cm	<b>15,8<math>\pm</math>0,3<sup>bc</sup></b>	<b>17,4<math>\pm</math>2,9<sup>bcd</sup></b>	<b>18,8<math>\pm</math>0,6<sup>abc</sup></b>	<b>15,3<math>\pm</math>0,4<sup>bcd</sup></b>	<b>21,4<math>\pm</math>0,7<sup>a</sup></b>	<b>17,0<math>\pm</math>1,6<sup>bcd</sup></b>	<b>18,9<math>\pm</math>3,9<sup>abc</sup></b>	<b>14,5<math>\pm</math>1,8<sup>d</sup></b>
2	2	5cm	<b>18,2<math>\pm</math>0,7<sup>c</sup></b>	<b>19,6<math>\pm</math>1,7<sup>bc</sup></b>	<b>23,1<math>\pm</math>1,4<sup>ab</sup></b>	<b>17,8<math>\pm</math>1,6<sup>c</sup></b>	<b>24,6<math>\pm</math>1,1<sup>a</sup></b>	<b>19,7<math>\pm</math>2,3<sup>bc</sup></b>	<b>21,3<math>\pm</math>4,1<sup>abc</sup></b>	<b>17,9<math>\pm</math>1,7<sup>c</sup></b>
2	2	10cm	<b>18,8<math>\pm</math>1,1<sup>c</sup></b>	<b>20,9<math>\pm</math>1,7<sup>bc</sup></b>	<b>24,2<math>\pm</math>1,9<sup>ab</sup></b>	<b>18,6<math>\pm</math>1,8<sup>c</sup></b>	<b>24,8<math>\pm</math>2,8<sup>a</sup></b>	<b>20,1<math>\pm</math>1,6<sup>bc</sup></b>	<b>20,7<math>\pm</math>4,5<sup>bc</sup></b>	<b>20,3<math>\pm</math>1,8<sup>c</sup></b>
2	2	15cm	18,1 $\pm$ 1,3	20,1 $\pm$ 4,0	20,7 $\pm$ 2,6	17,4 $\pm$ 2,1	18,4 $\pm$ 1,9	17,7 $\pm$ 1,1	17,0 $\pm$ 4,6	16,8 $\pm$ 1,9
2	2	20cm	16,2 $\pm$ 1,1	18,1 $\pm$ 3,5	18,1 $\pm$ 3,8	14,7 $\pm$ 0,9	16,6 $\pm$ 1,6	14,3 $\pm$ 0,8	15,8 $\pm$ 3,3	15,4 $\pm$ 0,7
2	2	25cm	13,3 $\pm$ 1,1	15,8 $\pm$ 2,5	15,1 $\pm$ 2,5	12,2 $\pm$ 0,6	14,1 $\pm$ 1,1	13,2 $\pm$ 1,2	13,8 $\pm$ 2,1	14,1 $\pm$ 0,4
2	2	30cm	11,3 $\pm$ 0,3	13,0 $\pm$ 1,9	13,7 $\pm$ 2,0	10,2 $\pm$ 0,6	12,8 $\pm$ 1,0	10,8 $\pm$ 0,3	12,2 $\pm$ 1,2	12,0 $\pm$ 0,6

\*Médias não seguidas por nenhuma letra ou seguidas pela mesma letra na horizontal não diferem estatisticamente (entre tratamentos) pelo teste t de Student ao nível de 5% de probabilidade, protegido previamente pela significância do teste F, ao nível de 5% de probabilidade para o erro.

\*Av = aveia preta; Erv = ervilhaca e NF = nabo forrageiro. Local: 1=linha, 2=entrelinha. Datas: 1 = 11/10/2005; 2 = 20/01/2006.

Fonte: Dados do experimento.

**Tabela 3 - Interação Sistema de Cobertura X Local para a variável Resistência à Penetração (médias  $\pm$  erro padrão, kgf.cm<sup>-2</sup>).**

Locais	T1 testemunha	T2 Av	T3 Erv	T4 NF	T5 Av+Erv	T6 Av+NF	T7 Erv+NF	T8 Av+Erv+NF
Linha	6,6 $\pm$ 0,7	5,6 $\pm$ 0,7	5,3 $\pm$ 0,6	5,8 $\pm$ 0,6	4,7 $\pm$ 0,6	4,8 $\pm$ 0,5	5,5 $\pm$ 0,6	5,5 $\pm$ 0,6
Entrelinha	10,7 $\pm$ 0,8	11,9 $\pm$ 1,0	12,5 $\pm$ 1,1	10,6 $\pm$ 0,8	12,5 $\pm$ 1,0	11,1 $\pm$ 0,9	11,1 $\pm$ 1,0	10,7 $\pm$ 0,8

\*Médias não seguidas por nenhuma letra não diferem estatisticamente (entre tratamentos) pelo teste t de Student ao nível de 5% de probabilidade, protegido previamente pela significância do teste F, ao nível de 5% de probabilidade para o erro.

\*Av = aveia preta; Erv = ervilhaca e NF = nabo forrageiro.

Fonte: Dados do experimento

**Tabela 4 - Interação Sistema de Cobertura X Época para a variável Resistência à Penetração (médias  $\pm$  erro padrão, kgf.cm<sup>-2</sup>).**

Época	T1 testemunha	T2 Av	T3 Erv	T4 NF	T5 Av+Erv	T6 Av+NF	T7 Erv+NF	T8 Av+Erv+NF
1	5,2 $\pm$ 0,6	5,8 $\pm$ 0,7	5,5 $\pm$ 0,6	5,4 $\pm$ 0,6	5,1 $\pm$ 0,6	5,5 $\pm$ 0,6	5,3 $\pm$ 0,6	5,4 $\pm$ 0,6
2	12,1 $\pm$ 0,7ab	11,7 $\pm$ 1,0abc	12,3 $\pm$ 1,0a	11,0 $\pm$ 0,7c	12,1 $\pm$ 1,1ab	10,4 $\pm$ 0,9c	11,3 $\pm$ 1,0bc	10,7 $\pm$ 0,8c

\*Médias não seguidas por nenhuma letra ou seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente (entre tratamentos) pelo teste t de Student ao nível de 5% de probabilidade, protegido previamente pela significância do teste F, ao nível de 5% de probabilidade para o erro.

\*Av = aveia preta; Erv = ervilhaca e NF = nabo forrageiro.

Fonte: Dados do experimento

Encontrar diferenças entre Tratamentos de Cobertura ao final do experimento, em termos de Resistência à Penetração, no local mais exposto ao trânsito de trabalhadores – talvez este o fator a exercer maior pressão sobre o solo – demonstra a importância de se conhecer mais a fundo as funcionalidades das diferentes plantas utilizadas nas rotações de cultura e como cobertura de solo em Plantio Direto.

Em termos de estrutura física dos solos, o nabo forrageiro com sua raiz pivotante, tem capacidade de romper camadas compactadas subsuperficialmente. A aveia tem maior poder agregante, característico das gramíneas por seu sistema radicular fasciculado. A ervilhaca tem o sistema radicular pivotante e fasciculado, sendo entre as três espécies, o menos expressivo. (MONEGAT, 1991).

Na Figura 6 estão representados graficamente os resultados gerais para a variável RP. Estes podem ser analisados quantitativamente na Tabela 2 (acima), onde também se destaca significância na interação entre os fatores Sistema de Cobertura X Local X Época X

Profundidade<sup>9</sup>. Na Figura 4 é possível perceber que na época 2, na entrelinha, ocorreram diferenças maiores entre os tratamentos, especialmente nas profundidades intermediárias.

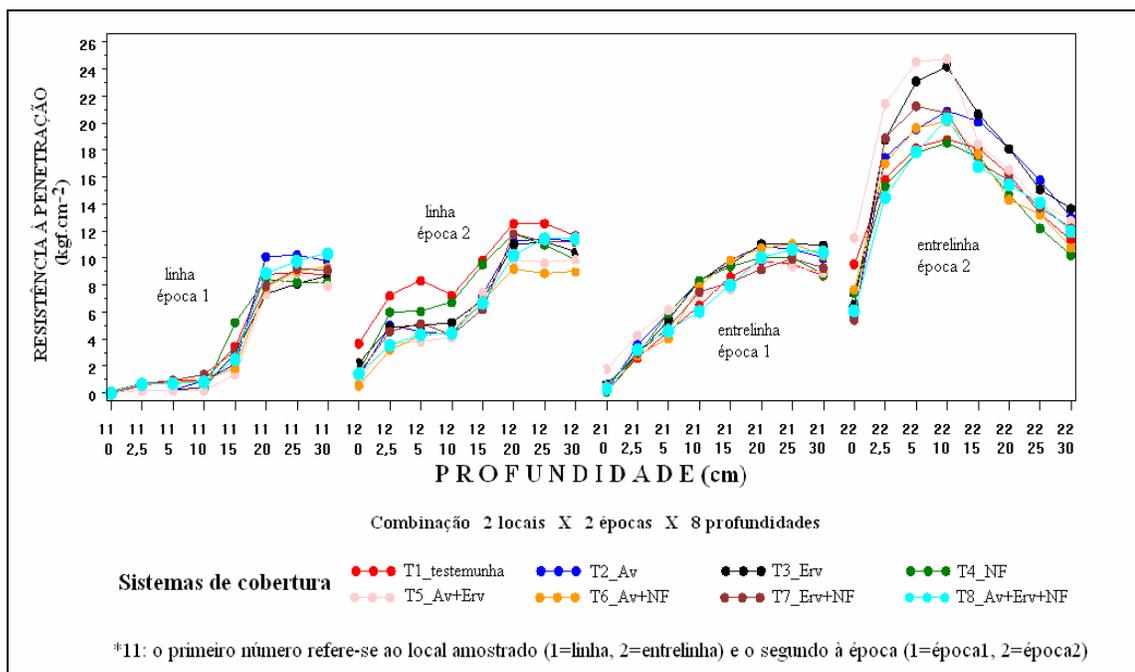
Observando a Tabela 2, encontra-se diferença significativa entre tratamentos na entrelinha (Local 2), dentro da Data 2 e apenas nas profundidades de 0cm, até 10cm (ver também figura 6).

Para a profundidade de 0 cm, data 2 e na entrelinha, data 2 (Tabela 2), é interessante notar que todas as médias situaram-se acima de  $5,4 \text{ kgf.cm}^{-2}$ , o que corresponde à média de T7\_ervilhaca + nabo, que juntamente com T2\_aveia preta, T8\_aveia preta + ervilhaca + nabo forrageiro e T4\_nabo forrageiro foram os tratamentos menos compactados na camada superficial. Este resultado não se verificou na profundidade de 2,5 cm, onde estes tratamentos não apresentam diferença significativa em relação aos demais – com destaque especial para a menor RP no trio (T8). A razão provável está na grande quantidade de biomassa produzida por T2 e T7, que podem ter garantido melhor cobertura do solo e por mais tempo, evitando o selamento e uma maior compactação superficial pelo pisoteio dos trabalhadores nos dias de chuva ou de solo excessivamente úmido. A textura argilo-siltosa do Cambissolo Húmico aluminoso típico (CHA) favorece um aumento na plasticidade, especialmente quando há alto conteúdo de água no solo.

Verifica-se para a profundidade de 2,5 cm e também para as profundidades de 5 e 10 cm o trio de espécies e nabo forrageiro solteiro, T8 e T4 respectivamente, com os menores valores de RP, enquanto aveia preta + ervilhaca (T5) apresentam os maiores valores (entrelinha, data 2, tabela 2 e figura 6).

---

<sup>9</sup> Observação: a interação de quarto nível Sistema de cobertura X Local X Época X Profundidade não apresentou significância pela Análise de Variância (Tabela 6), sendo o valor de F abaixo do mínimo significativo. Cabe salientar que este teste não é sensível para avaliar interações de quarto nível, em função de suas propriedades matemáticas. Portanto não pode se desconsiderar a validade do teste de separação de médias da interação Sistema de Cobertura X Local X Época X Profundidade neste caso.



**Figura 6 – Interação Sistema de Cobertura X Local X Época X Profundidade para a variável Resistência à Penetração.**

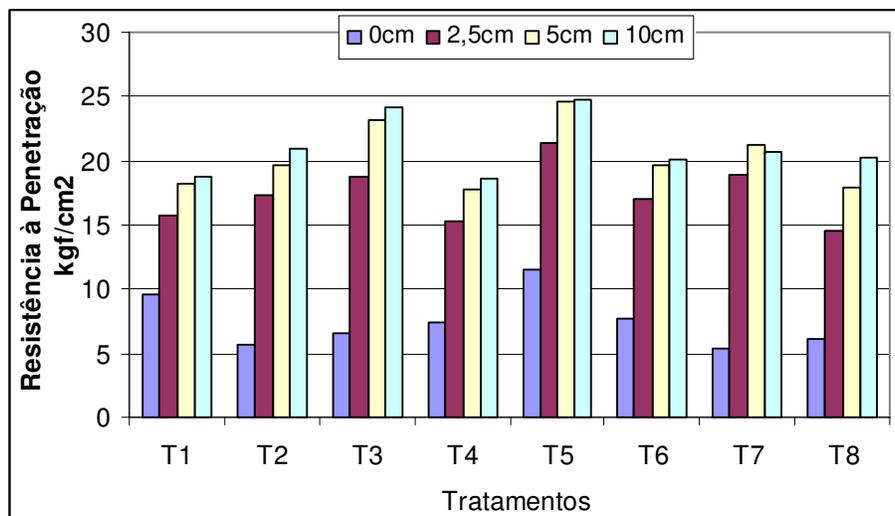
\*T1 testemunha, T2 aveia preta, T3 ervilhaca, T4 nabo forrageiro, T5 aveia preta + ervilhaca, T6 aveia preta + nabo forrageiro, T7 ervilhaca + nabo, e T8\_aveia + ervilhaca + nabo forrageiro.

Fonte: dados do experimento

Nas profundidades subsequentes (5 e 10 cm) o sistema de cobertura solteiro de melhor resultado foi o T4\_nabo forrageiro. Entre os consórcios também parece ficar claro um efeito do nabo forrageiro promovendo os menores valores de RP, no trio e na testemunha (ver entrelinha, data 2 na tabela 2 e figuras 7 e 6).

Provavelmente o efeito do sistema radicular do nabo forrageiro proporcionou estes menores valores de RP ao final do cultivo do tomate. Junto com o efeito inicial das raízes mais vigorosas do nabo forrageiro, no sistema T4, é possível que um ciclo de crescimento e morte de plantas espontâneas sobre o solo, com o crescimento e morte de suas raízes dentro do solo, tenha contribuído para estes valores relativamente menores de RP neste sistema de cobertura. Provavelmente em função da menor eficiência na cobertura de solo do sistema de cobertura T4\_nabo forrageiro, este apresentou as maiores biomassas de plantas espontâneas nas datas 2 e 3 (tabela 1). Quanto maior a biomassa de espontâneas, provavelmente maior é o número de indivíduos vegetando na superfície e beneficiando a estrutura do solo com o crescimento/decomposição de seus sistemas radiculares. Isto poderia ter favorecido uma melhor qualidade estrutural para o solo. Ainda assim, o efeito do sistema radicular das plantas

de cobertura tem maior peso, para ajudar a explicar os dados obtidos, uma vez que T3\_ervilhaca teve praticamente a mesma produção de biomassa que T4\_nabo forrageiro, na data 3 da biomassa de espontâneas (16/11/2005, tabela 1), e ainda assim apresentou maior RP do que T4, especialmente nas camadas 5 e 10cm de profundidade (data 2, entrelinha, tabela 2), onde constatou-se significância estatística.



**Figura 7 – Interação Sistema de Cobertura X Local X Época X Profundidade, para a variável Resistência à Penetração na entrelinha e na data 2 (20/01/2006).**

\*T1 testemunha, T2 aveia preta, T3 ervilhaca, T4 nabo forrageiro, T5 aveia preta + ervilhaca, T6 aveia preta + nabo forrageiro, T7 ervilhaca + nabo, e T8\_aveia + ervilhaca + nabo forrageiro.

Fonte: dados do experimento

Entre os consórcios (T5, T6, T7 e T8), na interação Sistema de Cobertura X Local X Época X Profundidade, teve melhor desempenho na camada superficial (0,0 cm) o tratamento T7\_ervilhaca + nabo forrageiro, seguido pelo cultivo solteiro de aveia preta (T2) e pelo trio T8\_aveia preta + ervilhaca + nabo forrageiro (data 2, entrelinha, profundidade 0cm, tabela 2). Nas profundidades 2,5; 5 e 10cm, T8\_aveia + ervilhaca + nabo forrageiro ficou entre os tratamentos que proporcionaram os menores valores de RP, sendo melhor que T1\_testemunha e T4\_nabo forrageiro em superfície e equiparando-se a este nas demais camadas onde se averiguou diferenças significativas.

#### 4.2.2 Macroporosidade e Densidade aparente do solo

Conforme descrito acima, para a data 1 (11/10/2005) de avaliação dos atributos físicos do solo, apenas foram constatadas diferenças estatisticamente significativas na variável Macroporosidade do solo (Ma) e na camada de 0 a 5cm de profundidade (Tabela 5). Para a variável Microporosidade não houve diferença significativa entre tratamentos.

##### **Macroporosidade do solo (Ma)**

Em 11/10/05 verifica-se um efeito da ervilhaca promovendo um maior volume de macroporos no solo, através dos tratamentos de cobertura T7\_ervilhaca + nabo forrageiro (16,9%), T3\_ervilhaca (15,7%) e T5\_aveia preta + ervilhaca (com 12,8%), junto com T4\_nabo forrageiro (com 11,5% de Ma). No entanto, este efeito não perdurou na segunda data de amostragem, na entrelinha, onde não se verificou diferenças significativas entre tratamentos (Tabela 5). Diferiram de T7 e T3, na primeira avaliação de Ma, os tratamentos T8\_aveia + ervilhaca + nabo forrageiro, T2\_aveia, T6\_aveia preta + nabo forrageiro e T1\_testemunha, grupo este que praticamente manteve teor de macroporos estável entre as avaliações de 11/10/05 e 06/03/06. O fenômeno gerador das diferenças entre tratamentos para a variável Ma parece estar localizado temporalmente no período de desenvolvimento das plantas de cobertura – antes da rolagem –, e a ervilhaca pode ter influenciado nestas diferenças.

Uma hipótese para explicar o efeito da ervilhaca nos atributos físicos do solo seria a rápida taxa de decomposição de seus resíduos culturais em relação às outras coberturas (TEASDALE & MOHLER, 2000, MONEGAT, 1991); o N adicionado pelo sistema T3 ao solo poderia potencializar processos biológicos durante o ciclo das culturas de cobertura. Como a primeira avaliação foi realizada logo após o acamamento, a maior porcentagem de macroporos possivelmente tenha se originado durante o crescimento das plantas de cobertura. A menor relação C/N da ervilhaca acelera o processo de degradação da própria palhada de ervilhaca (TEASDALE, 2000). Outro fenômeno possivelmente relacionado seria a produção de glomalina, uma glicoproteína produzida por fungos micorrízicos arbusculares com propriedades de agregação do solo (ALBUQUERQUE et al., 2005). Estes fungos podem ter íntima relação com as raízes da ervilhaca. Campos et al. (1995), trabalhando num Latossolo Vermelho-Amarelo, encontraram estreita relação entre atividade microbiana e estabilidade de agregados, influenciadas pelos sistemas de plantio direto e convencional. Dada a textura argilo-siltosa do Cambissolo Húmico alumínico onde foi realizado o experimento, a

compactação no centro da entrelinha, durante o cultivo do tomate, pode ser função do trânsito de pessoas e da rápida degradação da palhada da ervilhaca, vindo a diminuir o espaço poroso da primeira para a segunda época de amostragem da macroporosidade (tabela 5).

**Tabela 5 - Densidade aparente (Da) e Macroporosidade (Ma) do solo na entrelinha dos tomateiros, nas camadas 0-5 e 10-15 cm de profundidade (média ± erro padrão).**

----- 0 – 5 cm -----				
TRATAMENTO	Da (g.cm <sup>-3</sup> )		Ma (%)	
	11/10/05	06/03/06	11/10/05	06/03/06
T1_test	1,29± 0,05a	1,36± 0,02ab	10,05± 0,98c	11,52± 1,50a
T2_Av	1,32± 0,06a	1,39± 0,02a	10,46± 0,89c	12,78± 0,40a
T3_Erv	1,21± 0,06a	1,34± 0,03b	15,75± 1,18ab	7,74± 2,34a
T4_NF	1,22± 0,06a	1,26± 0,00c	11,47± 2,11bc	12,59± 1,95a
T5_Av+Erv	1,28± 0,04a	1,25± 0,02c	12,83± 2,03abc	14,46± 1,71a
T6_Av+NF	1,33± 0,04a	1,37± 0,06ab	10,13± 1,01c	10,33± 1,09a
T7_Erv+NF	1,24± 0,08a	1,29± 0,02bc	16,89± 3,14a	13,48± 1,68a
T8_Av+Erv+NF	1,21± 0,05a	1,32± 0,02abc	10,55± 1,12c	10,55± 2,65a
----- 10 – 15 cm -----				
TRATAMENTO	Da (g.cm <sup>-3</sup> )		Ma (%)	
	11/10/05	06/03/06	11/10/05	06/03/06
T1_test	1,32± 0,03a	1,39± 0,03a	8,48± 0,52a	8,54± 0,93a
T2_Av	1,35± 0,03a	1,35± 0,03a	13,93± 6,23a	10,48± 0,87a
T3_Erv	1,28± 0,04a	1,36± 0,01a	8,76± 1,54a	8,69± 1,27a
T4_NF	1,32± 0,02a	1,28± 0,02a	8,08± 0,43a	10,99± 1,59a
T5_Av+Erv	1,28± 0,06a	1,35± 0,02a	9,59± 2,40a	9,08± 1,32a
T6_Av+NF	1,35± 0,03a	1,35± 0,03a	6,99± 0,39a	13,77± 3,19a
T7_Erv+NF	1,38± 0,03a	1,32± 0,03a	5,95± 0,86a	8,77± 0,96a
T8_Av+Erv+NF	1,32± 0,02a	1,32± 0,02a	7,90± 0,99a	12,68± 1,08a

\* Médias seguidas pela mesma letra na vertical não diferem estatisticamente (entre tratamentos) pelo teste t de Student ao nível de 5% de probabilidade, protegido previamente pela significância do teste F, ao nível de 5% de probabilidade para o erro.

\*Av = aveia preta; Erv = ervilhaca e NF = nabo forrageiro

Fonte: Dados do experimento

Segundo Abreu et al. (2004):

“Com a compactação dos solos há um aumento da densidade e da resistência do solo, redução da porosidade, principalmente, macroporosidade ou porosidade de aeração (poros maiores que 50µm), além de afetar diversos atributos do solo como a condutividade hidráulica, permeabilidade do solo, infiltração de água e outras características ligadas à porosidade do solo”

Entretando, T7\_ervilhaca + nabo forrageiro, perdurou como um dos melhores desempenhos em termos de macroporos do solo até a segunda data de avaliação (Tabela 5), mesmo que para data 2 não se tenha constatado diferença significativa entre tratamentos. Isto estaria evidenciando o efeito positivo do consórcio em relação ao cultivo das coberturas solteiras, visto que o nabo forrageiro solteiro (T4) também apresentou valores de Ma significativamente inferiores em relação ao consórcio com a ervilhaca (em T7, data 1, tabela 5).

A aveia preta, apesar de ser superior em produção de biomassa, não promoveu melhorias na porosidade no solo, estando situada no grupo de pior desempenho para a variável Ma (data 1, 11/10/05, camada 0-5cm), o que pode ser constatado pelos resultados de T6\_aveia + nabo forrageiro, T2\_aveia preta e T8\_aveia + ervilhaca + nabo forrageiro (Tabela 5).

#### **4.2.2.2 Densidade aparente (Da)**

Na avaliação da Da (Tabela 5), as diferenças estatísticas significativas foram encontradas na camada de 0 a 5 cm de profundidade, na data 2 (06/03/05).

Verifica-se que T2\_aveia demonstra o maior valor de Densidade aparente (Da) (Tabela 5), enquanto T4\_nabo forrageiro e aveia + ervilhaca (T5) apresentaram os melhores resultados. Um outro grupo de tratamentos com desempenho intermediário foi composto por T7\_ervilhaca + nabo forrageiro e T3\_ervilhaca, seguidos de T8\_aveia + ervilhaca + nabo forrageiro, T6\_aveia preta + nabo forrageiro e T1\_testemunha.

Os resultados observados no experimento divergiram daqueles encontrados por Curcio et al. (2002), num Cambissolo de textura argilosa. Enquanto para a aveia preta, nas condições do experimento de campo em Ituporanga foi registrada Densidade aparente de 1,32 e 1,39 g.cm<sup>-3</sup> (datas 1 e 2, respectivamente), Curcio et al. (2002) encontraram 1,20 g.cm<sup>-3</sup>. Para a ervilhaca e nabo forrageiro obteve-se 1,21 e 1,22 g.cm<sup>-3</sup>, respectivamente, para a data 1, e 1,34 e 1,26 g.cm<sup>-3</sup> para a data 2. Os referidos autores encontraram Densidade aparente de 1,22

$\text{g.cm}^{-3}$  para a ervilhaca e  $1,16 \text{ g.cm}^{-3}$  para o nabo forrageiro, na camada de 0-10cm. Talvez pela textura argilo siltosa e pelo trânsito de trabalhadores sobre o local de coleta das amostras, no experimento de campo relativo a esta pesquisa, tenham ocorrido maiores valores de densidade do solo.

O que pode explicar o bom resultado do T4\_nabo forrageiro é o seu sistema radicular, que promove um conjunto de efeitos de compressão e expansão dos espaços porosos do solo, reunidos sob a expressão “sanfonamento do solo”. Os espaços ocupados pelas raízes do nabo forrageiro antes da rolagem das coberturas, à medida que foram se decompondo, podem ter deixado canais ligando a superfície com camadas imediatamente inferiores do solo. Estes canais, com relativo conteúdo de resíduos orgânicos em decomposição que podem ter servido de alimento para a meso fauna do solo, contituída de pequenos vertebrados com capacidade de abrir pequenas galerias dentro do solo. Outro fenômeno associado a isto são os ciclos de umedecimento e secamento do solo. O nabo forrageiro demonstrou pelos resultados de Da (tabela 5) baixos níveis de adensamento do solo ao longo do tempo – entre uma coleta e outra –, sugerindo maior resistência à compactação do solo em relação aos outros tratamentos de cobertura.

No período de dois meses e meio, que se passou entre a medição da data 2 da RP (20/01/2006) e a data 2 da Da (06/03/2006), é provável que não tenham ocorrido mudanças na porosidade e estrutura física do solo, em função do abandono da área – ausência de trânsito – e da estiagem registrada no período. Este desencontro entre as datas ocorreu por motivos operacionais relativos ao processo da pesquisa.

Não foi perceptível uma total coerência entre os dados de RP (na entrelinha, profundidade 0; 2,5 e 5 cm, 20/01/2006) e Da (na entrelinha, camada 0-5cm, 06/03/2006, tabela 5). As maiores contradições ficaram entre os tratamentos T2\_aveia preta solteira e T5\_aveia preta + ervilhaca. Na variável RP (tabela 2), T2 foi um dos melhores resultados na profundidade zero e teve desempenho intermediário nas profundidades 2,5 e 5 cm. Já na variável Da, na camada 0-5cm, este mesmo tratamento foi o mais adensado de todos. O sistema T5, na variável RP foi, sem dúvida, o tratamento que apresentou os maiores valores de resistência mecânica à penetração, ao passo que na Da apresentou o menor valor de densidade do solo. Uma explicação passível para esta contradição seria o crescimento das gramíneas espontâneas de verão, que dois meses e meio após a última avaliação da penetrometria, no momento em que foi feita a última coleta dos anéis – que geraram os dados de Da – alcançavam porte de 1,60m de altura. Com um denso sistema radicular fasciculado,

estas gramíneas poderiam ter preenchido os espaços porosos do solo, vindo a aumentar sobremaneira a sua densidade, em função de uma dinâmica de expansão e contração das partículas do solo. Em função disso, fica complicado fazer afirmações correlacionando as variáveis de física do solo aqui avaliadas.

### **4.3 Atributos químicos do solo**

Com base na interpretação das análises de variância observa-se que não ocorreram diferenças consistentes entre tratamentos para as variáveis pH, teores de P, K e MOS (anexos 10, 12, 14 e 16). As tabelas de médias destas variáveis estão nos anexos 11, 13, 15 e 17.

Os dados obtidos para as variáveis químicas do solo são oriundos de amostragem de solo realizada apenas no meio das entre-linhas das parcelas, desconsiderando a área próxima à linha de plantio por possíveis efeitos da solução nutritiva aplicada via fertirrigação.

Os efeitos dos oito tratamentos de cobertura testados nas variáveis químicas do solo, com seus possíveis reflexos na produção dos tomateiros não puderam ser testados nesta pesquisa. Para inferir sobre isso, seria necessário medir a ciclagem de nutrientes das plantas de cobertura, e ainda levar em conta a interação desta com o efeito da fertirrigação aplicada na linha de plantio. Avaliar efeitos das culturas de cobertura diretamente sobre a produtividade de frutos do tomateiro implicaria explicar uma complexa dinâmica na química do solo, a qual não foi objeto de análise neste trabalho. Optou-se apenas por analisar possíveis efeitos dos tratamentos de cobertura sobre o solo, no centro dos corredores.

A ausência de diferenças estatísticas significativas decorre provavelmente da curta duração da pesquisa.

Os dados das análises químicas do solo estão no final deste trabalho (anexos 18 a 25).

### **4.4 Produção de tomate**

Na fase final do ciclo do tomateiro, foi avaliada a produção de frutos nas oito plantas centrais de cada parcela, ao longo de oito datas de colheita, com início em 23/12/2005 e término em 31/01/2006, momento em que se retirou todos os frutos restantes em cada planta. Obteve-se a produção média por planta e o peso médio de frutos por planta, classificando-se todos os frutos colhidos em não comerciais e comerciais. Os frutos também foram separados

em 5 classes por diâmetro equatorial do fruto. A portaria 553 de 1995 do Ministério da Agricultura (BRASIL, 2002) delimita três classes de tamanho para frutos de tomate de formato oblongo: pequeno, médio e grande (40-50, 50-60 e maior que 70 mm de diâmetro transversal de fruto, respectivamente), (ver Anexo 1). Foram ainda computados dados na classe “refugo” (diâmetro transversal de frutos menor que 40 mm) e a classe “grande” foi dividida em frutos “grande A” e “grande AA” (com diâmetros de fruto entre 60-70 mm e maior que 70 mm, respectivamente).

#### **4.4.1 Produção Não Comercial**

Os resultados da ANOVA da variável Produção Não Comercial (anexo 26) revelam que o modelo explicou 72,8% da variabilidade, sendo encontrado efeito de bloco. Embora tenha demonstrado significância para as diferenças encontradas entre os oito tratamentos de cobertura, o efeito de bloco acaba comprometendo quaisquer considerações mais consistentes a respeito da Produção Não Comercial (tabela 6).

Na Tabela 6 são apresentadas as médias para cada colheita em todos os tratamentos, relativa à produção de frutos passíveis de descarte, ou seja, não comercializáveis. Nas duas últimas linhas da Tabela 6 apresenta-se a comparação entre os tratamentos com as médias e a somatória total das oito colheitas.

Nota-se uma diminuição da quantidade colhida, da primeira para a segunda colheita para a variável Produção Não Comercial (tabela 6). Na primeira colheita foram retidos frutos que já poderiam ter sido colhidos anteriormente, mas o principal causa de tantos frutos descartados foi um atraso na primeira pulverização dos tomateiros com inseticida, o que resultou em grande quantidade de frutos brocados – não comerciais – com sintomas de ataque por insetos. Esta primeira coleta também acumulou os frutos que, em condições não experimentais, teriam sido colhidos alguns dias antes.

A análise da Tabela 6 indica que o tratamento T7\_ervilhaca + nabo forrageiro teve a menor produção de frutos não comerciais. Apesar da falta de significância estatística demonstrada pela análise de variância pode se constatar – a partir de um teste de separação de médias – que T7 formou um grupo de menores valores de frutos não comerciais com T3\_ervilhaca e T8\_aveia + ervilhaca + nabo forrageiro. Registraram os piores resultados, com uma maior produção de frutos não comerciais T6\_aveia preta + nabo forrageiro, T2\_aveia preta e T1\_testemunha.

**Tabela 6 – Resultados da Variável Produção Não Comercial por colheita e média das oito colheitas, para cada tratamento (média ± erro padrão, kg.ha<sup>-1</sup>).**

<b>DATA COLHEITA</b>	<b>T1 testemunha</b>	<b>T2 Av</b>	<b>T3 Erv</b>	<b>T4 NF</b>	<b>T5 Av+Erv</b>	<b>T6 Av+NF</b>	<b>T7 Erv+NF</b>	<b>T8 Av+Erv+NF</b>
1	3705± 190	5660±1033	3829± 460	3768±1484	5827±1143	3800±1162	4176± 304	5220± 789
2	1258± 650	1610± 466	564± 278	782± 451	451± 189	1301± 367	1090± 342	737± 97
3	2028± 657	2171± 750	986± 241	2061± 625	1062± 218	1407± 234	1235± 427	1410± 802
4	1544± 224	1828± 447	1313± 669	2280± 588	1061± 245	1505± 998	1191± 267	1814± 578
5	2213± 560	1492± 215	1261± 228	1025± 108	1110± 351	3228±1525	734± 102	1182± 758
6	5513± 208	4358± 789	3247± 739	2863±1059	3133±1328	4873± 71	2909± 79	3180± 366
7	7432±2130	6689± 664	4696± 789	5674±1251	6194± 617	5971±2553	3982± 290	4853±1280
8	2424±1363	5455±2022	4670± 803	5715± 467	4633±1055	3461± 724	3102± 392	2218± 652
<b>Media(*)</b>	<b>3265± 513ab</b>	<b>3658± 499a</b>	<b>2571± 377cd</b>	<b>3021± 451bc</b>	<b>2934± 511bc</b>	<b>3193± 491ab</b>	<b>2302± 286d</b>	<b>2577± 395cd</b>
<b>Total</b>	<b>26117,91</b>	<b>29261,91</b>	<b>20565,81</b>	<b>24168,44</b>	<b>23471,21</b>	<b>25546,28</b>	<b>18417,23</b>	<b>20614,14</b>

\*Av = aveia preta; Erv = ervilhaca e NF = nabo forrageiro

\*Apesar do teste de separação de médias detectar diferenças entre tratamentos, estas não são significativas em função da ANOVA (Anexo 26).

As diferenças decorrem de outros fatores.

Fonte: dados do experimento

#### 4.4.2 Produção Comercial

A ANOVA da variável Produção Comercial (anexo 27) demonstra ausência de significância para as diferenças observadas entre os tratamentos de cobertura e ainda revela efeito de bloco. O modelo estatístico matemático explicou 84,1% da variabilidade encontrada para esta variável.

Na Tabela 7 estão apresentadas as médias da produção de frutos comerciais, para cada tratamento, além das médias de cada colheita.

No sistema T7\_ervilhaca + nabo forrageiro foi encontrada a maior produção comercial, com 82,6 Mg.ha<sup>-1</sup>, seguido de T2\_aveia preta, com 78,2 Mg.ha<sup>-1</sup>(tabela 7). Depois destes aparecem T5\_aveia preta + ervilhaca, com 76,1 Mg.ha<sup>-1</sup>, T1\_testemunha, com 75,3 Mg.ha<sup>-1</sup>, T4\_nabo forrageiro, com 74 Mg.ha<sup>-1</sup>, T3\_ervilhaca, com 73,9 Mg.ha<sup>-1</sup>, e T6\_aveia preta + nabo forrageiro, com 73,6 Mg.ha<sup>-1</sup> (tabela 7). Em último lugar, e com 13,6 Mg.ha<sup>-1</sup> a menos que T7\_ervilhaca + nabo forrageiro, aparece o trio, com a menor Produção Comercial (tabela 7).

**Tabela 7 - Resultados da Variável Produção Comercial por colheita e média das oito colheitas, para cada tratamento (média  $\pm$  erro padrão, kg.ha<sup>-1</sup>).**

<b>DATA COLHEITA</b>	<b>T1 testemunha</b>	<b>T2 Av</b>	<b>T3 Erv</b>	<b>T4 NF</b>	<b>T5 Av+Erv</b>	<b>T6 Av+NF</b>	<b>T7 Erv+NF</b>	<b>T8 Av+Erv+NF</b>
1	1935 $\pm$ 484	1487 $\pm$ 390	2343 $\pm$ 695	952 $\pm$ 457	1524 $\pm$ 94	3906 $\pm$ 1090	1457 $\pm$ 654	1166 $\pm$ 293
2	3240 $\pm$ 650	5148 $\pm$ 608	4750 $\pm$ 1329	3586 $\pm$ 429	4371 $\pm$ 478	4907 $\pm$ 372	3269 $\pm$ 345	4374 $\pm$ 823
3	13013 $\pm$ 1623	10008 $\pm$ 1757	9907 $\pm$ 2128	9320 $\pm$ 567	11140 $\pm$ 807	9826 $\pm$ 721	11724 $\pm$ 2636	12114 $\pm$ 2026
4	11019 $\pm$ 788	12875 $\pm$ 1605	10466 $\pm$ 1656	9746 $\pm$ 2728	9175 $\pm$ 576	11041 $\pm$ 1822	10705 $\pm$ 750	7295 $\pm$ 1320
5	7822 $\pm$ 175	8300 $\pm$ 1394	7821 $\pm$ 820	9930 $\pm$ 1840	6795 $\pm$ 347	9090 $\pm$ 923	11417 $\pm$ 854	7543 $\pm$ 1263
6	8979 $\pm$ 2096	11111 $\pm$ 2094	8571 $\pm$ 349	8618 $\pm$ 1402	11049 $\pm$ 1905	7761 $\pm$ 961	11970 $\pm$ 1526	9844 $\pm$ 1533
7	23997 $\pm$ 3437	19481 $\pm$ 3719	17944 $\pm$ 2552	16381 $\pm$ 2383	18214 $\pm$ 3069	17116 $\pm$ 5166	19753 $\pm$ 1554	15501 $\pm$ 2798
8	5313 $\pm$ 2593	9784 $\pm$ 1236	12109 $\pm$ 1742	15514 $\pm$ 3425	13844 $\pm$ 2681	9973 $\pm$ 1875	12326 $\pm$ 1835	11157 $\pm$ 3604
<b>Media</b>	<b>9415<math>\pm</math>1466</b>	<b>9774<math>\pm</math>1174</b>	<b>9239<math>\pm</math>1032</b>	<b>9256<math>\pm</math>1175</b>	<b>9514<math>\pm</math>1143</b>	<b>9202<math>\pm</math>1016</b>	<b>10328<math>\pm</math>1191</b>	<b>8624<math>\pm</math>1060</b>
<b>Total</b>	<b>75316,85</b>	<b>78194,13</b>	<b>73911,49</b>	<b>74046,56</b>	<b>76111,42</b>	<b>73619,75</b>	<b>82620,55</b>	<b>68992,61</b>

\*Av = aveia preta; Erv = ervilhaca e NF = nabo forrageiro

Fonte: dados do experimento

#### 4.4.3 Produção total

A ANOVA da variável Produção Total (anexo 28) demonstra ausência de significância para as diferenças observadas entre os tratamentos de cobertura. O modelo estatístico matemático explicou 81,5% da variabilidade encontrada para esta variável.

A variável Produção Total de tomates no experimento não apresentou diferença significativa entre tratamentos, e os resultados absolutos para cada tratamento estão na Tabela 9 (abaixo). Na Tabela 8 apresenta-se os percentuais de frutos comerciais e de frutos não comerciais (ver também figura 8).

**Tabela 8 - Produção Total (Mg.ha<sup>-1</sup>) distribuída percentualmente entre Produção Comercial e Produção Não Comercial (em %)**

	T1 testemunha	T2 Av	T3 Erv	T4 NF	T5 Av+Erv	T6 Av+NF	T7 Erv+NF	T8 Av+Erv+NF
<b>Produção Comercial</b>	74,25	72,77	78,23	75,39	76,43	74,24	81,77	76,99
<b>Produção Não Comercial</b>	25,75	27,23	21,77	24,61	23,57	25,76	18,23	23,01
<b>Produção Total (em Mg.ha<sup>-1</sup>)</b>	<b>101,4</b>	<b>107,6</b>	<b>94,5</b>	<b>98,2</b>	<b>99,6</b>	<b>99,2</b>	<b>101,0</b>	<b>89,6</b>

\*Av = aveia preta; Erv = ervilhaca e NF = nabo forrageiro

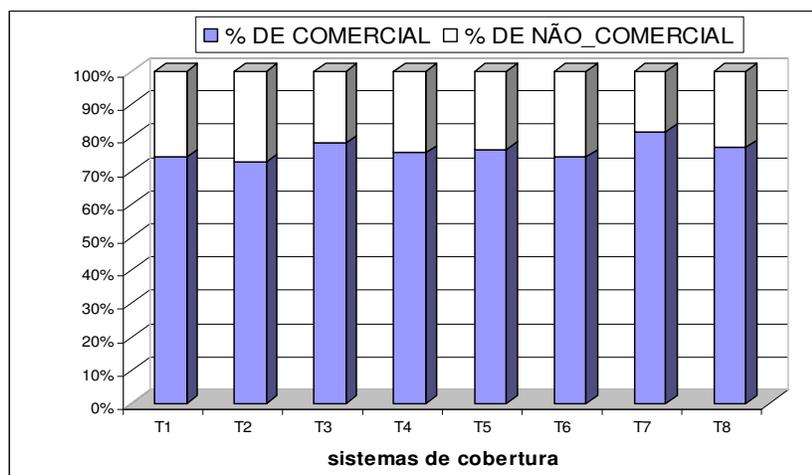
Fonte: dados do experimento

**Tabela 9 – Resultados da Variável Produção Total por colheita e média das oito colheitas, para cada tratamento (média ± erro padrão, kg.ha<sup>-1</sup>).**

<b>DATA COLHEITA</b>	<b>T1 testemunha</b>	<b>T2 Av</b>	<b>T3 Erv</b>	<b>T4 NF</b>	<b>T5 Av+Erv</b>	<b>T6 Av+NF</b>	<b>T7 Erv+NF</b>	<b>T8 Av+Erv+NF</b>
1	5639± 670	7147± 710	6172± 420	4721±1524	7351±1206	7706± 655	5632± 839	6386± 548
2	4498± 109	6758±1011	5313±1604	4368± 624	4822± 393	6208± 685	4358± 667	5111± 855
3	15041±1167	12179±1080	10894±1899	11381± 974	12203± 879	11233± 714	12959±2591	13524±2036
4	12563± 571	14703±1382	11779±2143	12026±2793	10236± 335	12546±1074	11896± 898	9109± 742
5	10036± 588	9792±1188	9082± 979	10956±1765	7905± 429	12318±1939	12151± 937	8724± 719
6	14492±2302	15469±1509	11818± 396	11481±1204	14183± 632	12634± 905	14879±1458	13024±1211
7	31429±4981	26170±4111	22641±2656	22054±2652	24407±3547	23087±7602	23734±1715	20354±3898
8	7737±3822	15239±3107	16779±2464	21229±3881	18476±3711	13435±2166	15428±2177	13375±4256
<b>Media</b>	<b>12679±1810</b>	<b>13432±1359</b>	<b>11810±1222</b>	<b>12277±1427</b>	<b>12448±1381</b>	<b>12396±1311</b>	<b>12630±1262</b>	<b>11201±1166</b>
<b>Total</b>	<b>101434,8</b>	<b>107456</b>	<b>94477,3</b>	<b>98215</b>	<b>99582,63</b>	<b>99166,03</b>	<b>101037,8</b>	<b>89606,74</b>

\*Av = aveia preta; Erv = ervilhaca e NF = nabo forrageiro

Fonte: dados do experimento



**Figura 8 - Distribuição percentual da produção de tomates entre Produção Comercial e Produção Não Comercial.**

\*T1 testemunha, T2 aveia preta, T3 ervilhaca, T4 nabo forrageiro, T5 aveia preta + ervilhaca, T6 aveia preta + nabo forrageiro, T7 ervilhaca + nabo, e T8\_aveia + ervilhaca + nabo forrageiro.

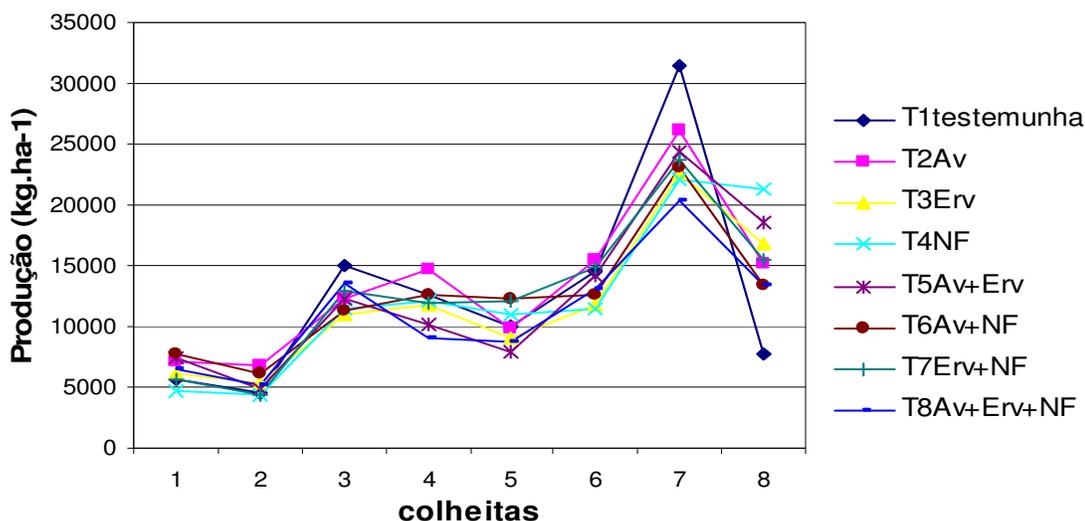
Fonte: dados do experimento

Analisando a Tabela 8 (e figura 8), observa-se que em termos de produção total em valores absolutos, T2\_aveia foi o tratamento mais produtivo com  $107,6 \text{ Mg.ha}^{-1}$  (sendo 72,8% de frutos comercializáveis), seguido por T1\_testemunha, com  $101,4 \text{ Mg.ha}^{-1}$  (74,3% de frutos comercializáveis) e T7\_ervilhaca + nabo forrageiro, com  $101,0 \text{ Mg.ha}^{-1}$  (81,8% de frutos comercializáveis).

Por outro lado, a partir desses dados se constata que os tratamentos com os piores resultados foram T3\_ervilhaca – com  $94,5 \text{ Mg.ha}^{-1}$  e 78,2% de frutos comercializáveis – e T8\_aveia + ervilhaca + nabo forrageiro – com  $89,6 \text{ Mg.ha}^{-1}$  e 77% de frutos comerciais (tabela 8, figura 8).

Verifica-se através das Figura 9 que, entre a quinta e sétima colheita há um aumento da produção do experimento, o que evidencia uma correlação com a maior quantidade de adubos prevista na tabela das quantidades de nutrientes usada no experimento (ver anexo 4), a qual foi embasada numa curva de absorção de nutrientes obtida por Fayad et al. (1998) e adaptada pelo mesmo autor para as condições de Ituporanga, SC. Os teores e conteúdos de nutrientes no tomateiro variam com o desenvolvimento da cultura, e a marcha de absorção de nutrientes, durante o seu crescimento é um conhecimento importante quando precisa se tomar decisões sobre a aplicação racional de fertilizantes (ALVARENGA, LIMA & FAQUIN, 2004). Fayad (1998) encontrou a maior produção total de matéria seca na parte aérea do

tomateiro aos 120 dias após o transplantio, alcançando 406,3 g.planta<sup>-1</sup>, distribuídos em folhas vivas e mortas, no caule, no cacho e no fruto. O mesmo autor ainda constatou no mesmo experimento, que os frutos comportaram-se como o dreno principal da planta, desde o início da frutificação até a última colheita de frutos maduros.



**Figura 9 - Produção Total em função das datas de colheita.**

\*Av = aveia preta; Erv = ervilhaca; NF = nabo forrageiro

Fonte: dados do experimento.

A Figura 9 evidencia visualmente o processo completo da produção do tomateiro ao longo das oito colheitas, somando as curvas dos frutos não comerciais com os comerciais. Em números absolutos este gráfico revela o bom resultado do experimento, que manteve uma média acima de 6 Mg.ha<sup>-1</sup> por colheita a partir da terceira data.

### Considerações sobre a qualidade da produção de tomate

Apesar da ausência de diferenças estatísticas, nota-se que os tratamentos T2\_aveia, T1\_testemunha e T7\_ervilhaca + nabo forrageiro apresentaram tendência de superioridade nas condições do experimento de campo, em relação à produtividade de tomate. Destaca-se o tratamento T7\_ervilhaca + nabo forrageiro e T2\_aveia preta com os resultados mais positivos no tocante à produção de frutos de tomate comerciais (mesmo considerando a falta de significância estatística).

Um dos principais problemas fitossanitários encontrados no experimento foi a

podridão apical, defeito de origem fisiológica. Os fatores relacionados à este distúrbio são o déficit hídrico, o excesso de N e a deficiência de Ca (LOPES & ÁVILA, 2005). A irrigação foi homogênea para todas as parcelas, assim como a fertirrigação. Uma razão para tanta diferença entre T7\_ervilhaca + nabo forrageiro e T2\_aveia preta, pode estar na área foliar de cada planta. Com uma maior disponibilidade de N, em função do efeito da fertirrigação somado à quantidade de resíduos disponibilizados pelo sistema de cobertura, poderia haver diferença no desenvolvimento vegetativo dos tomateiros, com maior área foliar onde houvesse maior concentração de N e outros nutrientes. Plantas com maior área foliar evapotranspiram mais, aumentando o fluxo em massa de fotoassimilados para as folhas, em detrimento dos frutos. Como o Ca é um elemento de translocação muito lenta dentro da planta, pode ter ocorrido deficiência deste elemento no momento da formação de alguns frutos, gerando o distúrbio da podridão apical. Porém não foi medida a área foliar dos tomateiros, comprometendo quaisquer conclusões a esse respeito, e ficando a sugestão para futuros experimentos de tomate a campo em sistema de plantio direto.

#### **4.4.4 Distribuição da produção em tamanho de frutos**

Na Tabela 10 são apresentados os dados da produção total do tomate distribuída nas cinco classes de tamanho avaliadas. Nesta tabela também são apresentados os coeficientes canônicos – coluna do canto direito – obtidos através de análise multivariada dos dados que geraram as médias apresentadas. Essa classificação segue a normativa 553/95 do MAA (BRASIL, 2002, ver capítulo de Metodologia). Na Tabela 29, em anexo, estão todos os dados relativos à classificação por tamanho de frutos.

**Tabela 10 - Massa de frutos de tomate por classes de tamanho de fruto e massa total de frutos, por tratamento (média  $\pm$  erro padrão em kg.ha<sup>-1</sup>). Coeficiente de correlação canônico (valor adimensional).**

Tratamento	Refugo (<40mm)	Pequeno (40-50mm)	Médio (50-60mm)	Grande A (60-70mm)	Grande AA (>70mm)	Produção Total	Coefficiente canônico	Tratamento
T1_test	3.313 $\pm$ 304	14.806 $\pm$ 466	41.963 $\pm$ 7239	35.368 $\pm$ 2336	3.245 $\pm$ 173	98.695 $\pm$ 7278	12,98 $\pm$ 0,75a	T1_test
T2_Av	4.159 $\pm$ 664	15.789 $\pm$ 1233	41.713 $\pm$ 3503	42.892 $\pm$ 6011	5.490 $\pm$ 1550	110.043 $\pm$ 7154	13,74 $\pm$ 0,41a	T2_Av
T3_Erv	2.733 $\pm$ 500	12.995 $\pm$ 1675	38.784 $\pm$ 1151	34.156 $\pm$ 2955	5.770 $\pm$ 1596	94.438 $\pm$ 3595	10,67 $\pm$ 0,47a	T3_Erv
T4_NF	3.884 $\pm$ 1043	15.523 $\pm$ 2181	40.664 $\pm$ 4431	35.923 $\pm$ 1799	3.193 $\pm$ 950	99.188 $\pm$ 6368	13,23 $\pm$ 0,53a	T4_NF
T5_Av+Erv	4.815 $\pm$ 1486	16.070 $\pm$ 2161	41.944 $\pm$ 4750	31.149 $\pm$ 2415	5.230 $\pm$ 1710	99.209 $\pm$ 5616	11,04 $\pm$ 0,92bc	T5_Av+Erv
T6_Av+NF	4.661 $\pm$ 1101	15.065 $\pm$ 1840	35.927 $\pm$ 2595	37.052 $\pm$ 6349	4.724 $\pm$ 1374	97.428 $\pm$ 7293	12,16 $\pm$ 0,63ab	T6_Av+NF
T7_Erv+NF	3.313 $\pm$ 767	17.047 $\pm$ 1471	48.218 $\pm$ 1017	30.263 $\pm$ 5114	3.253 $\pm$ 1286	102.094 $\pm$ 5137	12,81 $\pm$ 0,29a	T7_Erv+NF
T8_Av+Erv+NF	5.255 $\pm$ 1574	14.782 $\pm$ 2233	39.289 $\pm$ 3243	30.016 $\pm$ 4248	5.304 $\pm$ 2047	94.645 $\pm$ 5350	10,05 $\pm$ 0,78c	T8_Av+Erv+NF

\*Médias não seguidas por nenhuma letra ou seguidas pela mesma letra na vertical não diferem estatisticamente (entre tratamentos) pelo teste t de Student ao nível de 5% de probabilidade, protegido previamente pela significância do teste F, ao nível de 5% de probabilidade para o erro.

\*Av = aveia preta; Erv = ervilhaca; NF = nabo forrageiro

Fonte: dados do experimento.

Na Tabela 10, na coluna “Produção Total”, os dados da soma total da variável Produção Total estão novamente apresentados, agora com base na análise multivariada de correlação canônica. Na tentativa de melhor explorar os dados da produção classificada por tamanho de frutos, foi realizada uma análise multivariada para esse conjunto de dados. A estatística multivariada, especialmente a análise de correlação canônica, correlaciona e pondera as informações de forma otimizada, gerando funções discriminantes canônicas, que remodelam a expressão dos resultados, ressaltando relações e diferenças entre as variáveis. Através do resultado matemático dessas funções para cada tratamento, são obtidos os coeficientes canônicos da produção total classificada por tamanho de fruto, que exprimem estas correlações. O cálculo das variáveis com estas funções discriminantes canônicas produz os indicadores canônicos, aqui chamado de variável Coeficiente\_Produção\_Total\_Canônica (coluna “indicadores canônicos”, Tabela 10), passíveis de serem analisados pelo teste de separação de médias (t de Student).

Em resumo, o que o coeficiente canônico expressa é uma diferença inexistente entre os tratamentos na variável univariada Produção Total (Tabela 9), a partir da subdivisão da produção em diferentes classes de tamanhos de fruto. A variável multivariada Produção Canônica, quando apresenta diferenças entre tratamentos está ressaltando uma correlação existente entre os fatores tamanho de fruto, data de colheita e produção total para cada tratamento. O banco de dados utilizado para processar a análise multivariada de correlação canônica está no Anexo 28.

Retomando a avaliação das médias da variável Produção Total (tabela 9), analisada estatisticamente pela análise univariada, verifica-se ausência de efeitos dos tratamentos na massa total de frutos produzida. Destaca-se que, apesar da ausência de diferenças estatísticas entre tratamentos – pela análise univariada (Tabela 9) –, T3\_ervilhaca e T8\_aveia preta + ervilhaca + nabo forrageiro produziram em média  $15,5 \text{ ton.ha}^{-1}$  a menos que T2\_aveia preta solteira.

Verificou-se, através da análise de correlação canônica (Tabela 10), que os tratamentos T2\_aveia preta, T4\_nabo forrageiro, T1\_testemunha e T7\_ervilhaca + nabo forrageiro formaram o grupo com melhor desempenho. Um segundo grupo foi formado por T6\_aveia preta + nabo forrageiro, que não diferiu dos anteriores, e T3\_ervilhaca, T5\_aveia preta + ervilhaca e T8\_aveia preta + ervilhaca + nabo forrageiro.

Observando os dados de produtividade por tamanho de fruto (Tabela 10), nota-se que T2\_aveia preta superou em  $14,9 \text{ Mg.ha}^{-1}$  T7\_ervilhaca + nabo forrageiro, na soma entre as classes de tamanho Grande A e Grande AA (entre 60 e  $>70\text{mm}$ ). Entre os demais tratamentos T7 destaca-se na classe “Médio”, onde registra  $6 \text{ Mg.ha}^{-1}$  a mais por hectare que T2\_aveia preta. T7\_ervilhaca + nabo forrageiro foi o sistema que produziu mais frutos de tamanho médio, com 47,2% de sua produção nesta categoria (Tabela 10).

Essa homogeneidade na distribuição da produção de frutos do tomateiro (Tabela 10), onde as classes de tamanho não diferiram significativamente entre os tratamentos pode ter ocorrido devido ao sistema de condução das plantas, pois conforme observações dos próprios agricultores (EPAGRI, 2004), plantas com 9 cachos florais por planta – procedimento adotado na condução da lavoura experimental – tendem a produzir frutos maiores e com tamanho e peso uniformes em todos os cachos.

### **Considerações sobre as classes de tamanho de fruto**

A análise dos dados sobre a qualidade dos frutos em função da comercialização e tamanho deles expõe uma contradição em relação a escolha dos melhores tratamentos para a produção de tomate, o que não permite ao pesquisador concluir definitivamente qual deles apresentaria melhores resultados ao agricultor. Outro fator importante é a ausência de diferenças significativas entre os tratamentos. Para futuros experimentos com tomate em plantio direto é aconselhável um maior número de repetições, e talvez um menor número de tratamentos.

Nas condições do experimento o sistema T2\_aveia preta apresentou o melhor resultado em termos de produção total, mas isso não significa que este tratamento é o mais adequado devido a alta taxa de frutos não comercializáveis apresentada – e a falta de significância estatística. Levando em consideração este aspecto, o melhor tratamento é o T7\_ervilhaca + nabo forrageiro, que apresentou um bom rendimento em termos de produção total e o melhor desempenho em relação a frutos comercializáveis entre todos os tratamentos.

No entanto, ao se incluir na análise o tamanho dos frutos – o que é relevante em mercados qualificados – o tratamento T2\_aveia preta volta a se destacar como o tratamento com tendência a produzir maior quantidade de frutos de classe Grande A e Grande AA, as

mais valorizadas em mercados qualificados, como a CEAGESP, em São Paulo, SP, o maior centro de comercialização de hortifrutigranjeiros do Brasil.

Os objetivos dos agricultores que viriam a produzir tomates comercialmente deve ser levado em conta quando se opta por algum dos tratamentos testados no experimento. Verificou-se como sistema de cobertura mais eficiente para a venda da produção em mercados mais exigentes, a aveia preta solteira (T2). Já no caso de produzir para mercados menos qualificados (que não façam distinção de tamanho), ou quando o objetivo não seja a produção para venda dos frutos *in-natura*, e sim a produção caseira ou industrial de sub-produtos do tomate – como extrato, polpa, molho, tomate seco – seria mais indicado um tratamento que não resulte em índices maiores de desperdício e apresente boa produção total, tal como o T7\_ervilhaca + nabo forrageiro.

### **Considerações sobre a produção de tomate**

O limite apresentado pelo experimento, em termos de significância estatística, pode ser explicado pela fertirrigação, que pode ter exercido influência sobre os resultados da produção, neutralizando efeitos nutricionais positivos (ou negativos) de cada sistema de cobertura no que se refere à produção dos tomateiros. A curva de absorção de nutrientes para o tomateiro tutorado (adaptada de Fayad et al., 1998) proporcionou uma excelente produtividade em todos os tratamentos do experimento, não sendo encontrada diferença significativa entre os mesmos na Produção Total (tabela 9).

A partir dos dados obtidos no experimento, pode-se concluir que, mesmo T2\_aveia preta ter tido a maior Produção Total (Tabela 9), este tratamento não pode ser considerado o melhor em relação à produtividade de tomate, já que T7\_ervilhaca + nabo forrageiro teve o melhor desempenho na variável Produção Não Comercial (Tabela 6), e, ao mesmo tempo, o melhor desempenho na variável Produção Comercial, com a maior produção (Tabela 7), sendo superior ao sistema T2 em 4,4 toneladas de tomate comercial por hectare (ou 5,7%). O sistema T7\_ervilhaca + nabo forrageiro obteve 81,8% de frutos na Produção Comercial, contra os 72,8% em T2\_aveia preta – que teve a porcentagem mais baixa de produção comercial entre todos os tratamentos de cobertura (ver tabela 8 e figura 8).

A aveia preta, por uma maior capacidade de ciclagem de nutrientes e de produção de biomassa (DERPSCH et al., 1991), aliada à adubação nitrogenada em cobertura (por fertirrigação) confirmou a tendência de alta produtividade de frutos, mas não favoreceu a

produção significativa de frutos aptos a comercialização. Observou-se grande incidência de frutos com podridão apical. Talvez tenha ocorrido um excesso de adubação nitrogenada, favorecendo o desenvolvimento deste distúrbio fisiológico que inviabiliza a comercialização dos frutos.

Entre os tratamentos de menor produção não comercial, T7\_ervilhaca + nabo forrageiro, T3\_ervilhaca e T8\_aveia + ervilhaca + nabo forrageiro, citados anteriormente, apenas T7 teve destaque na variável Produção Comercial (ver Figura 8). T3\_ervilhaca e T8\_aveia + ervilhaca + nabo forrageiro, segunda e terceira menores produções de frutos descartados comercialmente tiveram respectivamente o quinto e último lugares para a variável Produção Comercial (figura 8, tabela 8). Isto representa por um lado, um menor desperdício de frutos, por outro, um menor rendimento em termos de produção comercializável. Novamente aponta-se para o sistema de cobertura ervilhaca + nabo forrageiro (T7) como o mais eficiente na relação entre produção comercial e não comercial.

### **Considerações sobre a transição agroecológica**

No contexto da pesquisa de que trata este trabalho de dissertação, o cultivo de tomate do experimento de campo discutido aqui poderia ser enquadrado em um dos três níveis da transição agroecológica proposta por Gliemann (2001), descrita ao final do capítulo 1.

Dadas as características deste sistema de cultivo, é preciso reconhecer que houve avanço significativo no quesito manejo do solo, em direção à uma agricultura menos impactante ao agroecossistema. A movimentação do solo restrita à linha de plantio, pode diminuir a erosão, e possibilitar um aumento no teor de matéria orgânica do solo, conforme Derpsch et al. (1991). No que se refere ao manejo do solo, poderíamos enquadrar o sistema de produção de tomate em plantio direto no segundo nível de transição agroecológica proposto por Gliemann (2001). O segundo nível de Gliemann (2001) prevê a substituição de práticas e insumos da agricultura convencional, com o início de um redesenho do agroecossistema. Porém, neste trabalho ainda foram utilizados inseticidas e adubos químicos, nas quantidades mínimas demandadas, o que demonstra um uso eficiente dos recursos da agricultura convencional, previsto no primeiro nível de transição proposto por Gliemann (2001). Fayad (2005) relata uma diminuição de 80% no uso de adubos sintéticos entre os produtores de tomate em SPDH, em Ituporanga, SC.

No tocante ao controle de pragas e doenças ainda foi necessário o uso de inseticida e de calda fertiprotetora – calda bordalesa. Utilizou-se o mínimo necessário de inseticida e de calda bordalesa. O verão muito seco talvez tenha contribuído para a baixa incidência de doenças fúngicas observada na lavoura experimental. As doenças registradas não alcançaram nível de dano significativo, e foram controladas satisfatoriamente pelo uso da calda bordalesa.

Quanto ao nível de transição para uma agricultura ecológica, poderia se classificar o sistema de produção de tomate estudado entre o primeiro e segundo níveis da transição agroecológica descritos por Gliessman (2001).

Ainda com relação à substituição de práticas e insumos, verificou-se a possibilidade de controle da vegetação espontânea com roçadeira, eliminando o uso dos herbicidas no cultivo do tomate em sistema de plantio direto de hortaliças.

## 5 CONCLUSÕES

Com base nos dados do experimento e nas respectivas análises estatísticas, feitas as devidas considerações sobre cada variável no capítulo anterior, em resumo, as conclusões desta pesquisa são as que seguem.

Os tratamentos com maior potencial de supressão de plantas espontâneas foram compostos por aveia preta + ervilhaca, aveia preta solteira e aveia preta + nabo forrageiro. Em cultivo solteiro, ervilhaca e nabo forrageiro não apresentaram bom desempenho.

O nabo forrageiro comprovou sua funcionalidade como planta melhoradora das condições físicas do solo.

Apesar de não ter se encontrado significância estatística na avaliação da produtividade e frutos, observou-se tendência dos consórcios de nabo forrageiro com ervilhaca ou com aveia preta apresentarem melhor produção de frutos comerciais.

Com relação aos atributos químicos do solo não foi possível fazer constatações durante a realização do experimento.

Face aos aspectos de controle de espontâneas e da física do solo, nas condições em que foi realizado o experimento, os tratamentos com melhor desempenho foram aveia preta + nabo forrageiro e ervilhaca + nabo forrageiro.

## **ANEXOS**

**Anexo 1 - Classes de tamanho de fruto para tomate oblongo, adaptado de normativa 553 de 1995, do MAA.**

Classes	Maior diâmetro transversal do fruto (mm)
Grande AA	maior que 70
Grande A	maior que 60 até 70
Médio	maior que 50 até 60
Pequeno	maior que 40 até 50
Refugo	menor que 40

Fonte: BRASIL (2002).

**Anexo 2 - Listagem das plantas espontâneas e plantas de cobertura\* encontradas no experimento com respectiva classificação botânica (\*\*)**

Nome comum	Família Botânica	Sub-Família	Gênero	Espécie	Descobr.
Molugo	Aizoaceae				
Caruru	Amaranthaceae		<i>Amaranthus</i>	sp.	L.
Funcho	Apiaceae(Umbelliferae)				Lindl.
Agerantum	Asteraceae(Compositae)	Asteroidae	<i>Ageratum</i>	sp.	L.
Buva,Voadeira	Asteraceae(Compositae)	Asteroidae	<i>Erigeron</i>	sp.	
Dente-de-Leão	Asteraceae(Compositae)		<i>Taraxacum</i>	<i>officinale</i>	Weber
Losna	Asteraceae(Compositae)	Asteroidae	<i>Artemisia</i>	sp.	Lam.
Macela	Asteraceae(Compositae)	Asteroidae	<i>Gnaphalium</i>	sp.	L.
Picão-Branco	Asteraceae(Compositae)	Asteroidae	<i>Galisonga</i>	sp.	Cav.
Picão-Preto	Asteraceae(Compositae)	Asteroidae	<i>Bidens</i>	sp.	L.
Serralha	Asteraceae(Compositae)	Cichorioideae	<i>Sonchus</i>	sp.	L.
*Nabo Forrageiro	Brassicaceae(Cruciferae)		<i>Raphanus</i>	<i>sativus</i>	L.
Ipomea	Convolvulaceae				
Ciperácea	Cyperaceae				Juss.
*Ervilhaca	Fabaceae(Papilionoideae)		<i>Vicia</i>	<i>sativa</i>	L.
Trevo, Oxalis	Oxalidaceae		<i>Oxalis</i>	sp.	
*Aveia Preta	Poaceae(Gramineae)		<i>Avena</i>	<i>strigosa</i>	Schreb.
Azevém	Poaceae(Gramineae)		<i>Lolium</i>	<i>multiflorum</i>	Lam.
Capim-doce	Poaceae(Gramineae)		<i>Paspalum</i>	sp.	
Digitária	Poaceae(Gramineae)		<i>Digitaria</i>	sp.	Heist.

\*\*Não foi possível determinar precisamente o gênero e espécie de algumas plantas.

**Anexo 3 - Receita da calda bordalesa utilizada no experimento com tomate em SPDH na EET, safra 2005/06.**

**Ingredientes para 100 Litros de calda:**

- 100 litros de água
- 300 gramas de Sulfato de Cobre,
- 300 gramas de Cal virgem.

**Modo como foi feito o preparo da Calda Bordalesa usada no experimento:**

Preparou-se os 100 litros de Calda em 5 frações.

Para cada parte (fração), foram usados:

20 litros de água + 60 gramas de Sulfato + 60g de Cal Virgem.

Dissolveu-se 60 gramas de Sulfato de Cobre em 10 litros de água.

No outro balde foram dissolvidos 60gramas de Cal Virgem em 10 litros de água.

São necessárias duas pessoas para fazer a mistura do “leite de cal” na solução de sulfato de cobre + água.

Uma pessoa fica misturando a água com o sulfato e a outra pessoa vai despejando muito lentamente a solução de água + cal virgem, mexendo esta última até o final.

No Experimento com tomate em SPDH na EET, foram utilizados em média 140 litros de Calda Bordalesa para 576 plantas com porte de 2 metros de altura em média (336 metros lineares de lavoura, sendo que as plantas foram pulverizadas dos dois lados).

**Anexo 4 - Quantidade de adubo necessária para fertirrigação no experimento de tomate em Sistema de Plantio Direto de Hortaliças.**

Semana	Dia da semana	Nitrato de Amônia (kg)	Nitrato de Cálcio (kg)	Cloreto de Potássio (kg)	Ácido Bórico (kg)
1 <sup>a</sup>	Segunda		2,2	0,6	
	Sexta		2,2	0,6	
2 <sup>a</sup>	Quarta		1,8	0,6	
3 <sup>a</sup>	Quarta		2,2	0,9	
4 <sup>a</sup>	Segunda		1,4	0,6	
	Sexta		1,4	0,6	
5 <sup>a</sup>	Segunda		2,0	0,9	
	Sexta		2,0	0,9	0,2
6 <sup>a</sup>	Segunda		2,4	1,2	
	Sexta		2,4	1,2	0,2
7 <sup>a</sup>	Segunda		3,0	1,5	
	Sexta		3,0	1,5	
8 <sup>a</sup>	Segunda	1,2		1,2	
	Quarta	1,2		1,2	
	Sexta	1,2		1,2	0,2
9 <sup>a</sup>	Segunda	1,3		1,2	
	Quarta	1,3		1,2	
	Sexta	1,3		1,2	0,2
10 <sup>a</sup>	Segunda	1,5		1,4	
	Quarta	1,5		1,4	
	Sexta	1,5		1,4	
11 <sup>a</sup>	Segunda	1,5		1,3	
	Quarta	1,5		1,3	
	Sexta	1,5		1,3	0,2
12 <sup>a</sup>	Segunda	1,5		1,1	
	Quarta	1,5		1,1	
	Sexta	1,5		1,1	
13 <sup>a</sup>	Segunda	1,3		0,9	
	Quarta	1,3		0,9	
	Sexta	1,3		0,9	
14 <sup>a</sup>	Segunda	1,8		1,1	
	Sexta	1,8		1,1	
15 <sup>a</sup>	Segunda	1,5		0,8	
	Sexta	1,5		0,8	
16 <sup>a</sup>	Segunda	1,2		0,6	
	Sexta	1,2		0,6	
17 <sup>a</sup>	Segunda	1,1		0,4	
	Sexta	1,1		0,4	
<b>Total (kg)</b>		<b>36,0</b>	<b>26,0</b>	<b>38,2</b>	<b>1,0</b>

\*Quantidades referentes a uma área de 504 m<sup>2</sup> de lavoura.

**Anexo 5 – Análise de Variância da variável Biomassa das Culturas de Cobertura (kg de MS.ha<sup>-1</sup>)**

Fontes de variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	Teste F	Nível mínimo de significância (%)
Blocos	2	206,7	103,4	0,00	99,99
Tratamentos	7	122368273,1	17481181,9	20,12	<0,01
Variabilidade Total	23	134530197,4			
<b>Coef. Determinação =</b> 90,96%		<b>CV =</b> 18,14 %	<b>Desvio Padrão =</b> 932,04	<b>Média Geral =</b> 5137,866	

**Anexo 6 – Análise de Variância da Biomassa das Plantas Espontâneas na Data 1 – 14/09/2005 (kg de MS.ha<sup>-1</sup>)**

Fontes de variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	Teste F	Nível mínimo de significância (%)
Blocos	2	3958671,03	1979335,52	1,71	21,72
Tratamentos	7	36629510,00	5232787,14	4,51	0,80
Variabilidade Total	23	56827586,36			
<b>Coef. de determinação =</b> 71,42%		<b>CV =</b> 122,16%	<b>Desvio Padrão =</b> 1077,01	<b>Média Geral =</b> 881,64	

**Anexo 7 - Análise de Variância da variável Biomassa das Plantas Espontâneas na data 2 – 19/10/2005 (kg de MS.ha<sup>-1</sup>)**

Fontes de variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	Teste F	Nível mínimo de significância (%)
Blocos	2	21368,16	10684,08	2,09	16,12
Tratamentos	7	100509,40	14358,49	2,80	4,78
Variabilidade Total	23	193599,31			
<b>Coef. Determinação =</b> 62,95%		<b>CV =</b> 51,16%	<b>Desvio Padrão =</b> 71,58	<b>Média Geral =</b> 139,906	

**Anexo 8 - Análise de Variância da Biomassa das Plantas Espontâneas na data 3 - 16/11/2005 (kg de MS.ha<sup>-1</sup>)**

Fontes de variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	Teste F	Nível mínimo de significância (%)
Blocos	2	189303,33	94651,66	1,93	18,18
Tratamentos	7	999578,54	142796,93	2,91	4,21
Variabilidade Total	23	1875302,419			
<b>Coef. Determinação =</b> 63,40	<b>CV =</b> 24,71	<b>Desvio Padrão =</b> 221,42	<b>Média Geral =</b> 896,088		

**Anexo 9 – Análise de Variância da variável Resistência à Penetração com os fatores Local (linha ou entrelinha), Época (1 ou 2), Bloco (1, 2 ou 3) e Sistemas de Cobertura, e interações (médias  $\pm$  erro padrão,  $\text{kgf.cm}^{-2}$ ).**

Fontes de variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	Teste F	Nível Significância (%)
Bloco	2	6,93315972	3,4666	0,26	77,18
Cobertura	7	81,16956019	11,5957	0,88	54,42
Bloco*Cobertura	14	183,919850	13,1371	2,62	0,14
Local	1	6.670,153356	6670,1533	241,79	<0,01
Local*Cobertura	7	249,267940	35,6097	1,29	31,57
Local*Bloco*Cobertura	16	441,380787	27,5863	5,50	<0,01
Profundidade	7	5.832,902778	833,2718	350,44	<0,01
Profundidade*Cobertura	49	185,005787	3,7756	1,59	1,33
Local*Profundidade	7	2.537,942130	362,5631	152,48	<0,01
Local*Prof.*Cobertura	49	112,317130	2,2922	0,96	54,60
Época	1	7.060,792245	7.060,7922	1407,75	<0,01
Época*Cobertura	7	106,644097	15,2349	3,04	0,44
Local*Época	1	1.537,557870	1.537,5578	306,55	<0,01
Profundidade*Época	7	1.639,081019	234,1544	46,68	<0,01
Local*Época*Cobertura	7	98,335648	14,0480	2,80	0,80
Prof.*Época*Cobertura	49	65,663194	1,3401	0,27	1,00
Local*Profund.*Época	7	591,639468	84,5199	16,85	<0,01
Local*Profundidade*Época*Cobertura	49	93,638310	1,9110	0,38	99,99
Erro Subparcela	256	1.284,00926	5,0157	1407,75	
<b>Variabilidade Total</b>	<b>767</b>	<b>29.310,9809</b>			
<b>Coefficiente de Determinação=</b> 95,62 %		<b>CV =</b> 26,57%	<b>Desvio Padrão=</b> 2,24	<b>Média Geral =</b> 8,43	

**Anexo 10 - Análise de Variância da variável pH, considerando as médias para os fatores data e profundidade**

Fontes de variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	Teste F	Nível mínimo de significância (%)
Blocos	2	1,543	0,777	2,05	16,51
Cobertura	7	1,353	0,176	0,47	84,30
Bloco*cobertura	14	5,297	0,378	31,31	<0,01
Profundidade	1	1,103	1,103	50,56	<0,01
Prof.*Cobertura	7	0,029	0,004	0,19	98,40
Prof.*Bloco*Cobertura	16	0,249	0,022	1,80	4,99
Data	2	0,215	0,108	8,90	0,04
Data*Cobertura	14	0,106	0,008	0,63	83,32
Profundidade*Data	2	0,093	0,046	3,84	2,65
Prof.*Data*Cobertura	14	0,119	0,009	0,71	76,10
Variabilidade Total	143	10,873			
<b>Coef. Determinação =</b> 92,89%	<b>CV =</b> 1,97%	<b>Desvio Padrão =</b> 0,11	<b>Média Geral =</b> 5.593		

**Anexo 11 - Valores médios de pH para as três datas de amostragem dos oito sistemas de cobertura**

Sistemas de cobertura	Médias
T1_testemunha	5.46
T2_Av	5.59
T3_Erv	5.66
T4_NF	5.71
T5_Av+Ver	5.63
T6_Av+NF	5.46
T7_Erv+NF	5.69
T8_Av+Erv+NF	5.54

Av = aveia preta; Erv = ervilhaca e NF = nabo forrageiro.

Fonte: dados do experimento.

**Anexo 12 - Análise de Variância da variável P (cmolc.cm<sup>-3</sup>), considerando as médias para os fatores data e profundidade**

Fontes de variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	Teste F	Nível mínimo de significância (%)
Blocos	2	6511,938	3255,969	5,66	1,58
Cobertura	7	4484,824	640,689	1,11	40,69
Bloco*cobertura	14	8051,147	575,082	4,68	<0,01
Profundidade	1	41239,456	41239,456	96,64	<0,01
Prof.*Cobertura	7	1673,448	239,064	0,56	77,71
Prof.*Bloco*Cobertura	16	6827,804	426,738	3,47	0,02
Data	2	4002,811	2001,405	16,27	<0,01
Data*Cobertura	14	1951,803	139,415	1,13	34,77
Profundidade*Data	2	1001,932	500,966	4,07	2,16
Prof.*Data*Cobertura	14	1268,808	90,629	0,74	72,99
Variabilidade Total	143	84885,517			
<b>Coef. Determinação =</b> 90,73%	<b>CV =</b> 36,80%	<b>Desvio Padrão =</b> 11,090	<b>Média Geral =</b> 30,132		

**Anexo 13 - Teores médios de Fósforo (cmolc.cm<sup>-3</sup>) para as três datas de amostragem dos oito tratamentos**

Sistemas de cobertura	Médias
T1_testemunha	33.889
T2_Av	29.611
T3_Erv	26.056
T4_NF	18.822
T5_Av+Ver	39.194
T6_Av+NF	29.428
T7_Erv+NF	32.483
T8_Av+Erv+NF	31.578

Av = aveia preta; Erv = ervilhaca e NF = nabo forrageiro.

Fonte: dados do experimento.

**Anexo 14 - Análise de Variância da variável K (cmolc.cm<sup>-3</sup>), considerando as médias para os fatores data e profundidade**

Fontes de variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	Teste F	Nível mínimo de significância (%)
Blocos	2	100562,056	50281,028	2,20	14,75
Cobertura	7	167918,667	23988,381	1,05	44,17
Bloco*cobertura	14	319806,833	22843,345	12,35	<0,01
Profundidade	1	582677,778	582677,778	149,52	<0,01
Prof.*Cobertura	7	2240,889	320,127	0,08	99,87
Prof.*Bloco*Cobertura	16	62352,000	3897,000	2,11	1,86
Data	2	69548,389	34774,194	18,80	<0,01
Data*Cobertura	14	14944,500	1067,464	0,58	87,30
Profundidade*Data	2	32630,722	16315,361	8,82	0,04
Prof.*Data*Cobertura	14	9717,278	694,091	0,38	97,74
Variabilidade Total	143	1480763,556			
<b>Coef. Determinação =</b>	<b>CV =</b>	<b>Desvio Padrão =</b>	<b>Média Geral =</b>		
92,01%	22,81%	43,005	188,556		

**Anexo 15 - Teores médios de Potássio (cmolc.cm<sup>-3</sup>) para as três datas de amostragem dos oito tratamentos**

Sistemas de cobertura	Médias
T1_testemunha	259.56
T2_Av	179.89
T3_Erv	167.00
T4_NF	142.78
T5_Av+Erv	206.11
T6_Av+NF	209.11
T7_Erv+NF	158.33
T8_Av+Erv+NF	185.67

Av = aveia preta; Erv = ervilhaca e NF = nabo forrageiro.

Fonte: dados do experimento.

**Anexo 16 - Análise de Variância da variável MOS (% de Matéria Orgânica do Solo), considerando as médias para os fatores data e profundidade**

Fontes de variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	Teste F	Nível mínimo de significância (%)
Blocos	2	3,645	1,823	19,64	<0,01
Cobertura	7	0,390	0,056	0,60	74,62
Bloco*cobertura	14	1,299	0,093	1,62	9,87
Profundidade	1	12,076	12,076	141,83	<0,01
Prof.*Cobertura	7	0,484	0,069	0,81	59,05
Prof.*Bloco*Cobertura	16	1,362	0,085	1,48	13,41
Data	2	7,460	3,730	64,99	<0,01
Data*Cobertura	14	0,744	0,053	0,93	53,60
Profundidade*Data	2	0,635	0,318	5,53	0,61
Prof.*Data*Cobertura	14	0,801	0,057	1,00	46,78
Variabilidade Total	143				
<b>Coef. Determinação =</b>	<b>CV =</b>	<b>Desvio Padrão =</b>	<b>Média Geral =</b>		
88,72%	6,84%	0,240	3,502		

**Anexo 17 - Teores médios de Matéria Orgânica do Solo (cmolc.cm<sup>-3</sup>) para as três datas de amostragem dos oito tratamentos**

Sistemas de cobertura	Médias
T1_testemunha	3.4444
T2_Av	3.5000
T3_Erv	3.4389
T4_NF	3.5333
T5_Av+Erv	3.5444
T6_Av+NF	3.4389
T7_Erv+NF	3.5333
T8_Av+Erv+NF	3.5833

Av = aveia preta; Erv = ervilhaca e NF = nabo forrageiro.

Fonte: dados do experimento.

Anexo 18 - Médias dos três blocos ( $\pm$  erro padrão) para as variáveis pH em água e índice SMP avaliadas em três datas (Data 1 = 16/11/05, data 2 = 25/12/05 e data 3 = 16/03/06).

DATA	PRO FUND	VARIÁ VEL	T1 testemunha	T2 Av	T3 Erv	T4 NF	T5 Av+Erv	T6 Av+NF	T7 Erv+NF	T8 Av+Erv+NF
		pH em água	5,46 $\pm$ 0,04	5,59 $\pm$ 0,06	5,66 $\pm$ 0,08	5,71 $\pm$ 0,07	5,63 $\pm$ 0,09	5,46 $\pm$ 0,04	5,69 $\pm$ 0,07	5,54 $\pm$ 0,04
	0_15		5,57 $\pm$ 0,04	5,69 $\pm$ 0,07	5,74 $\pm$ 0,09	5,79 $\pm$ 0,09	5,70 $\pm$ 0,11	5,57 $\pm$ 0,03	5,77 $\pm$ 0,08	5,62 $\pm$ 0,04
	15_30		5,36 $\pm$ 0,04	5,50 $\pm$ 0,09	5,58 $\pm$ 0,12	5,63 $\pm$ 0,09	5,57 $\pm$ 0,14	5,34 $\pm$ 0,06	5,61 $\pm$ 0,11	5,46 $\pm$ 0,05
1			5,50 $\pm$ 0,09	5,65 $\pm$ 0,10	5,73 $\pm$ 0,15	5,77 $\pm$ 0,13	5,75 $\pm$ 0,20	5,48 $\pm$ 0,07	5,72 $\pm$ 0,14	5,55 $\pm$ 0,08
2			5,43 $\pm$ 0,07	5,60 $\pm$ 0,09	5,65 $\pm$ 0,13	5,73 $\pm$ 0,10	5,60 $\pm$ 0,14	5,43 $\pm$ 0,07	5,70 $\pm$ 0,09	5,53 $\pm$ 0,05
3			5,45 $\pm$ 0,05	5,53 $\pm$ 0,13	5,60 $\pm$ 0,14	5,63 $\pm$ 0,12	5,55 $\pm$ 0,13	5,45 $\pm$ 0,10	5,65 $\pm$ 0,14	5,53 $\pm$ 0,08
1	0_15		5,67 $\pm$ 0,09	5,73 $\pm$ 0,09	5,83 $\pm$ 0,18	5,87 $\pm$ 0,17	5,83 $\pm$ 0,28	5,63 $\pm$ 0,03	5,90 $\pm$ 0,12	5,67 $\pm$ 0,07
1	15_30		5,33 $\pm$ 0,07	5,57 $\pm$ 0,18	5,63 $\pm$ 0,27	5,67 $\pm$ 0,22	5,67 $\pm$ 0,33	5,33 $\pm$ 0,03	5,53 $\pm$ 0,23	5,43 $\pm$ 0,12
2	0_15		5,50 $\pm$ 0,06	5,67 $\pm$ 0,12	5,70 $\pm$ 0,15	5,83 $\pm$ 0,19	5,63 $\pm$ 0,15	5,53 $\pm$ 0,09	5,73 $\pm$ 0,09	5,60 $\pm$ 0,06
2	15_30		5,37 $\pm$ 0,12	5,53 $\pm$ 0,13	5,60 $\pm$ 0,25	5,63 $\pm$ 0,09	5,57 $\pm$ 0,27	5,33 $\pm$ 0,09	5,67 $\pm$ 0,18	5,47 $\pm$ 0,07
3	0_15		5,53 $\pm$ 0,03	5,67 $\pm$ 0,17	5,70 $\pm$ 0,21	5,67 $\pm$ 0,18	5,63 $\pm$ 0,19	5,53 $\pm$ 0,03	5,67 $\pm$ 0,22	5,60 $\pm$ 0,10
3	15_30		5,37 $\pm$ 0,07	5,40 $\pm$ 0,21	5,50 $\pm$ 0,20	5,60 $\pm$ 0,21	5,47 $\pm$ 0,22	5,37 $\pm$ 0,20	5,63 $\pm$ 0,23	5,47 $\pm$ 0,12
		Índice SMP	5,57 $\pm$ 0,05	5,60 $\pm$ 0,06	5,73 $\pm$ 0,07	5,73 $\pm$ 0,07	5,68 $\pm$ 0,08	5,51 $\pm$ 0,05	5,77 $\pm$ 0,05	5,60 $\pm$ 0,04
	0_15		5,66 $\pm$ 0,07	5,71 $\pm$ 0,08	5,79 $\pm$ 0,09	5,80 $\pm$ 0,10	5,74 $\pm$ 0,10	5,61 $\pm$ 0,06	5,81 $\pm$ 0,06	5,68 $\pm$ 0,04
	15_30		5,48 $\pm$ 0,06	5,49 $\pm$ 0,08	5,67 $\pm$ 0,11	5,66 $\pm$ 0,09	5,62 $\pm$ 0,13	5,40 $\pm$ 0,07	5,73 $\pm$ 0,08	5,52 $\pm$ 0,05
1			5,67 $\pm$ 0,10	5,57 $\pm$ 0,14	5,85 $\pm$ 0,15	5,77 $\pm$ 0,13	5,83 $\pm$ 0,15	5,53 $\pm$ 0,08	5,83 $\pm$ 0,12	5,62 $\pm$ 0,05
2			5,40 $\pm$ 0,07	5,58 $\pm$ 0,09	5,62 $\pm$ 0,10	5,65 $\pm$ 0,10	5,63 $\pm$ 0,17	5,43 $\pm$ 0,07	5,72 $\pm$ 0,05	5,55 $\pm$ 0,09
3			5,63 $\pm$ 0,06	5,65 $\pm$ 0,11	5,72 $\pm$ 0,10	5,77 $\pm$ 0,12	5,58 $\pm$ 0,09	5,55 $\pm$ 0,12	5,77 $\pm$ 0,09	5,63 $\pm$ 0,06
1	0_15		5,80 $\pm$ 0,12	5,67 $\pm$ 0,19	5,93 $\pm$ 0,22	5,83 $\pm$ 0,20	5,90 $\pm$ 0,25	5,63 $\pm$ 0,13	5,97 $\pm$ 0,03	5,63 $\pm$ 0,09
1	15_30		5,53 $\pm$ 0,12	5,47 $\pm$ 0,22	5,77 $\pm$ 0,24	5,70 $\pm$ 0,21	5,77 $\pm$ 0,22	5,43 $\pm$ 0,09	5,70 $\pm$ 0,23	5,60 $\pm$ 0,06
2	0_15		5,43 $\pm$ 0,12	5,70 $\pm$ 0,10	5,63 $\pm$ 0,12	5,77 $\pm$ 0,18	5,70 $\pm$ 0,17	5,50 $\pm$ 0,10	5,70 $\pm$ 0,06	5,67 $\pm$ 0,09
2	15_30		5,37 $\pm$ 0,09	5,47 $\pm$ 0,12	5,60 $\pm$ 0,20	5,53 $\pm$ 0,09	5,57 $\pm$ 0,33	5,37 $\pm$ 0,09	5,73 $\pm$ 0,09	5,43 $\pm$ 0,15
3	0_15		5,73 $\pm$ 0,03	5,77 $\pm$ 0,15	5,80 $\pm$ 0,10	5,80 $\pm$ 0,20	5,63 $\pm$ 0,09	5,70 $\pm$ 0,06	5,77 $\pm$ 0,15	5,73 $\pm$ 0,07
3	15_30		5,53 $\pm$ 0,09	5,53 $\pm$ 0,15	5,63 $\pm$ 0,18	5,73 $\pm$ 0,19	5,53 $\pm$ 0,19	5,40 $\pm$ 0,21	5,77 $\pm$ 0,15	5,53 $\pm$ 0,03

Fonte: dados do experimento

**Anexo 19 - Médias dos três blocos ( $\pm$  erro padrão) para as variáveis Fósforo e Potássio avaliadas em três datas. (Data 1 = 16/11/05, data 2 = 25/12/05 e data 3 = 16/03/06).**

DATA	PRO FUND	VARI-ÁVEL	T1 testemunha	T2 Av	T3 Erv	T4 NF	T5 Av+Erv	T6 Av+NF	T7 Erv+NF	T8 Av+Erv+NF
		Fósforo – P (cmolc/dm <sup>-3</sup> )	33,89 $\pm$ 6,23	29,61 $\pm$ 6,63	26,06 $\pm$ 4,30	18,82 $\pm$ 3,24	39,19 $\pm$ 7,56	29,43 $\pm$ 5,91	32,48 $\pm$ 4,82	31,58 $\pm$ 5,97
0_15			52,28 $\pm$ 7,99	47,33 $\pm$ 9,98	41,00 $\pm$ 4,46	29,20 $\pm$ 4,08	62,33 $\pm$ 10,15	46,33 $\pm$ 8,39	47,89 $\pm$ 5,62	50,08 $\pm$ 7,66
15_30			15,50 $\pm$ 4,07	11,89 $\pm$ 2,96	11,11 $\pm$ 1,64	8,44 $\pm$ 1,06	16,06 $\pm$ 2,45	12,52 $\pm$ 2,58	17,08 $\pm$ 2,82	13,08 $\pm$ 2,68
1			31,25 $\pm$ 8,77	28,92 $\pm$ 10,36	28,58 $\pm$ 7,61	19,72 $\pm$ 6,22	35,58 $\pm$ 8,60	24,17 $\pm$ 7,69	32,00 $\pm$ 9,09	33,92 $\pm$ 10,33
2			37,67 $\pm$ 13,65	37,75 $\pm$ 15,65	29,58 $\pm$ 9,27	22,67 $\pm$ 6,30	56,92 $\pm$ 18,54	36,83 $\pm$ 14,40	37,25 $\pm$ 9,82	37,17 $\pm$ 13,77
3			32,75 $\pm$ 11,31	22,17 $\pm$ 8,47	20,00 $\pm$ 5,77	14,08 $\pm$ 4,62	25,08 $\pm$ 7,73	27,28 $\pm$ 8,51	28,20 $\pm$ 7,08	23,65 $\pm$ 6,89
1 0_15			50,33 $\pm$ 4,33	44,17 $\pm$ 15,66	44,33 $\pm$ 6,23	30,93 $\pm$ 7,98	53,67 $\pm$ 5,70	38,17 $\pm$ 9,90	49,33 $\pm$ 10,59	53,67 $\pm$ 10,68
1 15_30			12,17 $\pm$ 1,17	13,67 $\pm$ 7,69	12,83 $\pm$ 1,69	8,50 $\pm$ 2,02	17,50 $\pm$ 3,18	10,17 $\pm$ 1,36	14,67 $\pm$ 0,60	14,17 $\pm$ 5,43
2 0_15			52,83 $\pm$ 23,44	60,83 $\pm$ 25,83	46,83 $\pm$ 10,62	34,33 $\pm$ 7,84	91,00 $\pm$ 23,54	60,33 $\pm$ 21,53	54,00 $\pm$ 10,97	59,00 $\pm$ 20,60
2 15_30			22,50 $\pm$ 12,35	14,67 $\pm$ 4,98	12,33 $\pm$ 4,37	11,00 $\pm$ 0,76	22,83 $\pm$ 1,74	13,33 $\pm$ 4,67	20,50 $\pm$ 9,01	15,33 $\pm$ 6,84
3 0_15			53,67 $\pm$ 13,93	37,00 $\pm$ 11,53	31,83 $\pm$ 4,76	22,33 $\pm$ 6,06	42,33 $\pm$ 0,33	40,50 $\pm$ 11,64	40,33 $\pm$ 9,94	37,57 $\pm$ 6,48
3 15_30			11,83 $\pm$ 2,89	7,33 $\pm$ 2,33	8,17 $\pm$ 1,96	5,83 $\pm$ 1,42	7,83 $\pm$ 0,93	14,07 $\pm$ 7,21	16,07 $\pm$ 2,10	9,73 $\pm$ 1,19
		Potássio – K (cmolc/dm <sup>-3</sup> )	259,56 $\pm$ 27,14	179,89 $\pm$ 22,71	167,00 $\pm$ 24,66	142,78 $\pm$ 19,10	206,11 $\pm$ 20,23	209,11 $\pm$ 27,47	158,33 $\pm$ 22,08	185,67 $\pm$ 20,34
0_15			322,89 $\pm$ 39,65	235,78 $\pm$ 33,08	232,89 $\pm$ 35,57	209,78 $\pm$ 20,15	276,00 $\pm$ 18,88	272,89 $\pm$ 37,07	219,56 $\pm$ 31,40	247,56 $\pm$ 24,37
15_30			196,22 $\pm$ 23,59	124,00 $\pm$ 17,80	101,11 $\pm$ 15,28	75,78 $\pm$ 4,71	136,22 $\pm$ 12,74	145,33 $\pm$ 28,54	97,11 $\pm$ 12,23	123,78 $\pm$ 14,36
1			307,67 $\pm$ 50,79	209,67 $\pm$ 43,93	197,00 $\pm$ 51,05	170,00 $\pm$ 45,28	245,33 $\pm$ 38,88	231,33 $\pm$ 64,48	182,00 $\pm$ 46,06	205,00 $\pm$ 40,59
2			247,33 $\pm$ 50,10	167,33 $\pm$ 45,68	180,33 $\pm$ 44,12	129,67 $\pm$ 26,30	191,33 $\pm$ 34,05	197,00 $\pm$ 39,33	160,67 $\pm$ 38,07	172,67 $\pm$ 38,52
3			223,67 $\pm$ 40,93	162,67 $\pm$ 31,24	123,67 $\pm$ 32,53	128,67 $\pm$ 27,51	181,67 $\pm$ 32,16	199,00 $\pm$ 42,91	132,33 $\pm$ 33,98	179,33 $\pm$ 31,15
1 0_15			404,00 $\pm$ 52,31	281,33 $\pm$ 60,29	290,67 $\pm$ 61,32	262,00 $\pm$ 42,14	330,67 $\pm$ 11,39	324,00 $\pm$ 97,08	254,00 $\pm$ 69,92	278,00 $\pm$ 43,59
1 15_30			211,33 $\pm$ 29,69	138,00 $\pm$ 29,60	103,33 $\pm$ 22,28	78,00 $\pm$ 3,06	160,00 $\pm$ 12,06	138,67 $\pm$ 52,72	110,00 $\pm$ 23,07	132,00 $\pm$ 31,77
2 0_15			288,00 $\pm$ 91,57	216,00 $\pm$ 78,71	241,33 $\pm$ 68,74	184,00 $\pm$ 20,78	245,33 $\pm$ 41,70	258,00 $\pm$ 49,97	226,00 $\pm$ 51,08	238,00 $\pm$ 49,76
2 15_30			206,67 $\pm$ 50,10	118,67 $\pm$ 43,24	119,33 $\pm$ 35,88	75,33 $\pm$ 8,67	137,33 $\pm$ 33,81	136,00 $\pm$ 38,94	95,33 $\pm$ 19,23	107,33 $\pm$ 25,98
3 0_15			276,67 $\pm$ 52,68	210,00 $\pm$ 41,63	166,67 $\pm$ 52,92	183,33 $\pm$ 24,88	252,00 $\pm$ 12,49	236,67 $\pm$ 49,99	178,67 $\pm$ 53,68	226,67 $\pm$ 44,96
3 15_30			170,67 $\pm$ 52,84	115,33 $\pm$ 30,12	80,67 $\pm$ 25,33	74,00 $\pm$ 13,32	111,33 $\pm$ 8,19	161,33 $\pm$ 72,72	86,00 $\pm$ 27,30	132,00 $\pm$ 24,25

Fonte: dados do experimento

Anexo 20- Médias dos três blocos ( $\pm$  erro padrão) para as variáveis Argila e Acidez Potencial avaliadas em três datas. (Data 1 = 16/11/05, data 2 = 25/12/05 e data 3 = 16/03/06).

DATA	PROFUNDIDADE	VARIÁVEL	T1 testemunha	T2 Av	T3 Erv	T4 NF	T5 Av+Erv	T6 Av+NF	T7 Erv+NF	T8 Av+Erv+NF
		Argila (%)	38,72 $\pm$ 1,17	37,89 $\pm$ 1,15	39,33 $\pm$ 1,10	37,17 $\pm$ 1,12	37,89 $\pm$ 1,20	38,83 $\pm$ 1,52	37,83 $\pm$ 1,02	38,22 $\pm$ 1,22
0	15		35,56 $\pm$ 1,08	34,67 $\pm$ 0,65	35,33 $\pm$ 0,87	33,56 $\pm$ 0,99	33,67 $\pm$ 0,60	34,78 $\pm$ 0,98	34,67 $\pm$ 0,69	33,89 $\pm$ 0,68
	15_30		41,89 $\pm$ 1,48	41,11 $\pm$ 1,63	43,33 $\pm$ 0,62	40,78 $\pm$ 1,06	42,11 $\pm$ 1,15	42,89 $\pm$ 2,18	41,00 $\pm$ 1,21	42,56 $\pm$ 1,08
1			41,00 $\pm$ 1,98	39,67 $\pm$ 1,73	41,50 $\pm$ 1,69	39,33 $\pm$ 1,89	40,00 $\pm$ 2,05	41,83 $\pm$ 1,74	40,17 $\pm$ 1,83	40,83 $\pm$ 2,37
2			36,83 $\pm$ 1,64	35,67 $\pm$ 1,41	38,17 $\pm$ 1,96	35,00 $\pm$ 1,46	35,50 $\pm$ 1,73	36,00 $\pm$ 2,03	36,67 $\pm$ 1,78	36,83 $\pm$ 2,01
3			38,33 $\pm$ 2,38	38,33 $\pm$ 2,64	38,33 $\pm$ 2,06	37,17 $\pm$ 2,30	38,17 $\pm$ 2,34	38,67 $\pm$ 3,61	36,67 $\pm$ 1,58	37,00 $\pm$ 1,86
1	0_15		37,33 $\pm$ 2,40	36,33 $\pm$ 0,88	38,00 $\pm$ 1,00	35,67 $\pm$ 0,33	35,67 $\pm$ 0,33	38,33 $\pm$ 0,33	36,67 $\pm$ 0,67	36,00 $\pm$ 1,15
1	15_30		44,67 $\pm$ 0,67	43,00 $\pm$ 1,73	45,00 $\pm$ 1,00	43,00 $\pm$ 2,08	44,33 $\pm$ 1,45	45,33 $\pm$ 1,67	43,67 $\pm$ 2,03	45,67 $\pm$ 1,86
2	0_15		36,00 $\pm$ 2,00	33,33 $\pm$ 0,67	34,00 $\pm$ 0,58	32,33 $\pm$ 1,67	32,33 $\pm$ 0,88	31,67 $\pm$ 0,33	33,33 $\pm$ 0,88	32,67 $\pm$ 0,67
2	15_30		37,67 $\pm$ 2,96	38,00 $\pm$ 2,00	42,33 $\pm$ 1,20	37,67 $\pm$ 0,88	38,67 $\pm$ 2,03	40,33 $\pm$ 1,33	40,00 $\pm$ 2,00	41,00 $\pm$ 1,53
3	0_15		33,33 $\pm$ 0,33	34,33 $\pm$ 1,20	34,00 $\pm$ 1,53	32,67 $\pm$ 2,33	33,00 $\pm$ 0,58	34,33 $\pm$ 0,33	34,00 $\pm$ 1,15	33,00 $\pm$ 0,58
3	15_30		43,33 $\pm$ 1,76	42,33 $\pm$ 4,18	42,67 $\pm$ 0,33	41,67 $\pm$ 0,88	43,33 $\pm$ 0,67	43,00 $\pm$ 6,81	39,33 $\pm$ 2,03	41,00 $\pm$ 1,00
		Acidez potencial	7,38 $\pm$ 0,43	7,19 $\pm$ 0,50	6,30 $\pm$ 0,52	6,24 $\pm$ 0,42	6,73 $\pm$ 0,57	7,93 $\pm$ 0,49	5,85 $\pm$ 0,36	7,02 $\pm$ 0,32
0	15		6,69 $\pm$ 0,62	6,27 $\pm$ 0,57	5,80 $\pm$ 0,58	5,76 $\pm$ 0,58	6,14 $\pm$ 0,59	6,94 $\pm$ 0,45	5,54 $\pm$ 0,40	6,38 $\pm$ 0,32
	15_30		8,08 $\pm$ 0,53	8,11 $\pm$ 0,71	6,80 $\pm$ 0,86	6,73 $\pm$ 0,60	7,32 $\pm$ 0,98	8,91 $\pm$ 0,76	6,16 $\pm$ 0,60	7,66 $\pm$ 0,49
1			6,60 $\pm$ 0,73	7,60 $\pm$ 1,14	5,60 $\pm$ 1,03	6,03 $\pm$ 0,85	5,67 $\pm$ 0,82	7,60 $\pm$ 0,67	5,58 $\pm$ 0,88	6,82 $\pm$ 0,35
2			8,80 $\pm$ 0,70	7,22 $\pm$ 0,71	7,05 $\pm$ 0,92	6,73 $\pm$ 0,69	7,30 $\pm$ 1,33	8,48 $\pm$ 0,63	6,10 $\pm$ 0,32	7,53 $\pm$ 0,82
3			6,75 $\pm$ 0,49	6,75 $\pm$ 0,80	6,25 $\pm$ 0,77	5,97 $\pm$ 0,73	7,23 $\pm$ 0,75	7,70 $\pm$ 1,24	5,87 $\pm$ 0,61	6,70 $\pm$ 0,41
1	0_15		5,60 $\pm$ 0,72	6,70 $\pm$ 1,51	5,03 $\pm$ 1,34	5,57 $\pm$ 1,21	5,30 $\pm$ 1,27	6,77 $\pm$ 0,93	4,57 $\pm$ 0,17	6,70 $\pm$ 0,64
1	15_30		7,60 $\pm$ 1,07	8,50 $\pm$ 1,83	6,17 $\pm$ 1,79	6,50 $\pm$ 1,40	6,03 $\pm$ 1,29	8,43 $\pm$ 0,82	6,60 $\pm$ 1,69	6,93 $\pm$ 0,43
2	0_15		8,50 $\pm$ 1,22	6,23 $\pm$ 0,67	6,80 $\pm$ 0,97	5,93 $\pm$ 1,11	6,43 $\pm$ 1,25	7,87 $\pm$ 0,83	6,20 $\pm$ 0,40	6,47 $\pm$ 0,65
2	15_30		9,10 $\pm$ 0,95	8,20 $\pm$ 1,04	7,30 $\pm$ 1,80	7,53 $\pm$ 0,73	8,17 $\pm$ 2,55	9,10 $\pm$ 0,95	6,00 $\pm$ 0,59	8,60 $\pm$ 1,36
3	0_15		5,97 $\pm$ 0,23	5,87 $\pm$ 0,97	5,57 $\pm$ 0,67	5,77 $\pm$ 1,13	6,70 $\pm$ 0,64	6,20 $\pm$ 0,40	5,87 $\pm$ 0,97	5,97 $\pm$ 0,47
3	15_30		7,53 $\pm$ 0,73	7,63 $\pm$ 1,21	6,93 $\pm$ 1,43	6,17 $\pm$ 1,16	7,77 $\pm$ 1,46	9,20 $\pm$ 2,29	5,87 $\pm$ 0,97	7,43 $\pm$ 0,27

Fonte: dados do experimento

Anexo 21 - Médias dos três blocos ( $\pm$  erro padrão) para as variáveis Relação Ca/Mg e Ca/K avaliadas em três datas. (Data 1 = 16/11/05, data 2 = 25/12/05 e data 3 = 16/03/06).

DATA	PROFUNDIDADE	VARIÁVEL	T1 testemunha	T2 Av	T3 Erv	T4 NF	T5 Av+Erv	T6 Av+NF	T7 Erv+NF	T8 Av+Erv+NF
		Relação Ca/Mg	3,38 $\pm$ 0,19	3,58 $\pm$ 0,64	2,85 $\pm$ 0,19	2,83 $\pm$ 0,25	3,41 $\pm$ 0,58	3,37 $\pm$ 0,44	2,91 $\pm$ 0,16	3,58 $\pm$ 0,41
0	15		3,43 $\pm$ 0,32	4,00 $\pm$ 1,18	2,68 $\pm$ 0,14	2,95 $\pm$ 0,43	3,23 $\pm$ 0,48	2,98 $\pm$ 0,28	2,90 $\pm$ 0,21	3,21 $\pm$ 0,24
	15_30		3,33 $\pm$ 0,23	3,17 $\pm$ 0,57	3,03 $\pm$ 0,36	2,70 $\pm$ 0,29	3,59 $\pm$ 1,10	3,76 $\pm$ 0,85	2,93 $\pm$ 0,24	3,95 $\pm$ 0,78
1			3,62 $\pm$ 0,49	5,61 $\pm$ 1,69	3,20 $\pm$ 0,50	3,34 $\pm$ 0,66	5,27 $\pm$ 1,51	4,23 $\pm$ 1,24	3,46 $\pm$ 0,24	4,88 $\pm$ 0,99
2			3,32 $\pm$ 0,26	2,57 $\pm$ 0,16	2,66 $\pm$ 0,22	2,76 $\pm$ 0,30	2,73 $\pm$ 0,25	3,34 $\pm$ 0,38	2,97 $\pm$ 0,20	3,21 $\pm$ 0,34
3			3,22 $\pm$ 0,22	2,57 $\pm$ 0,34	2,70 $\pm$ 0,22	2,38 $\pm$ 0,19	2,22 $\pm$ 0,25	2,54 $\pm$ 0,19	2,31 $\pm$ 0,16	2,66 $\pm$ 0,21
1	0_15		3,83 $\pm$ 1,04	6,68 $\pm$ 3,31	2,94 $\pm$ 0,26	3,65 $\pm$ 1,20	4,42 $\pm$ 1,21	3,42 $\pm$ 0,46	3,24 $\pm$ 0,42	3,78 $\pm$ 0,36
1	15_30		3,41 $\pm$ 0,27	4,54 $\pm$ 1,47	3,46 $\pm$ 1,06	3,04 $\pm$ 0,82	6,12 $\pm$ 3,02	5,04 $\pm$ 2,61	3,68 $\pm$ 0,24	5,98 $\pm$ 1,88
2	0_15		3,09 $\pm$ 0,12	2,58 $\pm$ 0,27	2,60 $\pm$ 0,15	2,79 $\pm$ 0,60	2,74 $\pm$ 0,44	3,02 $\pm$ 0,68	3,06 $\pm$ 0,29	3,21 $\pm$ 0,51
2	15_30		3,54 $\pm$ 0,53	2,56 $\pm$ 0,23	2,73 $\pm$ 0,46	2,73 $\pm$ 0,31	2,72 $\pm$ 0,33	3,65 $\pm$ 0,39	2,88 $\pm$ 0,32	3,20 $\pm$ 0,57
3	0_15		3,38 $\pm$ 0,11	2,72 $\pm$ 0,53	2,50 $\pm$ 0,31	2,42 $\pm$ 0,25	2,52 $\pm$ 0,23	2,49 $\pm$ 0,28	2,40 $\pm$ 0,31	2,65 $\pm$ 0,09
3	15_30		3,05 $\pm$ 0,44	2,41 $\pm$ 0,52	2,90 $\pm$ 0,31	2,33 $\pm$ 0,35	1,92 $\pm$ 0,41	2,59 $\pm$ 0,32	2,23 $\pm$ 0,16	2,68 $\pm$ 0,46
		Relação Ca/K	12,12 $\pm$ 1,77	21,58 $\pm$ 3,91	25,38 $\pm$ 4,52	24,26 $\pm$ 2,51	15,16 $\pm$ 1,67	16,50 $\pm$ 2,50	24,87 $\pm$ 3,61	18,71 $\pm$ 2,65
0	15		10,31 $\pm$ 1,77	16,51 $\pm$ 4,10	17,35 $\pm$ 3,75	14,68 $\pm$ 1,04	11,15 $\pm$ 1,18	11,58 $\pm$ 1,81	17,25 $\pm$ 3,13	13,12 $\pm$ 1,79
	15_30		13,93 $\pm$ 3,05	26,64 $\pm$ 6,46	33,41 $\pm$ 7,52	33,83 $\pm$ 1,64	19,16 $\pm$ 2,53	21,42 $\pm$ 4,15	32,49 $\pm$ 5,56	24,29 $\pm$ 4,35
1			9,06 $\pm$ 1,28	18,93 $\pm$ 5,67	23,53 $\pm$ 8,84	22,32 $\pm$ 5,04	13,16 $\pm$ 1,85	17,57 $\pm$ 5,01	22,14 $\pm$ 5,65	18,63 $\pm$ 5,42
2			11,68 $\pm$ 2,46	25,71 $\pm$ 9,42	21,96 $\pm$ 8,03	24,55 $\pm$ 4,63	17,09 $\pm$ 4,49	15,52 $\pm$ 4,23	23,47 $\pm$ 6,51	19,77 $\pm$ 5,41
3			15,62 $\pm$ 4,45	20,10 $\pm$ 5,43	30,66 $\pm$ 7,55	25,90 $\pm$ 4,00	15,22 $\pm$ 1,78	16,42 $\pm$ 4,51	29,01 $\pm$ 7,28	17,72 $\pm$ 3,56
1	0_15		7,45 $\pm$ 1,29	14,18 $\pm$ 5,70	13,46 $\pm$ 5,23	12,16 $\pm$ 2,00	9,63 $\pm$ 1,35	11,61 $\pm$ 4,30	16,80 $\pm$ 7,37	12,27 $\pm$ 2,85
1	15_30		10,66 $\pm$ 2,00	23,67 $\pm$ 10,29	33,59 $\pm$ 16,18	32,49 $\pm$ 4,41	16,69 $\pm$ 1,70	23,54 $\pm$ 8,46	27,48 $\pm$ 8,75	25,00 $\pm$ 9,91
2	0_15		11,68 $\pm$ 4,77	20,81 $\pm$ 11,99	15,39 $\pm$ 7,11	14,70 $\pm$ 1,31	12,19 $\pm$ 3,44	10,38 $\pm$ 2,15	14,81 $\pm$ 5,21	12,69 $\pm$ 3,43
2	15_30		11,69 $\pm$ 2,73	30,60 $\pm$ 16,61	28,54 $\pm$ 15,11	34,40 $\pm$ 2,90	21,99 $\pm$ 8,07	20,66 $\pm$ 7,63	32,12 $\pm$ 10,48	26,85 $\pm$ 9,18
3	0_15		11,80 $\pm$ 2,67	14,53 $\pm$ 3,32	23,21 $\pm$ 8,03	17,19 $\pm$ 1,01	11,64 $\pm$ 1,17	12,76 $\pm$ 3,82	20,14 $\pm$ 5,40	14,40 $\pm$ 4,14
3	15_30		19,44 $\pm$ 8,79	25,67 $\pm$ 10,27	38,11 $\pm$ 12,86	34,61 $\pm$ 1,72	18,81 $\pm$ 1,29	20,08 $\pm$ 8,58	37,88 $\pm$ 12,54	21,03 $\pm$ 5,95

Fonte: dados do experimento

Anexo 22 - Médias dos três blocos ( $\pm$  erro padrão) para as variáveis Relação Mg/K e S avaliadas em três datas. (Data 1 = 16/11/05, data 2 = 25/12/05 e data 3 = 16/03/06).

DATA	PROFUNDIDADE	VARIÁVEL	T1 testemunha	T2 Av	T3 Erv	T4 NF	T5 Av+Erv	T6 Av+NF	T7 Erv+NF	T8 Av+Erv+NF
		Relação Mg/K	3,71 $\pm$ 0,58	7,89 $\pm$ 1,88	9,34 $\pm$ 1,70	9,62 $\pm$ 1,21	5,89 $\pm$ 1,00	5,95 $\pm$ 1,19	9,39 $\pm$ 1,78	5,81 $\pm$ 0,97
0	15		3,11 $\pm$ 0,57	5,60 $\pm$ 1,77	6,89 $\pm$ 1,71	5,73 $\pm$ 0,72	4,01 $\pm$ 0,65	4,45 $\pm$ 0,95	6,21 $\pm$ 1,33	4,41 $\pm$ 0,83
	15_30		4,30 $\pm$ 1,02	10,17 $\pm$ 3,25	11,80 $\pm$ 2,81	13,51 $\pm$ 1,38	7,77 $\pm$ 1,72	7,45 $\pm$ 2,14	12,58 $\pm$ 3,02	7,21 $\pm$ 1,68
1			2,59 $\pm$ 0,34	3,70 $\pm$ 0,70	6,80 $\pm$ 1,62	8,03 $\pm$ 2,26	3,22 $\pm$ 0,73	5,88 $\pm$ 2,61	6,23 $\pm$ 1,47	3,67 $\pm$ 0,50
2			3,53 $\pm$ 0,73	10,49 $\pm$ 4,21	9,01 $\pm$ 3,64	9,49 $\pm$ 1,98	6,84 $\pm$ 2,28	5,03 $\pm$ 1,46	8,47 $\pm$ 2,82	6,91 $\pm$ 2,34
3			5,01 $\pm$ 1,49	9,47 $\pm$ 3,51	12,22 $\pm$ 3,28	11,35 $\pm$ 2,18	7,61 $\pm$ 1,52	6,94 $\pm$ 2,27	13,48 $\pm$ 4,08	6,87 $\pm$ 1,58
1	0_15		2,06 $\pm$ 0,27	2,38 $\pm$ 0,37	4,52 $\pm$ 1,56	4,14 $\pm$ 1,29	2,58 $\pm$ 0,86	3,94 $\pm$ 2,06	4,81 $\pm$ 1,48	3,24 $\pm$ 0,73
1	15_30		3,11 $\pm$ 0,47	5,02 $\pm$ 0,75	9,08 $\pm$ 2,35	11,92 $\pm$ 2,97	3,86 $\pm$ 1,22	7,82 $\pm$ 5,12	7,65 $\pm$ 2,56	4,09 $\pm$ 0,74
2	0_15		3,81 $\pm$ 1,58	7,90 $\pm$ 4,43	6,08 $\pm$ 2,90	5,88 $\pm$ 1,43	4,68 $\pm$ 1,44	4,05 $\pm$ 1,58	4,85 $\pm$ 1,57	4,57 $\pm$ 2,05
2	15_30		3,24 $\pm$ 0,32	13,08 $\pm$ 7,89	11,94 $\pm$ 7,02	13,09 $\pm$ 2,14	9,00 $\pm$ 4,39	6,01 $\pm$ 2,69	12,10 $\pm$ 4,91	9,24 $\pm$ 4,22
3	0_15		3,46 $\pm$ 0,69	6,53 $\pm$ 3,06	10,08 $\pm$ 3,98	7,17 $\pm$ 0,46	4,77 $\pm$ 0,88	5,37 $\pm$ 1,88	8,98 $\pm$ 3,27	5,43 $\pm$ 1,54
3	15_30		6,56 $\pm$ 2,87	12,41 $\pm$ 6,61	14,37 $\pm$ 5,76	15,52 $\pm$ 2,48	10,46 $\pm$ 1,64	8,51 $\pm$ 4,44	17,99 $\pm$ 7,22	8,31 $\pm$ 2,84
		S	9,12 $\pm$ 0,36	9,66 $\pm$ 0,33	10,14 $\pm$ 0,55	10,05 $\pm$ 0,40	9,87 $\pm$ 0,46	8,97 $\pm$ 0,34	10,30 $\pm$ 0,38	9,60 $\pm$ 0,34
0	15		10,18 $\pm$ 0,33	10,52 $\pm$ 0,28	11,28 $\pm$ 0,54	10,89 $\pm$ 0,53	10,78 $\pm$ 0,53	9,99 $\pm$ 0,24	11,10 $\pm$ 0,33	10,50 $\pm$ 0,32
	15_30		8,07 $\pm$ 0,40	8,80 $\pm$ 0,45	9,00 $\pm$ 0,83	9,20 $\pm$ 0,48	8,95 $\pm$ 0,65	7,96 $\pm$ 0,41	9,50 $\pm$ 0,58	8,70 $\pm$ 0,44
1			9,12 $\pm$ 0,71	9,97 $\pm$ 0,71	10,77 $\pm$ 1,16	9,98 $\pm$ 0,70	9,98 $\pm$ 0,98	9,34 $\pm$ 0,64	10,27 $\pm$ 0,81	9,73 $\pm$ 0,81
2			8,53 $\pm$ 0,65	9,26 $\pm$ 0,49	9,61 $\pm$ 0,92	9,53 $\pm$ 0,46	9,72 $\pm$ 0,73	8,41 $\pm$ 0,44	9,85 $\pm$ 0,55	9,11 $\pm$ 0,50
3			9,72 $\pm$ 0,50	9,75 $\pm$ 0,57	10,05 $\pm$ 0,90	10,63 $\pm$ 0,90	9,90 $\pm$ 0,83	9,18 $\pm$ 0,68	10,79 $\pm$ 0,63	9,97 $\pm$ 0,47
1	0_15		10,57 $\pm$ 0,38	10,95 $\pm$ 0,43	12,04 $\pm$ 1,27	11,00 $\pm$ 0,76	11,05 $\pm$ 1,38	10,60 $\pm$ 0,24	11,58 $\pm$ 0,52	10,98 $\pm$ 0,68
1	15_30		7,67 $\pm$ 0,56	8,99 $\pm$ 1,17	9,50 $\pm$ 1,86	8,96 $\pm$ 0,93	8,91 $\pm$ 1,34	8,09 $\pm$ 0,62	8,95 $\pm$ 1,13	8,47 $\pm$ 1,10
2	0_15		9,33 $\pm$ 0,64	10,12 $\pm$ 0,54	10,35 $\pm$ 0,87	9,90 $\pm$ 0,78	10,19 $\pm$ 0,66	9,23 $\pm$ 0,21	10,18 $\pm$ 0,49	9,74 $\pm$ 0,42
2	15_30		7,73 $\pm$ 1,02	8,41 $\pm$ 0,42	8,87 $\pm$ 1,72	9,16 $\pm$ 0,56	9,25 $\pm$ 1,42	7,58 $\pm$ 0,52	9,51 $\pm$ 1,07	8,48 $\pm$ 0,81
3	0_15		10,64 $\pm$ 0,46	10,50 $\pm$ 0,53	11,46 $\pm$ 0,66	11,77 $\pm$ 1,12	11,11 $\pm$ 0,85	10,14 $\pm$ 0,33	11,53 $\pm$ 0,40	10,78 $\pm$ 0,34
3	15_30		8,80 $\pm$ 0,41	9,00 $\pm$ 0,89	8,64 $\pm$ 1,27	9,49 $\pm$ 1,24	8,69 $\pm$ 1,12	8,21 $\pm$ 1,12	10,05 $\pm$ 1,14	9,17 $\pm$ 0,58

Fonte: dados do experimento

Anexo 23 - Médias dos três blocos ( $\pm$  erro padrão) para as variáveis CTC e Saturação por Alumínio avaliadas em três datas. (Data 1 = 16/11/05, data 2 = 25/12/05 e data 3 = 16/03/06).

DATA	PROFUNDIDADE	VARIÁVEL	T1 testemunha	T2 Av	T3 Erv	T4 NF	T5 Av+Erv	T6 Av+NF	T7 Erv+NF	T8 Av+Erv+NF	
		Capacidade de Troca de Cátions - CTC	16,48 $\pm$	16,87 $\pm$	16,44 $\pm$	16,28 $\pm$	16,58 $\pm$	16,90 $\pm$	16,13 $\pm$	16,62 $\pm$ 0,34	
	0 15		16,84 $\pm$	16,80 $\pm$	17,07 $\pm$	16,64 $\pm$	16,90 $\pm$	16,91 $\pm$	16,62 $\pm$	16,88 $\pm$ 0,27	
	15 30		16,12 $\pm$	16,93 $\pm$	15,81 $\pm$	15,92 $\pm$	16,26 $\pm$	16,89 $\pm$	15,63 $\pm$	16,36 $\pm$ 0,64	
1			15,68 $\pm$	17,58 $\pm$	16,37 $\pm$	16,02 $\pm$	15,62 $\pm$	16,95 $\pm$	15,83 $\pm$	16,55 $\pm$ 0,61	
2			17,33 $\pm$	16,50 $\pm$	16,63 $\pm$	16,25 $\pm$	17,00 $\pm$	16,88 $\pm$	15,92 $\pm$	16,62 $\pm$ 0,88	
3			16,43 $\pm$	16,52 $\pm$	16,32 $\pm$	16,58 $\pm$	17,12 $\pm$	16,87 $\pm$	16,63 $\pm$	16,68 $\pm$ 0,18	
1	0 15		16,13 $\pm$	17,67 $\pm$	17,07 $\pm$	16,57 $\pm$	16,30 $\pm$	17,37 $\pm$	16,13 $\pm$	17,70 $\pm$ 0,15	
1	15 30		15,23 $\pm$	17,50 $\pm$	15,67 $\pm$	15,47 $\pm$	14,93 $\pm$	16,53 $\pm$	15,53 $\pm$	15,40 $\pm$ 0,70	
2	0 15		17,83 $\pm$	16,37 $\pm$	17,10 $\pm$	15,83 $\pm$	16,60 $\pm$	17,07 $\pm$	16,37 $\pm$	16,20 $\pm$ 0,45	
2	15 30		16,83 $\pm$	16,63 $\pm$	16,17 $\pm$	16,67 $\pm$	17,40 $\pm$	16,70 $\pm$	15,47 $\pm$	17,03 $\pm$ 1,87	
3	0 15		16,57 $\pm$	16,37 $\pm$	17,03 $\pm$	17,53 $\pm$	17,80 $\pm$	16,30 $\pm$	17,37 $\pm$	16,73 $\pm$ 0,23	
3	15 30		16,30 $\pm$	16,67 $\pm$	15,60 $\pm$	15,63 $\pm$	16,43 $\pm$	17,43 $\pm$	15,90 $\pm$	16,63 $\pm$ 0,33	
			Saturação por Alumínio	3,92 $\pm$ 1,11	3,35 $\pm$ 1,29	4,17 $\pm$ 1,87	1,91 $\pm$ 0,74	3,18 $\pm$ 1,11	4,07 $\pm$ 1,36	1,52 $\pm$ 0,60	2,28 $\pm$ 0,93
	0 15			0,96 $\pm$ 0,52	0,21 $\pm$ 0,21	1,36 $\pm$ 0,74	0,11 $\pm$ 0,11	0,88 $\pm$ 0,45	0,48 $\pm$ 0,32	0,29 $\pm$ 0,29	0,00 $\pm$ 0,00
	15 30	6,88 $\pm$ 1,68		6,49 $\pm$ 2,14	6,98 $\pm$ 3,52	3,71 $\pm$ 1,22	5,49 $\pm$ 1,93	7,66 $\pm$ 2,14	2,76 $\pm$ 1,04	4,57 $\pm$ 1,55	
1		4,05 $\pm$ 1,98		2,93 $\pm$ 1,83	3,73 $\pm$ 3,35	2,27 $\pm$ 1,44	2,22 $\pm$ 1,69	3,63 $\pm$ 1,66	2,00 $\pm$ 1,27	2,28 $\pm$ 2,28	
2		4,65 $\pm$ 2,05		1,95 $\pm$ 1,23	4,88 $\pm$ 3,89	0,87 $\pm$ 0,87	3,10 $\pm$ 1,81	3,62 $\pm$ 1,84	1,23 $\pm$ 1,23	2,72 $\pm$ 1,37	
3		3,05 $\pm$ 2,06		5,17 $\pm$ 3,32	3,88 $\pm$ 3,04	2,60 $\pm$ 1,55	4,23 $\pm$ 2,45	4,95 $\pm$ 3,55	1,33 $\pm$ 0,73	1,85 $\pm$ 1,32	
1	0 15	0,67 $\pm$ 0,67		0,63 $\pm$ 0,63	0,67 $\pm$ 0,67	0,00 $\pm$ 0,00	1,00 $\pm$ 1,00	0,00 $\pm$ 0,00	0,00 $\pm$ 0,00	0,00 $\pm$ 0,00	
1	15 30	7,43 $\pm$ 2,79		5,23 $\pm$ 3,32	6,80 $\pm$ 6,80	4,53 $\pm$ 2,29	3,43 $\pm$ 3,43	7,27 $\pm$ 0,71	4,00 $\pm$ 2,00	4,57 $\pm$ 4,57	
2	0 15	2,20 $\pm$ 1,24		0,00 $\pm$ 0,00	1,83 $\pm$ 1,83	0,00 $\pm$ 0,00	0,67 $\pm$ 0,67	1,43 $\pm$ 0,72	0,00 $\pm$ 0,00	0,00 $\pm$ 0,00	
2	15 30	7,10 $\pm$ 3,68		3,90 $\pm$ 1,96	7,93 $\pm$ 7,93	1,73 $\pm$ 1,73	5,53 $\pm$ 3,18	5,80 $\pm$ 3,41	2,47 $\pm$ 2,47	5,43 $\pm$ 1,39	
3	0 15	0,00 $\pm$ 0,00		0,00 $\pm$ 0,00	1,57 $\pm$ 1,57	0,33 $\pm$ 0,33	0,97 $\pm$ 0,97	0,00 $\pm$ 0,00	0,87 $\pm$ 0,87	0,00 $\pm$ 0,00	
3	15 30	6,10 $\pm$ 3,47		10,33 $\pm$	6,20 $\pm$ 6,20	4,87 $\pm$ 2,60	7,50 $\pm$ 4,30	9,90 $\pm$ 6,19	1,80 $\pm$ 1,29	3,70 $\pm$ 2,29	

Fonte: dados do experimento

Anexo 24 - Médias dos três blocos ( $\pm$  erro padrão) para as variáveis MO e Alumino avaliadas em três datas. (Data 1 = 16/11/05, data 2 = 25/12/05 e data 3 = 16/03/06).

DATA	PRO FUND	VARI-ÁVEL	T1 testemunha	T2 Av	T3 Erv	T4 NF	T5 Av+Erv	T6 Av+NF	T7 Erv+NF	T8 Av+Erv+NF	
		Matéria Orgânica – MO	3,44 $\pm$ 0,12	3,50 $\pm$ 0,11	3,44 $\pm$ 0,12	3,53 $\pm$ 0,12	3,54 $\pm$ 0,13	3,44 $\pm$ 0,10	3,53 $\pm$ 0,11	3,58 $\pm$ 0,11	
	0_15		3,72 $\pm$ 0,15	3,81 $\pm$ 0,13	3,79 $\pm$ 0,13	3,87 $\pm$ 0,11	3,89 $\pm$ 0,15	3,74 $\pm$ 0,09	3,74 $\pm$ 0,14	3,77 $\pm$ 0,14	
	15_30		3,17 $\pm$ 0,13	3,19 $\pm$ 0,11	3,09 $\pm$ 0,09	3,20 $\pm$ 0,13	3,20 $\pm$ 0,12	3,13 $\pm$ 0,12	3,32 $\pm$ 0,15	3,40 $\pm$ 0,16	
1			3,73 $\pm$ 0,25	3,77 $\pm$ 0,26	3,67 $\pm$ 0,27	3,88 $\pm$ 0,20	3,92 $\pm$ 0,26	3,65 $\pm$ 0,17	3,87 $\pm$ 0,26	4,07 $\pm$ 0,17	
2			3,23 $\pm$ 0,18	3,38 $\pm$ 0,11	3,43 $\pm$ 0,14	3,40 $\pm$ 0,16	3,43 $\pm$ 0,10	3,42 $\pm$ 0,15	3,45 $\pm$ 0,11	3,40 $\pm$ 0,13	
3			3,37 $\pm$ 0,14	3,35 $\pm$ 0,16	3,22 $\pm$ 0,15	3,32 $\pm$ 0,19	3,28 $\pm$ 0,21	3,25 $\pm$ 0,20	3,28 $\pm$ 0,11	3,28 $\pm$ 0,12	
1	0_15		4,17 $\pm$ 0,29	4,27 $\pm$ 0,17	4,13 $\pm$ 0,34	4,27 $\pm$ 0,17	4,43 $\pm$ 0,17	3,97 $\pm$ 0,19	4,13 $\pm$ 0,32	4,17 $\pm$ 0,28	
1	15_30		3,30 $\pm$ 0,21	3,27 $\pm$ 0,23	3,20 $\pm$ 0,20	3,50 $\pm$ 0,15	3,40 $\pm$ 0,21	3,33 $\pm$ 0,12	3,60 $\pm$ 0,40	3,97 $\pm$ 0,24	
2	0_15		3,37 $\pm$ 0,12	3,60 $\pm$ 0,06	3,70 $\pm$ 0,06	3,70 $\pm$ 0,06	3,53 $\pm$ 0,09	3,67 $\pm$ 0,09	3,63 $\pm$ 0,09	3,63 $\pm$ 0,15	
2	15_30		3,10 $\pm$ 0,35	3,17 $\pm$ 0,12	3,17 $\pm$ 0,15	3,10 $\pm$ 0,17	3,33 $\pm$ 0,18	3,17 $\pm$ 0,20	3,27 $\pm$ 0,13	3,17 $\pm$ 0,09	
3	0_15		3,63 $\pm$ 0,03	3,57 $\pm$ 0,07	3,53 $\pm$ 0,03	3,63 $\pm$ 0,03	3,70 $\pm$ 0,12	3,60 $\pm$ 0,12	3,47 $\pm$ 0,12	3,50 $\pm$ 0,15	
3	15_30		3,10 $\pm$ 0,15	3,13 $\pm$ 0,28	2,90 $\pm$ 0,12	3,00 $\pm$ 0,26	2,87 $\pm$ 0,17	2,90 $\pm$ 0,25	3,10 $\pm$ 0,10	3,07 $\pm$ 0,09	
			Alumínio – Al (cmolc/dm <sup>-3</sup> )	0,33 $\pm$ 0,09	0,31 $\pm$ 0,12	0,32 $\pm$ 0,14	0,17 $\pm$ 0,07	0,27 $\pm$ 0,09	0,34 $\pm$ 0,11	0,13 $\pm$ 0,05	0,19 $\pm$ 0,07
	0_15			0,09 $\pm$ 0,05	0,02 $\pm$ 0,02	0,13 $\pm$ 0,07	0,01 $\pm$ 0,01	0,09 $\pm$ 0,05	0,04 $\pm$ 0,03	0,03 $\pm$ 0,03	0,00 $\pm$ 0,00
	15_30	0,57 $\pm$ 0,13		0,59 $\pm$ 0,21	0,51 $\pm$ 0,26	0,33 $\pm$ 0,11	0,46 $\pm$ 0,16	0,64 $\pm$ 0,18	0,23 $\pm$ 0,09	0,38 $\pm$ 0,12	
1		0,33 $\pm$ 0,15		0,25 $\pm$ 0,15	0,28 $\pm$ 0,25	0,20 $\pm$ 0,13	0,18 $\pm$ 0,13	0,32 $\pm$ 0,14	0,17 $\pm$ 0,11	0,17 $\pm$ 0,17	
2		0,37 $\pm$ 0,15		0,17 $\pm$ 0,11	0,37 $\pm$ 0,28	0,08 $\pm$ 0,08	0,27 $\pm$ 0,15	0,30 $\pm$ 0,14	0,10 $\pm$ 0,10	0,23 $\pm$ 0,11	
3		0,28 $\pm$ 0,19		0,50 $\pm$ 0,33	0,32 $\pm$ 0,23	0,23 $\pm$ 0,14	0,37 $\pm$ 0,20	0,42 $\pm$ 0,30	0,13 $\pm$ 0,07	0,17 $\pm$ 0,12	
1	0_15	0,07 $\pm$ 0,07		0,07 $\pm$ 0,07	0,07 $\pm$ 0,07	0,00 $\pm$ 0,00	0,10 $\pm$ 0,10	0,00 $\pm$ 0,00	0,00 $\pm$ 0,00	0,00 $\pm$ 0,00	
1	15_30	0,60 $\pm$ 0,20		0,43 $\pm$ 0,26	0,50 $\pm$ 0,50	0,40 $\pm$ 0,21	0,27 $\pm$ 0,27	0,63 $\pm$ 0,07	0,33 $\pm$ 0,17	0,33 $\pm$ 0,33	
2	0_15	0,20 $\pm$ 0,12		0,00 $\pm$ 0,00	0,17 $\pm$ 0,17	0,00 $\pm$ 0,00	0,07 $\pm$ 0,07	0,13 $\pm$ 0,07	0,00 $\pm$ 0,00	0,00 $\pm$ 0,00	
2	15_30	0,53 $\pm$ 0,27		0,33 $\pm$ 0,17	0,57 $\pm$ 0,57	0,17 $\pm$ 0,17	0,47 $\pm$ 0,26	0,47 $\pm$ 0,26	0,20 $\pm$ 0,20	0,47 $\pm$ 0,09	
3	0_15	0,00 $\pm$ 0,00		0,00 $\pm$ 0,00	0,17 $\pm$ 0,17	0,03 $\pm$ 0,03	0,10 $\pm$ 0,10	0,00 $\pm$ 0,00	0,10 $\pm$ 0,10	0,00 $\pm$ 0,00	
3	15_30	0,57 $\pm$ 0,32		1,00 $\pm$ 0,53	0,47 $\pm$ 0,47	0,43 $\pm$ 0,23	0,63 $\pm$ 0,35	0,83 $\pm$ 0,52	0,17 $\pm$ 0,12	0,33 $\pm$ 0,20	

Fonte: dados do experimento

**Anexo 25 - Médias dos três blocos ( $\pm$  erro padrão) para a variável V% avaliada em três datas. (Data 1 = 16/11/05, data 2 = 25/12/05 e data 3 = 16/03/06).**

DATA	PROFUNDIDADE	VARIÁVEL	T1 testemunha	T2 Av	T3 Erv	T4 NF	T5 Av+Erv	T6 Av+NF	T7 Erv+NF	T8 Av+Erv+NF
		V (%)	55,49 $\pm$ 2,24	57,76 $\pm$ 2,42	61,63 $\pm$ 3,21	61,82 $\pm$ 2,38	59,84 $\pm$ 2,99	53,47 $\pm$ 2,17	63,86 $\pm$ 2,02	57,74 $\pm$ 1,70
	0_15		60,80 $\pm$ 2,74	63,07 $\pm$ 2,42	66,17 $\pm$ 3,26	65,62 $\pm$ 3,19	63,90 $\pm$ 3,18	59,28 $\pm$ 1,85	66,90 $\pm$ 1,88	62,23 $\pm$ 1,72
	15_30		50,19 $\pm$ 2,61	52,44 $\pm$ 3,45	57,10 $\pm$ 5,30	58,01 $\pm$ 3,22	55,79 $\pm$ 4,87	47,66 $\pm$ 2,86	60,81 $\pm$ 3,39	53,26 $\pm$ 2,06
1			58,12 $\pm$ 4,35	57,42 $\pm$ 5,30	65,62 $\pm$ 6,58	62,67 $\pm$ 4,65	63,57 $\pm$ 5,60	55,20 $\pm$ 3,18	65,03 $\pm$ 4,89	58,30 $\pm$ 3,26
2			49,23 $\pm$ 3,58	56,48 $\pm$ 3,64	57,77 $\pm$ 5,55	58,93 $\pm$ 3,39	58,27 $\pm$ 6,00	49,97 $\pm$ 2,91	61,65 $\pm$ 2,31	55,18 $\pm$ 3,12
3			59,13 $\pm$ 2,78	59,37 $\pm$ 4,17	61,52 $\pm$ 5,01	63,85 $\pm$ 4,71	57,70 $\pm$ 4,41	55,23 $\pm$ 5,08	64,88 $\pm$ 3,30	59,75 $\pm$ 2,61
1	0_15		65,60 $\pm$ 3,72	62,77 $\pm$ 5,54	70,63 $\pm$ 7,57	66,83 $\pm$ 5,97	67,57 $\pm$ 7,88	61,37 $\pm$ 3,07	71,83 $\pm$ 1,21	62,03 $\pm$ 3,74
1	15_30		50,63 $\pm$ 4,97	52,07 $\pm$ 9,01	60,60 $\pm$ 11,57	58,50 $\pm$ 7,42	59,57 $\pm$ 8,86	49,03 $\pm$ 1,79	58,23 $\pm$ 8,48	54,57 $\pm$ 5,01
2	0_15		52,63 $\pm$ 4,77	61,97 $\pm$ 3,83	60,53 $\pm$ 5,33	62,83 $\pm$ 6,18	61,87 $\pm$ 5,81	54,33 $\pm$ 2,99	62,23 $\pm$ 1,01	60,23 $\pm$ 3,28
2	15_30		45,83 $\pm$ 5,45	51,00 $\pm$ 4,63	55,00 $\pm$ 10,86	55,03 $\pm$ 2,02	54,67 $\pm$ 11,56	45,60 $\pm$ 3,80	61,07 $\pm$ 5,03	50,13 $\pm$ 3,52
3	0_15		64,17 $\pm$ 1,80	64,47 $\pm$ 4,86	67,33 $\pm$ 3,88	67,20 $\pm$ 6,51	62,27 $\pm$ 3,89	62,13 $\pm$ 2,09	66,63 $\pm$ 4,13	64,43 $\pm$ 2,48
3	15_30		54,10 $\pm$ 3,16	54,27 $\pm$ 6,10	55,70 $\pm$ 8,75	60,50 $\pm$ 7,56	53,13 $\pm$ 7,82	48,33 $\pm$ 8,77	63,13 $\pm$ 5,87	55,07 $\pm$ 2,43

Fonte: dados do experimento

**Anexo 26 - Análise de Variância da Produção Não Comercial (kg.ha<sup>-1</sup>)**

Fontes de variação	Número de Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	Teste F	Nível mínimo de significância (%)
Blocos	2	10883303,70	5441651,85	5,82	1,44
Tratamentos	7	32796309,07	4685187,01	5,01	0,51
Erro Parcela	14	13082666,68	934476,19	0,42	96,55
Datas de Colheita	7	512724717,45	73246388,21	32,95	0,00
Tratamentos X Colheitas	49	96423260,91	1967821,65	0,89	67,95
Erro Subparcela	112	249005053,53	2223259,41		
Variabilidade Total	191	914915311,35			

**Coefficiente de determinação = 72,8 %    CV = 50,7 %    Desvio Padrão = 1491,06    Média Geral = 2940,05**

**Anexo 27 – Análise de Variância da Produção Comercial (Mg.ha<sup>-1</sup>)**

Fontes de variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	Teste F	Nível mínimo de significância (%)
Blocos	2	122738452,90	61369226,45	4,37	3,35
Tratamentos	7	40765970,88	5823710,13	0,41	87,76
Erro Parcela	14	196653967,78	14046711,98	1,65	7,76
Datas de Colheita	7	4198059416,16	599722773,74	70,29	0,00
Tratamentos X Colheitas	49	518293322,79	10577414,75	1,24	17,69
Erro Subparcela	112	955640250,86	8532502,24		
Variabilidade Total	191	6032151381,37			

**Coefficiente de Determinação = 84,2 %    CV = 31,0 %    Desvio Padrão = 2921,04    Média Geral = 9418,96**

**Anexo 28 - Análise de Variância da Produção Total (kg.ha<sup>-1</sup>)**

<b>Fontes de variação</b>	<b>Número de Graus de Liberdade</b>	<b>Soma de Quadrados</b>	<b>Quadrado Médio</b>	<b>Teste F</b>	<b>Nível mínimo de significância (%)</b>
Blocos	2	67755794,84	33877897,42	2,42	12,47
Tratamentos	7	71672037,51	10238862,50	0,73	64,85
Erro Parcela	14	195646251,56	13974732,25	1,00	45,85
Datas de Colheita	7	5842974891,46	834710698,78	59,73	0,00
Tratamentos X Colheitas	49	736270765,78	15025934,00	1,08	37,02
Erro Subparcela	112	1565235503,47	13975317,00		
<b>Variabilidade Total</b>	<b>191</b>	<b>8479555244,62</b>			
<b>Coefficiente de Determinação = 81,5 %</b>		<b>CV = 30,3 %</b>	<b>Desvio Padrão = 3738,36</b>	<b>Média Geral = 12359,00</b>	

**Anexo 29 - Produção de tomate dos sistemas de cobertura individualizada em médias por data de colheita e tamanho de fruto. (Dados também utilizados para formar a variável Coeficiente Produção\_Total\_Canônica)**

CO	LHEI	COBERTURA	PMENOR 40	PDE 40AMENOS	PDE 50AMENOS	PDE 60AMENOS	PDE 70OUMAIS	PRODUCA O TOTAL	Coeficiente Produção Canônico
1	TA	T1_testemunha	627± 133	1606± 96	1288± 332	1758± 477	361± 205	5639± 670	4,25±0,82d
		T2_Av	1595± 428	2357± 468	1403± 175	1331± 258	461± 231	7147± 710	5,57±0,55bcd
		T3_Erv	733± 138	1683± 94	1782± 314	1628± 485	346± 200	6172± 420	5,31±0,45cd
		T4_NF	872± 447	2225± 875	566± 116	1058± 474	0± 0	4721±1524	1,87±0,29e
		T5_Av+Erv	1221± 398	2073± 406	2028± 291	1788± 484	241± 121	7351±1206	7,11±0,81ab
		T6_Av+NF	1403± 456	1871± 661	1882± 179	2223± 670	327± 197	7706± 655	8,27±0,14 <sup>a</sup>
		T7_Erv+NF	702± 151	1370± 391	1972± 465	871± 292	688± 399	5602± 820	4,57±0,53d
		T8_Av+Erv+NF	1717± 346	1986± 30	1290± 333	1299± 224	206± 103	6497± 578	6,60±1,33abc
2	TA	T1_testemunha	73± 37	517± 155	1183± 361	2484± 452	240± 121	4498± 109	2,37±0,30cd
		T2_Av	152± 104	381± 198	1997± 506	2995± 342	1234± 209	6758±1011	5,12±0,53 <sup>a</sup>
		T3_Erv	113± 69	472± 248	1591± 772	2232± 844	907± 222	5313±1605	3,85±1,06abc
		T4_NF	90± 59	283± 169	727± 427	3149± 482	119± 119	4368± 624	1,70±0,66d
		T5_Av+Erv	32± 24	172± 96	1192± 704	2117± 916	1147±1147	4661± 248	4,00±0,71abc
		T6_Av+NF	69± 69	477± 326	1634± 82	2912± 367	1116± 144	6208± 685	4,57±0,22ab
		T7_Erv+NF	43± 43	263± 132	1301± 161	2081± 665	671± 26	4358± 667	3,36±0,26bcd
		T8_Av+Erv+NF	32± 17	191± 127	436± 218	3272± 964	1125± 39	5055± 818	3,06±0,39bcd
3	TA	T1_testemunha	23± 23	446± 136	4950± 348	8076± 566	1546± 235	15041±1167	-3,49±0,25d
		T2_Av	112± 58	653± 232	3352± 412	7072±1244	990± 466	12179±1080	-2,01±0,70cd
		T3_Erv	237± 237	547± 274	2924± 392	5455±1067	1831± 935	10994±1861	-0,25±0,37ab
		T4_NF	79± 79	745± 433	3901± 724	5681± 339	975± 640	11381± 974	-1,56±0,69bc
		T5_Av+Erv	316± 249	316± 203	2687±1344	6420±1017	1120± 219	10858±1335	-2,06±0,23cd
		T6_Av+NF	149± 76	440± 130	2766± 862	7065±1315	813± 490	11233± 714	-2,46±0,68cd
		T7_Erv+NF	29± 29	466± 157	3362± 807	8036±1633	1065± 444	12959±2591	-2,92±1,02cd
		T8_Av+Erv+NF	205± 139	861± 237	3259±1046	4554± 983	2062± 600	10941± 789	1,12±0,48 <sup>a</sup>
4	TA	T1_testemunha	98± 50	485± 193	3792± 257	7771± 172	416± 57	12563± 571	4,79±0,42 <sup>a</sup>
		T2_Av	81± 68	454± 25	2503± 856	10211±1864	1452± 293	14701±1381	5,04±1,03 <sup>a</sup>
		T3_Erv	51± 29	204± 139	3522±1238	6080±1179	1640± 571	11497±1947	1,27±0,10c
		T4_NF	219± 102	770± 184	4236± 849	6282±1426	519± 334	12026±2793	4,23±0,95ab
		T5_Av+Erv	84± 41	475± 212	3447± 256	5605± 529	625± 339	10236± 335	2,94±0,70bc
		T6_Av+NF	207± 151	861± 286	3030± 305	7203±1343	1245± 404	12546±1074	4,00±0,18ab
		T7_Erv+NF	0± 0	1848±1431	5141± 457	4450±2318	339± 339	11778± 968	2,89±0,98bc
		T8_Av+Erv+NF	50± 50	557± 76	3326± 895	4404± 693	773± 590	9109± 742	1,79±0,55c

**Anexo 29 (continuação) - Produção de tomate dos sistemas de cobertura individualizada em médias por data de colheita e tamanho de fruto. (Dados também utilizados para formar a variável Coeficiente\_Produção\_Total\_Canônica)**

CO LHEI TA	COBERTURA	PMENOR 40	PDE 40AMENOS50	PDE 50AMENOS60	PDE 60AMENOS70	PDE 70OUMAIS	PRODUCAO TOTAL	Coeficiente Produção Canônico
5	T1_testemunha	45± 23	414± 114	3029± 639	6040± 384	508± 315	10036± 588	5,54±0,31ab
	T2_Av	149± 55	436± 66	2519± 197	7331± 786	281± 281	10714±1084	6,92±0,57 <sup>a</sup>
	T3_Erv	41± 41	320± 139	2887± 706	5721±1002	255± 130	9225± 843	5,40±0,83ab
	T4_NF	46± 26	443± 20	2816± 897	7809± 212	649± 336	11762±1317	6,81±0,19 <sup>a</sup>
	T5_Av+Erv	49± 27	506± 101	2227± 414	4657± 57	782± 462	8222± 746	4,06±0,34b
	T6_Av+NF	179± 153	1097± 678	3953±1728	6766± 679	323± 323	12318±1939	7,14±1,06 <sup>a</sup>
	T7_Erv+NF	226± 163	1609±1427	5151±1196	4797±2075	368± 368	12151± 937	6,16±0,27 <sup>a</sup>
	T8_Av+Erv+NF	177± 107	1509±1292	4127± 775	5841± 622	616± 459	12269±1409	6,36±0,77 <sup>a</sup>
6	T1_testemunha	147± 31	2407± 446	7499±1287	4265± 636	173± 173	14492±2302	-1,50±0,74e
	T2_Av	165± 86	1384± 339	7161± 501	6200±1759	559± 370	15469±1509	0,93±0,63abc
	T3_Erv	78± 78	773± 395	4708±1440	5722±1220	537± 273	11818± 396	0,63±0,25bcd
	T4_NF	379± 187	1853± 511	4152± 545	4774±1110	324± 183	11481±1204	0,34±1,03bcd
	T5_Av+Erv	198± 108	2086± 540	5849± 756	5454±1682	596± 235	14183± 632	-0,40±0,39cde
	T6_Av+NF	346± 157	1482± 502	5310± 710	4951±1664	545± 348	12634± 905	1,71±0,41ab
	T7_Erv+NF	141± 82	1808± 479	7042± 627	5767±1622	122± 122	14879±1458	-1,04±0,91de
	T8_Av+Erv+NF	524± 264	1959±1107	7578± 149	4992± 396	389± 226	15443±1433	2,58±0,31 <sup>a</sup>
7	T1_testemunha	1771± 116	5893±1563	16327±3781	4698±1293	0± 0	28689±3611	0,98±1,40 <sup>a</sup>
	T2_Av	1083± 285	5412± 51	15051±2639	4979±1173	513± 323	27039±3657	0,31±0,18 <sup>a</sup>
	T3_Erv	1063± 323	4255±1349	12457±2376	4609±1283	256± 129	22641±2656	0,77±0,29 <sup>a</sup>
	T4_NF	824± 515	3937± 595	11892±2283	4961±1361	607± 319	22221±2812	0,55±0,50 <sup>a</sup>
	T5_Av+Erv	1238± 318	4971± 919	14520±3500	3236± 737	591± 413	24555±3681	-0,41±0,61 <sup>a</sup>
	T6_Av+NF	1335± 299	4301±1192	12295±5036	4802±1812	354± 354	23087±7602	1,10±0,64 <sup>a</sup>
	T7_Erv+NF	971± 364	3546± 630	16704±1107	3418± 580	0± 0	24638±2244	-0,78±0,29 <sup>a</sup>
	T8_Av+Erv+NF	1843±1073	4412± 419	11161±2605	3624±1956	0± 0	21040±3288	1,54±1,14 <sup>a</sup>
8	T1_testemunha	530± 212	3038±1452	3894±2033	275± 160	0± 0	7737±3822	1,47±0,78d
	T2_Av	823± 451	4714± 497	7726±1220	2774± 662	0± 0	16037±2385	3,58±0,47abc
	T3_Erv	416± 82	4741± 597	8913±1167	2709±1402	0± 0	16779±2464	4,09±0,82ab
	T4_NF	1376± 480	5268± 491	12376±3016	2209±1004	0± 0	21229±3881	5,18±1,19 <sup>a</sup>
	T5_Av+Erv	1678± 532	5471± 535	9994±3298	1872± 600	129± 129	19143±3363	3,01±0,40bd
	T6_Av+NF	972± 378	4536± 354	5059± 895	1131± 497	0± 0	11697±1096	2,06±0,51cd
	T7_Erv+NF	1202± 575	6138±1113	7545± 806	843± 270	0± 0	15728±2137	2,90±0,40bcd
	T8_Av+Erv+NF	707± 322	3308± 788	8112±2429	2030±1223	133± 133	14290±4329	2,46±0,57bcd

**Tabela 29 (continuação)– Produção de tomate dos sistemas de cobertura individualizada em médias por data de colheita e tamanho de fruto. (Dados também utilizados para formar a variável Coeficiente Produção Canônica)**

<b>EPO CA</b>	<b>COBERTURA</b>	<b>PMENOR 40</b>	<b>PDE 40AMENOS50</b>	<b>PDE 50AMENOS60</b>	<b>PDE 60AMENOS70</b>	<b>PDE 70OUMAIS</b>	<b>PRODUCAO TOTAL</b>	<b>Coeficiente Produção Canônico</b>
<b>T O D A S</b>	T1_testemunha	3313± 304	14806± 466	41963±7239	35368±2336	3245± 173	98695±7278	12,98±0,75 <sup>a</sup>
	T2_Av	4159± 664	15789±1233	41713±3503	42892±6011	5490±1550	110043±7154	13,74±0,41 <sup>a</sup>
	T3_Erv	2733± 500	12995±1675	38784±1151	34156±2955	5770±1596	94438±3595	10,67±0,47 <sup>bc</sup>
	T4_NF	3884±1043	15523±2181	40664±4431	35923±1799	3193± 950	99188±6368	13,23±0,53 <sup>a</sup>
	T5_Av+Erv	4815±1486	16070±2161	41944±4750	31149±2415	5230±1710	99209±5616	11,04±0,92 <sup>bc</sup>
	T6_Av+NF	4661±1101	15065±1840	35927±2595	37052±6349	4724±1374	97428±7293	12,16±0,63 <sup>ab</sup>
	T7_Erv+NF	3313± 767	17047±1471	48218±1017	30263±5114	3253±1286	102094±5137	12,81±0,29 <sup>a</sup>
	T8_Av+Erv+NF	5255±1574	14782±2233	39289±3243	30016±4248	5304±2047	94645±5350	10,05±0,78 <sup>c</sup>

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, S.L.; REICHERT, J.M. & REINERT, D.J. **Escarificação mecânica e biológica para a redução da compactação em argissolo franco-arenoso sob plantio direto.** R. Bras. Ci. Solo, 28:519-531, 2004.
- AITA, C. and GIACOMINI, S. J. **Crop residue decomposition and nitrogen release in single and mixed cover crops.** Rev. Bras. Ciênc. Solo. julho/agosto. 2003, vol.27 p.601-612, no.4. Acesso em: 28 de agosto de 2005. Endereço: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-06832003000400004](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-06832003000400004)>
- ALBUQUERQUE, J.A. et al. **Avaliação de sistemas de preparo e calagem em um Latossolo Bruno aluminico.** R. Bras. Ciência do Solo. 2005: vol. 29 p.
- ALTIERI, M.A. **Agroecologia: as bases científicas da agricultura alternativa.** Rio de Janeiro: PTA/FASE, 1989.
- ALVARENGA, M.A.R., LIMA, L.A & FAQUIN, V. **Fertirrigação (capítulo 6) in: ALVARENGA, M.A.R.. (ed.) Tomate: produção em campo, em casa-de-vegetação e em hidroponia.** Lavras: Editora UFLA, 2004. 393 p.
- ALVARENGA, M.A.R.. (ed.) **Tomate: produção em campo, em casa-de-vegetação e em hidroponia.** Lavras: Editora UFLA, 2004. 393 p.
- AMADO, T.J.C. & WILDNER, L.P.O.. **Adubação verde, p. 189-202. SANTA CATARINA. Secretaria de Estado da Agricultura e Abastecimento. Manual de uso, manejo e conservação do solo e da água. Projeto de recuperação, conservação e manejo dos recursos naturais em microbacias hidrográficas. 2.ed.rev., atual, e ampl. Florianópolis: EPAGRI, 1994. 384p.**
- BALOTA, E.L. **Alterações microbiológicas em solo cultivado sob Plantio Direto in: Plantio Direto: o caminho para uma agricultura sustentável. Palestras 1 Congresso Brasileiro para uma agricultura sustentável, 1996, Ponta Grossa, PR. Ricardo Trippia dos G. Peixoto, Dirck C. Ahrens e Michel J. Samaha, ed. Ponta Grossa, PR: IAPAR, PRP/PG, 1997. p.222-231.**
- BAYER, C. **Dinâmica da matéria orgânica em sistemas de manejo de solos.** Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1996. 240p. (Tese de Doutorado)
- BAZZAZ, F. A.. **The physiological ecology of plant succession. Annu. Rev. Ecol. Syst. v.10:351-371. Berkeley, CA: 1979. Acesso em: 18/12/05. Disponível em: <[www.annualreviews.org/aronline](http://www.annualreviews.org/aronline)>.**
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Portaria SARC n 085 de 06 de março de 2002. Propõe o Regulamento técnico de identidade e qualidade para classificação do tomate. , Brasília, mar. 2002. (Consulta pública).**

CALEGARI, A. Espécies para cobertura de solo. In: DAROLT, M.R. (Coord.). **Plantio direto: pequena propriedade sustentável**. Londrina: Iapar, 1998. p.65-94. (Circular, 101).

CAMPOS, B.C.; et al. **Estabilidade estrutural de um Latossolo Vermelho-Escuro distrófico após sete anos de rotação de culturas e sistemas de manejo de solo**. Rev. Bras. Ciênc. Solo, 9:121-126, 1995.

CAPORAL, F.R. **Agroecologia: alguns conceitos e princípios** / por Francisco Roberto Caporal e José Antônio Costabeber; 24p. Brasília: MDA/SAF/DATER-IICA, 2004.

CARPENEDO, V. & MIELNICZUK, J. **Estado de agregação e qualidade de agregados de Latossolos Roxos, submetidos a diferentes sistemas de manejo**. Rev. Bras. Ciênc. Solo, 14:99-105, 1990.

CASALINHO, H.D.. Qualidade do solo como indicador de sustentabilidade de agroecossistemas. / Hélio Debli Casalinho, orientador: Sérgio Roberto Martins – Pelotas, 2003. – 193 f. **Tese (Doutorado)**. Produção Vegetal. Faculdade Eliseu Maciel. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2003.

COMISSÃO SUL-BRASILEIRA DE PESQUISA DE AVEIA. **Recomendações da Comissão Sul-Brasileira de Pesquisa da Aveia em 1991/92**. Passo Fundo: Fac. de Agronomia UPF, 1991. 43p.

CURCIO, G.R. et al.. Produtividade de Massas Radicular e Aérea de Diferentes Coberturas Verdes em Plantio de Erva-mate sobre Cambissolo Textura Argilosa, no Município de Ivaí-PR. **Comunicado Técnico**, dez., n. 79. Colombo: Embrapa Florestas. 2002. Disponível em: <[http://www.cnpf.embrapa.br/publica/comuntec/edicoes/com\\_tec79.pdf](http://www.cnpf.embrapa.br/publica/comuntec/edicoes/com_tec79.pdf)> Acesso em: 10/06/2007.

D'AGOSTINI, L.R. & FANTINI, A.C.. Discussão sobre conceito de sustentabilidade. **Anotações da Disciplina de Processos Produtivos e Desempenho Ambiental**. 2005

DENARDIN, J.E. **Parceria entre empresas públicas e privadas na pesquisa e na difusão do sistema de plantio direto**. Passo Fundo: Projeto METAS, 1997. 28p. (Projeto METAS, Boletim Técnico, 1)

DERPSCH, et al.. **Controle da erosão no Paraná, Brasil: Sistemas de cobertura do solo, plantio direto e preparo conservacionista do solo**. GTZ/IAPAR. Eschborn, 272p. 1991.

DERPSCH, R. & CALEGARI, A. **Plantas para adubação verde de inverno**. Londrina: Iapar, 1992. 80p. (Circular, 73).

DERPSH, R. Adubação verde e rotação de culturas. In: ENCONTRO NACIONAL DE PLANTIO DIRETO, 3., 1985, Ponta Grossa. **Anais...** Castro: Fundação ABC, 1985. p.85-104.

EMBRAPA. **Manual de métodos de análises de solo**. 2.ed. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura e do Abastecimento, 1997. 212p.

EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. **Manual de Métodos de Análise de Solos**. Rio de Janeiro, SNLCS, 1979.

EPAGRI. **Sistema de Plantio Direto de Hortaliças**: o cultivo do tomateiro no vale do Rio do Peixe, SC, em 101 perguntas e respostas dos agricultores. Florianópolis: 2004. 53p. (EPAGRI. Boletim Didático 57).

EPAGRI. **Recomendação de cultivares para o Estado de Santa Catarina 1995-1996**. Florianópolis: 1995. 142p. (EPAGRI. Boletim Técnico, 72).

FAYAD, J.A. Absorção de nutrientes, crescimento e produção do tomateiro cultivado em condições de campo e de estufa. **Dissertação (Mestrado)**. Curso de Fitotecnia. Jamil Abdalla Fayad. – Viçosa: UFV, 1998. 81p.:il.

FAYAD, J.A. Diminuição no uso de adubos sintéticos nas lavouras de tomate em SPDH. **Comunicação pessoal**. Ituporanga: EEIT – Epagri, 2005.

FAYAD, J.A. Tabela das quantidades por semana para a fertirrigação no experimento do tomate em SPDH. **Comunicação pessoal**. Ituporanga: EEIT – Epagri, 2005a.

FERREIRA, A. B. de H.. **Aurélio século XXI**: o dicionário da língua portuguesa. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1999. (4. impr.) 2128p.

FREIRE, P. **Cartas à guiné-Bissau: registros de uma experiência em Processo**. 2ª ed., Rio de Janeiro, Paz e Terra, 1978. 173p. ilustr. (O Mundo, hoje, v. 22). Disponível em: <http://www.didinho.org/Cartas%20a%20Guine%20Bissau.pdf>. Acesso em: 10/12/2007.

FUCKS, L.F.; REINERT, D.J.; CAMPOS, B.C.; BORGES, D.F. & SCAPINI, C. MARCOLAN. Degradação da estabilidade estrutural pela aração e gradagem de solo sob plantio direto por quatro anos. **Rev. Bras. Ciênc. Solo**, Viçosa, v. 30, n. 1, 2006. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-06832006000100016&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-06832006000100016&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em: 17/06/2007.

GASSEN, D.N. & GASSEN, F.R.. **Plantio direto: o caminho do futuro. Passo Fundo**. Aldeia Sul, 1996. 207p.

GLIESSMAN, S.R. **Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável**. 2.ed. Porto Alegre: Ed. UFRGS, 2001. 653p.

GOMES, G. UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA. Programa de Pós-Graduação em Agroecossistemas. **Plantio direto de hortaliças orgânicas: estudo de caso em uma propriedade periurbana em Florianópolis, SC.** Florianópolis, 2004. 141 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Agroecossistemas.

HENKLAIN, J.C. **Efeito do preparo sobre as características do solo** in: Plantio Direto: o caminho para uma agricultura sustentável. Palestras 1 Congresso Brasileiro para uma agricultura sustentável, 1996, Ponta Grossa, PR. Ricardo Trippia dos G. Peixoto, Dirck C. Ahrens e Michel J. Samaha, ed. Ponta Grossa, PR: IAPAR, PRP/PG, 1997. 275p.:il. In: **REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA**, 10., Florianópolis, 1994. Anais. Florianópolis, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1994. p.196-197.

KHATOUNIAN, C. A. . **A reconstrução ecológica da agricultura.** 1. ed. Botucatu/Londrina: Agroecológica/IAPAR, 2001. v. 1. 348 p.

KHATOUNIAN, C.A. O manejo da fertilidade em sistemas de produção. In: CASTRO FILHO, C.; MUZILLI, O. (Coord.). **Uso e manejo dos solos de baixa aptidão agrícola.** Londrina: Iapar, 1999. p.179-221. (Circular, 108).

LANA, M.A.. UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA Programa de Pós-Graduação em Agroecossistemas. **Uso de culturas de cobertura no manejo de comunidades de plantas espontâneas como estratégia agroecológica para o redesenho de agroecossistemas.** Florianópolis, 2007. 1v. Dissertação (Mestrado). Disponível em: <http://www.tede.ufsc.br/teses/PAGR0187-D.pdf>

LOPES, C.A. & ÁVILA, A.C. (org.). **Doenças do tomateiro.** Brasília: Embrapa Hortaliças, 2005. 151p.

MARANCA, G. **Tomate: variedades, cultivo, pragas e doenças, comercialização.** 3. ed. São Paulo: Nobel, 1986. 158p.

MARCOLAN, A.L. & ANGHINONI, I. **Atributos físicos de um Argissolo e rendimento de culturas...** *Rev. Bras. Ciênc. Solo*, 30:163-170, 2006.

MENNAN, H. et al.. Effects of alternative management systems on weed populations in hazelnut (*Corylus avellana* L.). **Crop Protection** 25:835–841, 2006. Acesso em: 10/12/2006. Disponível em: [www.elsevier.com/locate/cropro...](http://www.elsevier.com/locate/cropro...)

MIYAZAWA, M.; et al.. Neutralização da acidez do perfil do solo por resíduos vegetais. **Inf. Agron.**, 92:1-8, 2000. (Encarte Técnico)

MONEGAT, C.. **Plantas de cobertura do solo: características e manejo em pequenas propriedades.** Chapecó, SC, Ed. do autor, 1991.

MOREIRA, F.M.S. & SIQUEIRA, J.O.. **Microbiologia e bioquímica do solo** / Fátima Maria de Souza, José Oswaldo Siqueira. – Lavras: Editora UFLA, 2002. 626p.:il.

PITELLI, R.A. **Interferências de plantas daninhas em culturas agrícolas. Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.11, n.129, p. 16-27, 1985.

POWLES, S.B.. Sinal vermelho. **Soja**: caderno técnico cultivar. Jun., n.97, p.5-7, 2007.

ROWE, E. Avaliação de plantas de cobertura e da comunidade infestante em duas situações de cultivo. **Dissertação** de mestrado do curso de Agroecossistemas – CCA/UFSC. 1997.

SANTOS, H.P., & REIS, E.M.. **Rotação de culturas em plantio direto**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2001. 212p.

SARRANTONIO, M. **Soil-improving legumes: methodologies for screening**. Kutztown, PA : Rodale Institute , 1991.

SCHALLENBERGER, E.. Produção orgânica de tomate em diferentes ambientes de cultivo / Euclides Shallenberger; orientador Carlos Rogério Mauch. – Pelotas, 2005. – 128 f. : il. **Tese (Doutorado)**. Produção Vegetal. Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2005.

SILVA & MIELNICZUK, **Avaliação do estado de agregação do solo afetado pelo uso agrícola**. Rev. Bras. Ciênc. Solo, 21:313-319, 1997.

TEASDALE, J.R. & MOHLER, C.L.. The quantitative relationship between weed emergence and the physical properties of mulches. **Weed Science**, v. 48:385–392. 2000.

TEASDALE, J.R. et. al.. Weed Seedbank Dynamics in Three Organic Farming Crop Rotations. **Agronomy Journal**, v.96:1429-1435, set-out, 2004.

TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C. A.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS , S. J. **Análises de solo, plantas e outros materiais**. Boletim Técnico Nº 5 - Departamento de Solos - UFRGS, 1995. 174 p.

TORMENA, C.A. *et al.* **Densidade, porosidade e resistência à penetração em latossolo cultivado sob diferentes sistemas de preparo do solo**. *Sci. agric. (Piracicaba, Braz.)*. [online]. 2002, vol. 59, no. 4, pp. 795-801. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-90162002000400026&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-90162002000400026&lng=en&nrm=iso)>.

TORMENA, C.A.; ROLOFF, G. Dinâmica da resistência à penetração de um solo sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.20, p.333-339, 1996.

UBERTI, A.A.A. Caracterização de um Cambissolo Húmico alumínico típico da região de Ituporanga, SC. **Comunicação pessoal**. Florianópolis: CCA/UFSC, 2007.

VARGAS, L.; BIANCHI, M.A. & RIZZARDI, M.A.. Resistência. **Soja**: caderno técnico cultivar. Jun., n.97, p.5-7, 2007.