

**UFRRJ**

**INSTITUTO DE AGRONOMIA**

**CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA**

**TESE**

**Cultivo da berinjela (*Solanum melongena* L.) em  
manejo orgânico sob diferentes sistemas de  
cultivo e lâminas de irrigação no município de  
Seropédica-RJ**

**Márcio Emanuel de Lima**

**2009**



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO**

**INSTITUTO DE AGRONOMIA**

**CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA**

**CULTIVO DA BERINJELA (*Solanum melongena* L.) EM MANEJO  
ORGÂNICO SOB DIFERENTES SISTEMAS DE CULTIVO E LÂMINAS  
DE IRRIGAÇÃO NO MUNICÍPIO DE SEROPÉDICA-RJ**

**MÁRCIO EMANOEL DE LIMA**

*Sob a Orientação do Professor*  
**Daniel Fonseca de Carvalho**

*e Co-orientação*

**José Guilherme Marinho Guerra**  
**Marcos Bacis Ceddia**

Tese submetida como requisito parcial  
para obtenção do grau de **Doutor em**  
**Ciências** no curso de Pós-Graduação  
em Fitotecnia.

Seropédica, RJ

Dezembro de 2009

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO**  
**INSTITUTO DE AGRONOMIA**  
**CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA**

**MÁRCIO EMANOEL DE LIMA**

Tese submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Doutor em Ciências**, no Curso de Pós-graduação em Fitotecnia.

TESE APROVADA EM 03/12/2009.

---

Daniel Fonseca de Carvalho. Dr. UFRRJ/IT(Orientador)

---

Elias Fernandes de Souza. Dr. UENF

---

Luiz Fernando Coutinho de Oliveira. Dr. UFLA

---

José Antonio Azevedo Espíndola. Dr. Embrapa/Agrobiologia

---

Margarida Goréte Ferreira do Carmo. Dr. UFRRJ/IA

## AGRADECIMENTOS

A Deus por me abençoar e sempre ter dado força para superar as dificuldades durante minha vida acadêmica.

Ao Sr Sebastião Batista Lima e Sr<sup>a</sup> Maria Terezilha dos Santos Lima (meus pais), que sempre confiaram na minha pessoa e muito contribuíram para minha formação espiritual e intelectual. Hoje podemos falar vencemos mais essa batalha e com certeza venceremos outras que virão. Amo muito vocês.

Aos meus irmãos Joaldo, Carlinhos e Marquinhos pelas palavras de motivação, ajuda financeira e muito companheirismo durante essa fase da minha vida.

Aos meus queridos afilhados Guilherme e Milena e aos meus sobrinhos Lucas, Nicolas, Kálita, Pedro Henrique, Filipe, Lávnia e Maria Clara pelo respeito e carinho.

A minha família em geral que sempre me motivaram e apoiaram.

A Melissa pelos momentos de alegria e amor proporcionado durante os cinco anos de graduação e os cinco anos de pós-graduação. Obrigado por você entender que para conseguir realizar esse meu objetivo necessitava de muita dedicação e muita compreensão da sua parte. Hoje podemos dizer temos uma vida inteira pela frente para construirmos nossa família e sermos felizes para sempre, Te Amo.

A toda família da Melissa: Gilberta, Edílson, Jacira, Daniele, Robson, Michele, Marcelo, Maria Clara, Alexandre, Ana Lúcia e Franciane pelo carinho, motivação e as horas de confraternização que me ofereceram.

A Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro que me acolheu durante 9,5 anos.

Ao curso de Pós Graduação em Fitotecnia pela oportunidade oferecida.

A Embrapa Agrobiologia pela infra-estrutura e apoio.

Ao professor Daniel Fonseca de Carvalho que neste trabalho foi um super orientador, sendo considerado, em minha opinião, um dos melhores pesquisadores da Área de Ciências Agrárias. Obrigado Professor por sua ajuda fundamental em todas as etapas do trabalho e espero que o senhor continue acreditando sempre que o somatório de educação, dedicação e trabalho gera grandes frutos para desenvolvimento da agricultura brasileira.

Ao pesquisador da Embrapa Agrobiologia José Guilherme pela co-orientação e muito ensinamentos durante todos esses anos.

Ao professor Raul de Lucena pelo apoio constante na condução dos trabalhos.

Aos Funcionários da Embrapa, e ao funcionário Jair Guedes da Rural pela análise de solo.

Aos funcionários da fazendinha.

Aos estagiários do grupo de pesquisa, principalmente Adilson, Hermes, Wilk, Daniele e Irineu pela ajuda na condução do experimento

Ao CNPq pelo apoio financeiro oferecido durante os dois anos do doutorado e a Coordenadoria de Defesa Agropecuária de São Paulo pela liberação nos momentos estratégicos da realização deste trabalho.

Aos amigos de **Goianésia-GO**.

A todos que de alguma forma me ajudaram chegar até aqui.

## RESUMO GERAL

O presente trabalho teve como objetivos: Determinar a produtividade e a eficiência do uso da água da cultura da berinjela em função de diferentes lâminas de irrigação no sistema de cultivo de plantio direto (consorciada com uma leguminosa e solteira); Determinar os coeficientes de cultivo, evapotranspiração máxima e o crescimento da cultura da berinjela, no sistema de plantio direto com adição de palhada e em solo com o preparo convencional com aração e gradagem. O trabalho foi executado nos anos de 2007-2008, no SIPA (Sistema Integrado de Produção Agroecológica), sendo conduzidas duas séries de experimentos. Em 2007 foi implantada a cultura da berinjela em uma área total de 576 m<sup>2</sup>, utilizando o delineamento de blocos casualizados, no esquema de parcelas subdivididas, sendo os tratamentos na parcela (4 lâminas de irrigação) e na subparcela (2 sistemas de cultivo – consórcio com caupi e monocultivo). O consórcio berinjela-feijão caupi não influenciou significativamente a produtividade da cultura da berinjela em manejo orgânico no sistema de plantio direto. A cultura da berinjela responde a diferentes lâminas de irrigação afetando a produtividade comercial e total, não sendo observadas, no entanto, diferenças significativas no número de frutos por planta. Em 2008 foi conduzido um segundo experimento utilizando o delineamento inteiramente casualizado (DIC) com os dois tratamentos (sistema de cultivo: direto e convencional) e cinco repetições. Não houve diferenças significativas na produtividade da cultura da berinjela nos dois sistemas de cultivo, sendo a produção de frutos comerciais igual a 47,42 Mg ha<sup>-1</sup> no PD e de 47,91 Mg ha<sup>-1</sup> no PC. Os coeficientes de cultivo para cultura da berinjela no sistema de PD foram de 0,83 (do transplantio ao florescimento), 0,77 (do florescimento à frutificação), 0,90 (da frutificação à 1<sup>a</sup> colheita) e 0,97 (da 1<sup>a</sup> colheita ao final do ciclo). Para o sistema PC, os coeficientes de cultivo foram de, respectivamente, 0,81; 1,14; 1,17 e 1,05. O consumo hídrico da berinjela foi 342,2 e 388,1 mm para o PD e PC, respectivamente, durante 134 dias de cultivo da berinjela. A máxima eficiência do uso da água (considerando irrigação + precipitação) foi de 8,17 kg m<sup>-3</sup> para o PD e de 7,66 kg m<sup>-3</sup> para o PC. A análise de crescimento evidenciou que o sistema de plantio convencional apresentou o máximo acúmulo de matéria seca estimada aos 127 DAT com valor de 454,28 g m<sup>-2</sup>. Para o plantio direto, o valor máximo estimado foi de 369,81 g m<sup>-2</sup> aos 124 DAT. O maior índice de área foliar (IAF) estimado foi de 2,84 m<sup>2</sup> m<sup>-2</sup> aos 130 DAT para o plantio convencional e de 2,96 m<sup>2</sup> m<sup>-2</sup> para o plantio direto. A altura máxima das plantas foi de 88,66 e 95,20 cm para o PD e PC aos 138 DAT.

**Palavras-chaves:** manejo da irrigação, consumo hídrico, eficiência do uso da água, análise de crescimento, plantio direto.

## ABSTRACT

LIMA, Márcio Emanuel. Cultivation of eggplant (*Solanum melongena* L.) in organic management systems in different culture and blades in the municipality of irrigation Seropédica-RJ. UFRRJ, 2009. 119 p. (Tese, Doutorado em Fitotecnia). Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2009.

This study aimed to: determine the productivity and efficiency of water use of eggplant crop under different irrigation levels in the system of no-tillage cultivation (and intercropped with a legume crop); determine the crop coefficients, evapotranspiration maximum growth of eggplant crop in no-tillage system with the addition of mulch and soil with conventional tillage with plowing and harrowing. The work was performed in the years 2007-2008, the SIPA (Integrated Production Agroecological), and conducted two series of experiments. In 2007 was established the culture of eggplant in a total area of 576 m<sup>2</sup>, using randomized block design in split plots, with treatments in the plot (four irrigation levels) and subplot (two cropping systems - consortium and cowpea with monoculture). The eggplant-cowpea intercropping did not significantly affect the yield of eggplant in organic management in no-tillage system. The eggplant crop responds to different irrigation affecting business productivity and total, were not observed, however, significant differences in the number of fruits per plant. In 2008 a second experiment was conducted using a randomized design (CRD) with two treatments (cultivation system: direct and conventional) and five replications. There were no significant differences in yield of eggplant in the two cropping systems, and the marketable fruit yield equal to 47.42 Mg ha<sup>-1</sup> in PD and 47.91 Mg ha<sup>-1</sup> on PC. The coefficients of eggplant crop cultivation for the DP system were 0.83 (from transplanting to flowering), 0.77 (from flowering to fruiting), 0.90 (fruiting the first harvest) and 0.97 (the first harvest at the end of the cycle). For the PC system, the crop coefficients were respectively 0.81, 1.14, 1.17 and 1.05. The water consumption of eggplant was 342.2 and 388.1 mm for the PD and PC, respectively, during 134 days of cultivation of eggplant. The maximum efficiency of water use (considering irrigation + precipitation) was 8.17 kg m<sup>-3</sup> for the PD and 7.66 kg m<sup>-3</sup> for the PC. The growth analysis showed that the conventional tillage system showed maximum accumulation of dry matter to 127 DAT with an estimated value of 454.28 g m<sup>-2</sup>. For no-till, the maximum estimated value was 369.81 g m<sup>-2</sup> at 124 DAT. The largest leaf area index (LAI) was estimated to be 2.84 m<sup>2</sup> m<sup>-2</sup> to 130 DAT for conventional tillage and 2.96 m<sup>2</sup> m<sup>-2</sup> for the till. The maximum height of plants was 88.66 and 95.20 cm for NT and CT at 138 DAT.

**Key words:** irrigation, water consumption, water use efficiency, growth analysis.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO GERAL .....</b>	<b>6</b>
<b>2 REVISÃO DA LITERATURA .....</b>	<b>9</b>
2.1. <b>Cultura da Berinjela (<i>Solanum Melongena L.</i>).....</b>	<b>9</b>
2.2. <b>Sistema de Produção Orgânica .....</b>	<b>11</b>
2.2.1. <b>Influência na dinâmica da água no solo do plantio direto e da adubação verde na agricultura orgânica</b>	<b>12</b>
2.3. <b>Qualidade da Produção das Culturas Quanto à Disponibilidade de Água .....</b>	<b>13</b>
2.4. <b>Manejo da Água .....</b>	<b>16</b>
2.4.1. <b>Manejo da água baseado em dados climáticos .....</b>	<b>17</b>
2.4.2. <b>Manejo da água baseado na umidade do solo.....</b>	<b>19</b>
2.5. <b>Análise de Crescimento.....</b>	<b>22</b>
2.5.1. <b>Método funcional .....</b>	<b>23</b>
<b>CAPÍTULO I .....</b>	<b>25</b>
<b>DESEMPENHO DA CULTURA DA BERINJELA SUBMETIDA À DIFERENTES LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO SOB MANEJO ORGÂNICO E EM SISTEMA DE PLANTIO DIRETO. ....</b>	<b>25</b>
<b>3 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>28</b>
<b>4 MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>29</b>
4.1. <b>Caracterização da Área Experimental.....</b>	<b>29</b>
4.1.1. <b>Preparo do Solo da Área Experimental .....</b>	<b>31</b>
4.1.2. <b>Preparo e transplante das mudas.....</b>	<b>31</b>
4.1.3. <b>Delineamento experimental.....</b>	<b>32</b>
4.1.4. <b>Coleta dos dados climáticos .....</b>	<b>34</b>
4.2. <b>Manejo da Irrigação .....</b>	<b>35</b>
4.3. <b>Sistema de Irrigação .....</b>	<b>36</b>
4.4. <b>Acompanhamento da Umidade do Solo .....</b>	<b>36</b>
4.5. <b>Avaliação da Produção .....</b>	<b>38</b>
4.6. <b>Eficiência do Uso da Água .....</b>	<b>39</b>
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>40</b>
5.1. <b>Dados Climáticos.....</b>	<b>40</b>
5.2. <b>Irrigações Realizadas.....</b>	<b>42</b>

5.3.	Umidade do Solo.....	45
5.4.	Produtividade da Cultura em Função das Diferentes Lâminas Aplicadas .....	47
5.5.	Eficiência no Uso da Água .....	52
5.6.	Quantidades de Nutrientes e Produtividade do Feijão Caupi .....	55
<b>6 CONCLUSÃO.....</b>		<b>57</b>
<b>CAPÍTULO II.....</b>		<b>58</b>
<b>DETERMINAÇÃO DO COEFICIENTE DE CULTURA E DA NECESSIDADE HÍDRICA DA BERINJELA, SOB MANEJO ORGÂNICO, NO SISTEMA DE PLANTIO DIRETO E PREPARO CONVENCIONAL DO SOLO.....</b>		<b>58</b>
<b>7 INTRODUÇÃO .....</b>		<b>61</b>
<b>8 MATERIAL E MÉTODOS .....</b>		<b>63</b>
8.1.	Caracterização da Área Experimental.....	63
8.1.1.	Preparo do solo e transplântio das mudas.....	64
8.1.2.	Caracterização do lisímetro de pesagem .....	65
8.2.	Coleta dos Dados Climáticos e Determinação da Evapotranspiração de Referência (ET <sub>o</sub> ).....	66
8.3.	Sistema de Irrigação e Caracterização dos Tratamentos Aplicados.....	66
8.4.	Monitoramento da Umidade do Solo.....	68
8.5.	Determinação dos Coeficientes de Cultura e Evapotranspiração da cultura da berinjela .....	68
8.6.	Produção da Berinjela e Seus Componentes Avaliados .....	69
<b>9 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>		<b>70</b>
9.1.	Dados Climáticos.....	70
9.2.	Calibração dos Lisímetros .....	72
9.3.	Monitoramento da Umidade do Solo.....	73
9.4.	Evapotranspiração da Cultura .....	75
9.4.1.	Relação entre a evapotranspiração da cultura e o índice de área foliar (IAF) .....	80
9.4.2.	Evapotranspiração da cultura e coeficiente de cultura (kc) por subperíodos de desenvolvimento .....	82
9.5.	Eficiência do uso da água (EUA) .....	84
9.6.	Produtividade da cultura da berinjela .....	86
<b>10 CONCLUSÃO.....</b>		<b>88</b>
<b>CAPÍTULO III .....</b>		<b>89</b>



<b>ANALISE QUANTITATIVA DO CRESCIMENTO DA BERINJELA (<i>SOLANUM MELONGENA</i> L.) EM DIFERENTES SISTEMAS DE CULTIVO SOB MANEJO ORGÂNICO NA REGIÃO DE SEROPÉDICA-RJ.....</b>	<b>89</b>
<b>11 - INTRODUÇÃO .....</b>	<b>92</b>
<b>12 - MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>94</b>
<b>13 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>98</b>
<b>14 CONCLUSÃO.....</b>	<b>110</b>
<b>15 CONCLUSÃO GERAL .....</b>	<b>111</b>
<b>16 REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>112</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - (a) - Micro trator realizando limpeza da área; (b) marcação das linhas de plantio..	31
Figura 2 - Mudas de berinjela em bandejas de isopor no dia do transplante (07/07/2007) em Seropédica-RJ.....	32
Figura 3 - Localização dos coletores para determinação da lâmina de irrigação aplicada.....	33
Figura 4 - Esquema geral do arranjo experimental, delimitando os quatro blocos com as plantas uteis destacadas em vermelho, e alocação das parcelas onde foi cultivado o feijão caupi. ....	34
Figura 5 - Sistema para estimativa da umidade do solo utilizando-se a TDR.....	37
Figura 6 - Instalação das sondas no campo (a) e visualização da trincheira após preenchida com solo (b).....	37
Figura 7 - Bacia de calibração das sondas TDR em condições de canteiro. ....	38
Figura 8 – Precipitações totais ocorridas no período de 07/07/07 a 30/11/07 durante o período de cultivo da berinjela na região de Seropédica – RJ medidas pela estação automática do SIPA. ....	41
Figura 9 – Evapotranspiração de referencia (ET <sub>o</sub> ), obtidas pelo método do tanque classe A, para o período de 07/07/2007 a 30/11/07, em Seropédica, RJ. ....	42
Figura 10 – Temperatura máxima (T <sub>max</sub> ) e Temperatura mínima (T <sub>min</sub> ), em °C, para o período de 07/07/2007 a 30/11/2007, na região de Seropédica, RJ. ....	42
Figura 11 – Valor da ET <sub>c</sub> acumulada estimada pelo método do tanque classe A durante os 147 dias de cultivo de berinjela na região de Seropédica-RJ. ....	44
Figura 12 - Curva de calibração para as condições do sistema de plantio direto.....	45
Figura 13 – Umidade do solo no tratamento T3 (100% ET <sub>c</sub> ) estimada pelo TDR durante os 147 dias de cultivo para a cultura da berinjela no sistema de plantio direto cultivada em monocultivo e consorciada com o feijão caupi na região de Seropédica-RJ.....	46
Figura 14 – Umidade do solo no tratamento T1 (58% ET <sub>c</sub> ) estimada pelo TDR durante os 147 dias de cultivo para a cultura da berinjela no sistema de plantio direto cultivada em monocultivo e consorciada com o feijão caupi na região de Seropédica-RJ.....	47
Figura 15 - Produção de Massa Fresca (MF) comercial da cultura da berinjela sob diferentes lâminas de irrigação na região de Seropédica-RJ.....	49
Figura 16 - Produção de Massa Fresca (MF) total da cultura da berinjela sob diferentes lâminas de irrigação na região de Seropédica-RJ.....	49
Figura 17 – Porcentagem para cada nível de irrigação (58 (a); 79 (b); 100 (c); 114 (d) % ET <sub>c</sub> ) nas diferentes classes dos frutos de berinjela cultivados em plantio direto sob diferentes lâminas de irrigação em monocultivo na região de Seropédica-RJ.....	50
Figura 18 – Porcentagem para cada nível de irrigação (40 (a); 70 (b); 100 (c); 120 (d) % ET <sub>c</sub> ) nas diferentes classes dos frutos de berinjela cultivados em plantio direto sob diferentes lâminas de irrigação consorciada com feijão caupi na região de Seropédica-RJ.....	51
Figura 19 – Eficiência do Uso da Água (EUA <sup>1</sup> ) em kg m <sup>-3</sup> considerando o total de água aplicado (irrigação+precipitação efetiva) na cultura da berinjela no manejo orgânico no	

sistema de plantio direto em monocultivo (a) e consorciada (berinjela/feijão caupi) (b), cultivada sob diferentes lâminas de irrigação na região de Seropédica-RJ.....	53
Figura 20 – Eficiência do Uso da Água (EUA <sup>2</sup> ) em kg m <sup>-3</sup> considerando somente a lâmina aplicada pela irrigação (Irrigação em mm) na cultura da berinjela no manejo orgânico no sistema de plantio direto em monocultivo (a) e consorciada (berinjela/feijão caupi) (b), cultivada sob diferentes lâminas de irrigação na região de Seropédica-RJ.....	54
Figura 21 – Irrigação manual das mudas na casa de vegetação durante a fase de produção das mudas.....	65
Figura 22 - Vista parcial dos aspersores setoriais funcionando e dos coletores distribuídos na área experimental.....	66
Figura 23 - Vista da área experimental: berinjela no sistema de plantio direto com cobertura de capim Cameron – ET1 (a) e berinjela no sistema de plantio convencional – ET2 (b). .....	67
Figura 24 – Realização da adubação de cobertura utilizando torta de mamona.....	68
Figura 25 - Precipitações totais ocorridas no período de 23/05/08 a 03/10/08 durante o período de cultivo da berinjela na região de Seropédica – RJ medidas pela estação automática do SIPA. ....	71
Figura 26 - Valores das temperaturas máximas, mínimas e médias medidas na estação climatológica do SIPA, durante no período de 23/05/08 a 03/10/08 EM Seropédica – RJ. ....	72
Figura 27 – Gráfico de ajuste dos dados a partir das leituras da célula de carga e massas do conjunto, nos lisímetros 1 – ET1 (a) e 2 – ET2 (b). .....	72
Figura 28 – Umidade do solo na profundidade de 0,10 m durante o cultivo da berinjela em cultivo orgânico no sistema de preparo do solo direto com acréscimo de palhada (ET1) e preparo convencional do solo com aração e gradagem (ET2) na região de Seropédica-RJ.....	74
Figura 29 - Umidade do solo na profundidade de 0,20 m durante o cultivo da berinjela em cultivo orgânico no sistema de preparo do solo direto com acréscimo de palhada (ET1) e preparo convencional do solo com aração e gradagem (ET2) na região de Seropédica-RJ.....	74
Figura 30 - Umidade do Solo na profundidade de 0,40 m durante o cultivo da berinjela em cultivo orgânico no sistema de preparo do solo direto com acréscimo de palhada (ET1) e preparo convencional do solo com aração e gradagem (ET2) na região de Seropédica-RJ.....	75
Figura 31 - Saldo de radiação estimado (MJ m <sup>-2</sup> dia <sup>-1</sup> ) e evapotranspiração da cultura (mm dia <sup>-1</sup> ) durante todo o ciclo para o sistema de plantio direto.....	76
Figura 32 – Saldo de radiação estimado (MJ m <sup>-2</sup> dia <sup>-1</sup> ) e evapotranspiração da cultura (mm dia <sup>-1</sup> ) durante todo o ciclo para o sistema convencional.....	76
Figura 33 – Evapotranspiração da cultura acumulada (mm) no sistema de Plantio Direto (ETc PD) e Plantio com Preparo Convencional do Solo (ETc PC) medida pelo lisímetro de pesagem durante o cultivo da berinjela na região de Seropédica-RJ de 23/maio a 03/outubro de 2008. ....	77
Figura 34 – Valores médios da evapotranspiração cultura (ETc) da berinjela em sistema de Plantio Direto (PD) e Plantio Convencional (PC) comparados com a evapotranspiração de referencia - ETo (P-M) na região de Seropédica-RJ, do transplantio até aos 134 dias de cultivo no campo. ....	78
Figura 35 – Valores da evapotranspiração da cultura da berinjela medidos pelo lisímetro de pesagem no sistema de plantio direto (ETc-PD) e preparo convencional (ETc PC) e estimada	

pelo método do tanque classe A (ETc TC A) e pelo método de Penman-Monteith FAO (ETc - PM) para a região de Seropédica-RJ. ....	79
Figura 36 – Detalhes das áreas experimentais e dos lisímetros em dois sistemas de plantio: convencional (a e b) e direto (c e d). ....	80
Figura 37 – Comportamento da evapotranspiração da cultura diária (ETc1) no sistema de plantio direto e (ETc2) no sistema de plantio convencional e sua relação com o índice de área foliar (IAF), em função do número de dias após o transplântio. ....	81
Figura 38 – Evapotranspiração da cultura acumulada por subperíodos (1. Transplântio-florescimento (a); 2. florescimento-frutificação (b); 3. frutificação-1ª colheita (c) e 4. 1ª a última colheita (d)) em dois sistemas de plantio: direto (ETc PD) e convencional (ETc PC) na região de Seropédica-RJ. ....	82
Figura 39 - Valores diários por subperíodo do coeficiente de cultura (kc) para a berinjela (1. Transplântio-florescimento (a); 2. florescimento-frutificação (b); 3. frutificação-1ª colheita (c) e 4. 1ª a última colheita (d)) em dois sistemas de plantio: direto (kc1) e convencional (kc2). ....	84
Figura 40 – Classificação quanto ao comprimento dos frutos de berinjela para dois sistemas de plantio – Plantio Direto-PD (a) e Plantio Convencional-PC (b) para a região de Seropédica-RJ. ....	87
Figura 41 - Integrador fotoelétrico LI-3000, LICOR utilizado para determinação da área foliar das plantas de berinjela. ....	96
Figura 42 – Produção de matéria seca total (WS – g m <sup>-2</sup> ) da cultura da berinjela observado e estimado, em dois sistemas de cultivo: ETc PD plantio direto acrescido de capim cameron e ETc PC plantio com preparo convencional do solo. ....	100
Figura 43 – Evolução do índice de área foliar (IAF – m <sup>2</sup> m <sup>-2</sup> ) medido e estimado da cultura berinjela, em dois sistemas de cultivo: ETc PD plantio direto acrescido de palhada de capim cameron e ETc PC plantio com preparo convencional do solo. ....	101
Figura 44 – Taxa de crescimento da cultura da berinjela (TCC - g m <sup>-2</sup> dia <sup>-1</sup> ) cultivada em dois sistemas de cultivo plantio direto (PD) e plantio convencional (PC), na região de Seropédica-RJ. ....	103
Figura 45 – Taxa de crescimento relativo da cultura da berinjela (TCR – g g dia <sup>-1</sup> ) cultivada em dois sistemas de cultivo plantio direto (PD) e plantio convencional (PC), na região de Seropédica-RJ. ....	104
Figura 46 – Taxa de assimilação líquida (TAL - g m <sup>-2</sup> dia <sup>-1</sup> ) cultivada em dois sistemas de cultivo plantio direto (PD) e plantio convencional (PC), na região de Seropédica-RJ. ....	105
Figura 47 – Altura de planta de berinjela ao longo do ciclo de cultivo no sistema de plantio direto (ET1 PD) (a) e no sistema de plantio com preparo convencional do solo (ET2 – PC) (b) na região de Seropédica-RJ. ....	106
Figura 48 – Número de Folhas da planta de berinjela ao longo do ciclo de cultivo no sistema de plantio direto (ET1 PD) (a) e no sistema de plantio com preparo convencional do solo (ET2 – PC) (b) na região de Seropédica-RJ. ....	107
Figura 49 - Biomassa acumulada pelas diferentes partes da planta nos sistemas de plantio direto (a) e convencional (b), em diferentes fases de desenvolvimento da cultura da berinjela, (1 – transplântio; 2- 18 DAT; 3 – 32 DAT; 4 - 46 DAT; 5 – 67 DAT; 6 – 88 DAT; 7 – 102 DAT; 8 – 123 DAT; 9 – 138 DAT) na região de Seropédica-RJ. ....	108

## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 – Resultado da análise de solo realizada na área experimental antes da implantação da cultura da berinjela.....	29
Tabela 2 – Diâmetro Médio Ponderado das Partículas do Solo (DMP), Densidade das Partículas (Dp), Densidade do Solo (Ds) e Volume Total de Poros (VTP) do solo da área experimental .....	30
Tabela 3 - Resultado da análise química do esterco bovino utilizado na adubação de plantio.....	31
Tabela 4 – Densidade populacional de berinjela e do feijão caupi para adubação verde e para colheita de vagem (Seropédica-RJ-2007).....	32
Tabela 5 – Coeficientes de cultura (kc) para a cultura da berinjela. ....	35
Tabela 6 – Evapotranspiração de referencia mensal (ETo, mm mês <sup>-1</sup> ), precipitação total mensal (Prec, mm mês <sup>-1</sup> ), precipitação total efetiva mensal (Prec. efetiva mm mês <sup>-1</sup> ) temperaturas do ar média (Tmed, °C), máxima (Tmax, °C) e mínima (Tmin, °C) mensal, umidade média mensal (URmed, %), radiação solar média mensal (RS, W m <sup>-2</sup> ) e velocidade do vento médio mensal a 2m de altura (U <sub>2</sub> , m s <sup>-1</sup> ), durante o período de cultivo da berinjela para o período de 07/07/07 a 30/11/07.....	40
Tabela 7 – Valores totais da evapotranspiração de referencia (ETo), das precipitações totais efetivas (Pt ef), da Irrigação realizada (I), e total de lâmina aplicada com irrigação + precipitação efetiva (ETr) durante o período de avaliação para tratamentos realizados na cultura da berinjela no sistema de plantio direto para a região de Seropédica-RJ. ....	43
Tabela 8 – Massa Fresca Comercial (MF Com.), Massa Fresca Total (MF Total) (g planta <sup>-1</sup> ) e Número de Frutos (NF) por planta obtidos na produção da cultura da berinjela consorciada com feijão caupi e solteira no sistema de plantio direto submetida a diferentes lâminas de irrigação no manejo orgânico. ....	48
Tabela 9 – Valores médios de quatro repetições de produtividade de Materia Fresca (MF), Matéria Seca (MS) (Mg ha <sup>-1</sup> ) e estimativa dos quantidades de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca) e magnésio (Mg) (kg ha <sup>-1</sup> ) presentes na palhada de feijão caupi cortadas aos 65 DAS em Seropédica-RJ. ....	55
Tabela 10 - Valores médios de quatro repetições, da produtividade de Biomassa Fresca (MF), Biomassa Seca (MS) (Mg ha <sup>-1</sup> ) e estimativa das quantidades de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca) e magnésio (Mg) (kg ha <sup>-1</sup> ) presentes na palhada de feijão caupi cortadas após produção de grãos aos 115 DAS em Seropédica-RJ.....	56
Tabela 11 - Produção de biomassa fresca (MF) e seca (MS) nos diferentes tratamentos após 65 dias de cultivo do feijão caupi por m linear, Massa Fresca das vagens e dos grãos ao final do ciclo do caupi.....	56
Tabela 12 - Resultado da análise química do solo realizada na área experimental.....	63
Tabela 13 - Resultado das características físicas do solo .....	64
Tabela 14 - Resultado da análise química do esterco bovino utilizado na adubação de plantio. ....	64
Tabela 15 - Resultado da análise química do capim Cameron adicionado no sistema de plantio direto.....	67
Tabela 16 – Evapotranspiração de referencia mensal estimada pelo método de Penman-Monteith FAO (ETo, mm mês <sup>-1</sup> ), precipitação total mensal (Prec, mm mês <sup>-1</sup> ), temperatura	

média (T <sub>méd</sub> , °C), máxima (T <sub>máx</sub> , °C) e mínima (T <sub>min</sub> , °C) mensais, umidade relativa mensal (UR <sub>méd</sub> , %) e velocidade do vento médio mensal a 2 m de altura (U <sub>2</sub> , m s <sup>-1</sup> ), durante o período de cultivo da berinjela em Seropédica-RJ.....	70
Tabela 17 – Equações de calibração para estimativa da umidade volumétrica do solo (□ - cm <sup>3</sup> cm <sup>-3</sup> ) utilizando o TDR para dois sistemas de cultivo (Plantio direto e Plantio com Preparo Convencional do solo) para as profundidades 0,10; 0,20 e 0,40 m, na região de Seropédica-RJ .....	73
Tabela 18 – Coeficiente de cultura (kc) da cultura da berinjela apresentados pela FAO e encontrados no sistema de Plantio Direto (PD) e Plantio com preparo Convencional do solo (PC) para diferentes períodos de desenvolvimento na região de Seropédica, RJ, 2008. ....	83
Tabela 19 – Valores de precipitação pluviométrica, lâminas irrigadas aplicadas, evapotranspiração da cultura da berinjela e produtividade em kg ha <sup>-1</sup> durante o ciclo da berinjela em dois sistemas de plantio, direto (PD) e convencional (PC). ....	85
Tabela 20 – Valores da produtividade acumulada (kg ha <sup>-1</sup> ) e eficiência no uso da água (kg m <sup>-3</sup> ) considerando as diferentes lâminas aplicadas durante o ciclo da berinjela em sistema de plantio convencional (PC) e direto (PD). ....	85
Tabela 21 – Variáveis analisadas na produtividade da berinjela nos diferentes sistemas de cultivo.....	86
Tabela 22 - Resultado da análise de solo realizada na Embrapa Agrobiologia Seropédica-RJ	94
Tabela 23 - Resultado da análise química do esterco bovino utilizado na adubação de plantio. ....	94
Tabela 24 – Dados climáticos decênias medidos durante o experimento, no período de 23 de maio a 4 de outubro de 2008. ....	98
Tabela 25 – Valores das irrigações realizadas durante cultivo de berinjela no sistema de cultivo em plantio direto (PD) e plantio com o preparo convencional do solo (PC) na região de Seropédica-RJ, no período de 23/05/2008 a 03/10/2008.....	99
Tabela 26 – Equações de regressão para estimativa do índice de área foliar (IAF), produção de matéria seca total (WS), nos diferentes sistemas de plantio (SP) na região de Seropédica-RJ. ....	102
Tabela 27 – Variáveis analisadas na produtividade da berinjela nos diferentes sistemas de cultivo.....	109

## 1 INTRODUÇÃO GERAL

Na agricultura são aplicadas as mais diferentes técnicas de pesquisa, seja na área de produção de alimentos ou na conservação destes. A produção de alimentos envolve uma série de etapas cujo principal objetivo é fornecer uma condição ideal para que a cultura expresse seu potencial produtivo. Dentre os fatores que afetam a produtividade de uma cultura de interesse econômico, podem ser citados os nutricionais, fitossanitários, genéticos e aqueles relacionados com o déficit ou excesso de água no solo.

Para VIEIRA (1973), uma das principais limitações para o cultivo da berinjela é a inadequada umidade no solo durante todo o seu ciclo, como ocorre na maioria das hortaliças, sendo importante também levar em consideração as condições meteorológicas, principalmente a temperatura. SUN et al. (1990), conduzindo estudo com a cultura da berinjela na China, mostraram os efeitos dos fatores meteorológicos na percentagem de aparecimento de frutos no verão e outono, no período de cinco dias após a floração. Os autores concluíram que, para um aumento de 1,0 mm na lâmina precipitada a taxa de aparecimento de frutos diminuiu 0,83%; e para um aumento de 1° C na temperatura máxima ocorreu um decréscimo de 5,89% no aparecimento de frutos.

A cultura da berinjela é conhecida por ter maior resistência à seca do que outras hortaliças, especialmente quando comparadas às outras solanáceas, decorrente em princípio, da melhor eficiência do sistema radicular.

A maioria das hortaliças tem, na sua constituição, cerca de 80 a 95% de água. Assim, qualquer perda de água em excesso sem que haja uma reposição adequada pode acarretar queda na produção, fazendo com que a irrigação seja considerada uma técnica essencial na produção vegetal.

Na cultura da berinjela, os períodos mais sensíveis à falta de água ocorrem durante as fases de florescimento e de formação dos frutos. A falta de água nestes períodos poderá levar ao abortamento de flores e frutos com má formação. O tamanho do fruto (KEMBLE et al., 1998), assim como rendimento de biomassa (SARKER et al., 2005), são reduzidos à medida que diminui a disponibilidade hídrica do solo.

Além da sua participação na constituição celular e nos diversos processos fisiológicos na planta, a água está diretamente relacionada aos processos de absorção de nutrientes e resfriamento da superfície vegetal (DOORENBOS & KASSAM, 1979). FOLEGATTI et al. (2004) descrevem que um dos aspectos mais importantes que os sistemas de irrigação devem apresentar é a capacidade de repor água ao solo em quantidade adequada e na ocasião oportuna. Relatam, ainda que, o excesso de água no solo geralmente reduz a quantidade e a qualidade da produção, podendo provocar o crescimento excessivo da planta, o retardamento da maturação dos frutos, a lixiviação de nutrientes solúveis (principalmente nitrogênio e potássio), queda de flores, maior ocorrência de doenças causada por patógenos de solo e distúrbios fisiológicos, maiores gastos com energia e o desgaste do sistema de irrigação. Nas regiões em que durante uma parte do ano as condições de temperatura e de radiação solar são suficientes para a produção agrícola, mas existe um déficit hídrico expressivo, como no caso de Seropédica-RJ no período do inverno, a técnica de irrigação tem se mostrado promissora, sob o ponto de vista de possibilitar melhor exploração da agricultura.

Os usuários da água devem se conscientizar de que a água de qualidade para consumo nas necessidades humanas e irrigação é um recurso finito e o seu uso deve ser feito de maneira racional, a fim de se evitar desperdícios e contaminação de mananciais, já que infelizmente ainda prevalece, para grande parte dos irrigantes, a idéia de quanto mais água for aplicada melhor para a planta (MEDEIROS et al., 2003). Esta idéia pode estar associada ao

fato de muitos agricultores terem trabalhado, durante muitos anos, com agricultura de sequeiro, na qual a única oferta de água é proveniente das chuvas, associado a um sistema de produção por subsistência. Na atualidade, para ser competitivo no mercado interno ou externo, é necessário um mínimo de conhecimento dos técnicos a respeito dos mecanismos que regem o sistema solo-planta-atmosfera, a fim de que sejam obtidas máximas respostas das culturas com relação à produtividade e à conservação do meio ambiente.

CARVALHO et al. (2006) relatam que, dentre os diversos usos consuntivos (uso doméstico, industrial e agricultura), o uso da água na agricultura é caracterizado como aquele de maior expressão, em virtude da grande quantidade de água normalmente utilizada na agricultura irrigada. Mundialmente, a agricultura consome cerca de 69 % de toda a água derivada de rios, lagos e aquíferos subterrâneos, e os outros 31 % são consumidos pelas indústrias e uso doméstico (CHRISTOFIDIS, 2002). No entanto, RODRIGUEZ et al. (2005) comenta que na bacia do rio São Francisco, a irrigação demanda 71,4 % de toda a água utilizada. Apesar disso, a irrigação representa a maneira mais eficiente de aumento da produção de alimentos. Estima-se que, mundialmente, no ano de 2020 os índices de consumo de água para a produção agrícola sejam mais elevados na América do Sul, África e Austrália (PAZ et al., 2000). No Brasil, atualmente, se torna evidente o crescimento dos conflitos entre os usos múltiplos dos recursos hídricos. Exemplos em grande escala podem ser observados na bacia do Rio São Francisco, em que as projeções de demanda de água para irrigação e transposição para outras bacias hidrográficas e manutenção dos atuais aproveitamentos hidrelétricos são preocupantes (MEDEIROS et al., 2003).

Segundo BARNES (1983) uma das maneiras de aumentar a eficiência do uso da água e não afetar a produtividade das culturas consiste em adotar variedades de plantas mais adaptadas às condições de déficit hídrico, com raízes mais profundas e melhor controle estomático. Além disso, o uso de sistemas de irrigação eficientes, um melhor controle da água aplicada, evitando lâminas deficitárias ou excessivas, e o desenvolvimento de estudos que visem à determinação da demanda hídrica das culturas nas suas diferentes fases de crescimento, contribui também para a obtenção do uso racional deste recurso. Todas as medidas citadas, no entanto, necessitam de informações detalhadas a respeito das fases de crescimento da cultura, das características edafoclimáticas da região e das condições financeiras dos produtores, para proporcionarem os resultados esperados.

Em virtude da baixa disponibilidade dos recursos hídricos, sobretudo em regiões áridas onde a água é fator limitante, o objetivo no manejo de irrigação deve ser a obtenção de máxima produção por unidade de água aplicada (BERNARDO, 1995).

Com o advento da revolução verde, muitos problemas surgiram no meio rural. A aplicação exagerada de adubos minerais solúveis, aliada à falta de controle na aplicação da água de irrigação e a intensificação da mecanização contribuíram para a degradação de grandes áreas agricultáveis. O uso descontrolado de insumos, além de prejudicar a biota do solo contribuiu para que a agricultura tornasse muito dependente da sua utilização, exigindo sempre doses mais elevadas, onerando os custos de produção e ampliando a contaminação de mananciais.

Nos últimos anos, pesquisadores se atentaram aos problemas oriundos deste tipo de manejo e redirecionaram os focos de suas pesquisas, buscando desenvolver tecnologias alternativas que reduzissem os danos causados pelo uso indevido de muitas técnicas de produção. Surge então a valorização e ampliação dos estudos de tecnologias que priorizam o caráter conservacionistas, como as técnicas de cultivo que compõe o sistema agroecológico, que se baseia na rotação de culturas, uso de cobertura morta, adubação verde e no mínimo de revolvimento do solo, além da não utilização de agroquímicos e adubos solúveis (OLIVEIRA, 2005).

Na agricultura orgânica, que entre outros objetivos busca a sustentabilidade do



sistema de produção, o uso racional da água também é um desafio que precisa ser estudado. De acordo com OLIVEIRA (2005), esse sistema de produção além de envolver outros aspectos como os componentes ambiental e social, também se baseia na rotação de culturas, no cultivo em faixas, no uso de cobertura morta e no mínimo revolvimento do solo, sendo essas técnicas muito importantes para a conservação da fertilidade e a manutenção da dinâmica da água no solo.

Não foi verificada a existência de estudos relacionados com disponibilidade hídrica adequada para um bom desenvolvimento da berinjela nas condições edafoclimáticas da região de Seropédica-RJ. Essa cultura foi escolhida principalmente pelo fato da região apresentar, na estação de inverno, condições climáticas extremamente favoráveis ao seu cultivo, sendo, portanto, importante a definição de um manejo racional de água tendo em vista a necessidade de suplementação de água pela irrigação.

Diante do exposto, este trabalho teve como objetivos:

1 - Determinar a produtividade da berinjela em função de diferentes lâminas de irrigação e sistema de cultivo (consorciada com uma leguminosa e solteira) sob condições edafoclimáticas de Seropédica-RJ no sistema de plantio direto;

2 - Determinar a eficiência do uso da água da cultura da berinjela em diferentes sistema de cultivo (consorciada com uma leguminosa e solteira) no sistema de plantio direto;

3 - Determinar os coeficientes de cultura e a evapotranspiração máxima da berinjela, em diferentes sistemas de cultivo (plantio direto com adição de palhada e em solo com o preparo convencional com aração e gradagem);

4 - Determinar a necessidade hídrica e caracterizar o desenvolvimento da berinjela cultivada em diferentes preparo do solo (plantio direto com adição de palhada e em solo com o preparo convencional com aração e gradagem).

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1. Cultura da Berinjela (*Solanum Melongena* L.)

A berinjela (*Solanum melongena* L.) tem sua origem nas regiões tropicais do Oriente, e o seu cultivo vem sendo realizado há mais de 1.500 anos por chineses e árabes (BONIN, 1988). A planta é uma solanácea perene, porém cultivada como anual. É arbustiva, com caule semilenhoso, bem resistente, e frequentemente dispensa o tutoramento em regiões com baixa intensidade de ventos.

É uma planta muito vigorosa, podendo atingir 1,50 a 1,80 m de altura, apresentando ramificações laterais bem desenvolvidas. De acordo com FILGUEIRA (2003), o sistema radicular é vigoroso e profundo, embora a maioria das raízes se concentre mais superficialmente. As flores são hermafroditas, ocorrendo a autofecundação, normalmente, sendo baixa a incidência de polinização cruzada. O fruto é do tipo baga carnosa, de formato variável, arredondado ou alongado, sendo esse preferido. A coloração usualmente é negra ou violeta, bem escura, sendo a superfície brilhante, nas cultivares preferidas no Brasil.

Originária de clima tropical e subtropical, a berinjela se desenvolve melhor, podendo ser cultivada durante todo o ano, em regiões de clima quente (temperatura média de 25° C) e com umidade relativa do ar em torno de 80%. Em regiões onde as temperaturas médias atingem, no inverno, valores abaixo de 18° C, o plantio pode ser realizado de agosto a setembro e/ou de janeiro a fevereiro (RIBEIRO et al., 1998). De acordo com esses autores, temperaturas inferiores a 14° C inibem o crescimento, floração e frutificação; temperaturas médias acima de 32° C aceleram a maturação dos frutos; e temperaturas acima de 35° C por períodos prolongados inviabilizam a formação de pólen e impedem a plena fertilização, resultando em frutos defeituosos. Baixas temperaturas podem originar frutos deformados e desigualmente coloridos. Sintomas típicos de injúrias pelo frio ocorrem quando os frutos são colhidos sob temperatura excessivamente baixa, como ocorre no extremo sul do país ou caso as berinjelas sejam estocadas a baixa temperatura. O frio invernal também ocasiona a queda de flores e de frutos em formação (FILGUEIRA, 2003).

Estudos de SUN et al. (1990) mostraram que, mudanças climáticas afetam significativamente o aparecimento de frutos, tendo como base o número de flores apresentadas. A relação entre a lâmina pluviométrica, média da temperatura máxima e aparecimento dos frutos foi linear e seus efeitos são aditivos, uma vez que exercem mecanismos de resposta diferentes, não tendo sido observada, no entanto, nenhuma interação entre esses parâmetros.

A berinjela pode ser cultivada em diversos tipos de solos, mas se desenvolve melhor naqueles de textura média, que sejam profundos, ricos em matéria orgânica, com boa retenção de umidade e bem drenados, uma vez que a cultura não tolera encharcamento. Antes do preparo do terreno, deve-se retirar amostras de solo da camada de 0-20 cm e, quando possível, da camada subsuperficial (20-40 cm), para realização de análises químicas, imprescindíveis à adequada recomendação de corretivos e fertilizantes (RIBEIRO et al., 1998). Para maior eficiência dos fertilizantes aplicados e melhor desenvolvimento das plantas de berinjela, recomenda-se correção do pH a valores entre 5,5 e 6,5, embora a mesma apresente certa tolerância à acidez (FILGUEIRA, 2003) e saturação por bases em torno de 70% que propicia maiores produtividades e frutos de melhor qualidade (RIBEIRO et al., 1998). A berinjela extrai do solo, em maiores quantidades, os nutrientes K, N e Ca, seguidos do Mg, P e S (MALAVOLTA et al., 1974). Entretanto, quando o teor do nutriente no substrato é baixo, o sintoma de desnutrição aparece na ordem N, P, K, Ca, Mg e S. De acordo com HEDGE (1997), a berinjela é mais eficaz do que as demais solanáceas em fazer o uso dos nutrientes

prontamente disponíveis no solo.

Entre macronutrientes e micronutrientes, a produção de frutos de berinjela é afetada negativamente, com diferentes intensidades, pela deficiência de N, P, K, Ca, Mg, S, B, Zn e Mn, sendo que a deficiência de fósforo provoca queda de flores e drástica redução da produtividade, podendo inclusive não haver produção de frutos (RIBEIRO et al., 1998). Para a produção de 1,0 Mg de frutos, necessita-se absorver, em média, 3,0-3,5 kg de nitrogênio, 0,2-0,3 kg de fósforo e 2,5-3,0 kg de potássio (HEGDE, 1997).

Em solos de baixa fertilidade, a berinjela exige fertilização orgânica e mineral (FILGUEIRA, 2003). Assim, as maiores produções são obtidas com farto suprimento dos macronutrientes primários, para os quais as recomendações são variáveis com as diferentes regiões do país (MALAVOLTA, 1987; RIBEIRO et al., 1998).

Em virtude do crescente interesse da população em consumir produtos de origem vegetal, a quantidade comercializada vem aumentando continuamente. No ano de 2008, a área plantada de berinjela no Estado de São Paulo foi de 1.946 ha, com uma produção de 51.185 Mg e produtividade de 26,3 Mg ha<sup>-1</sup>. De acordo com CAMARGO et al. (2006), a partir de dados de 2004, cerca de 0,6% da área total de berinjela no Estado de São Paulo foi destinada ao cultivo orgânico. Embora ainda seja pouco significativo, já reflete mudanças no mercado de berinjela para atender à demanda potencial e crescente por produtos que não utilizam agrotóxicos no processo produtivo. Essa nova opção pode se constituir num mercado mais rentável para os produtores de berinjela, a partir de produtos com melhor qualidade e ecologicamente corretos.

A berinjela não se destaca pelo valor nutricional, em confronto com outras hortaliças. Quanto ao teor de sais minerais, é superior ao pimentão em termos de cálcio, igualando a este quanto aos teores de ferro e fósforo; os teores de vitaminas são substancialmente inferiores. Entretanto, o fruto é rico em fibras (0,9 g em 100 g da parte comestível) contribuindo para o aprimoramento da dieta, já que é cada vez maior a utilização de alimentos concentrados, pobres em fibras. Tem sido enfatizado o papel destas na alimentação, constituídas por substâncias vegetais não digeríveis, que estimulam os movimentos intestinais (FILGUEIRA, 2003).

A berinjela tem sido alvo de várias pesquisas junto à população, decorrentes da disseminação de suas propriedades medicinais, podendo-se ressaltar sua utilização para a redução das taxas de gordura e de colesterol no sangue. Até 2003, foram registradas preparações comerciais de extrato de berinjela indicadas para redução do colesterol, na forma de cápsulas e em formulações de outros produtos fitoterápicos (ANVISA, 2002-2003, QUINTÃO, 2004). A utilização da berinjela processada ainda é incipiente.

Estudos mostram que o suco de berinjela tem efeito na redução do nível de colesterol em humanos e em ratos. Foram diagnosticados os seguintes efeitos positivos resultantes dessa diminuição: hipoglicêmico, de ação vaso dilatador e diurético (JORGE et al., 1998; DERIVI et al., 2002). A população também tem recorrido a tratamentos alternativos, naturais e de baixo custo, para o controle da dislipidemia (ou seja, nível elevado de gorduras no sangue), utilizando alimentos ricos em fibras, como a berinjela, para reduzir o nível de colesterol sérico (DERIVI et al., 2002). Neste caso, seu efeito medicinal ainda não está consolidado cientificamente, pois as pesquisas apresentam resultados divergentes quanto à sua eficácia no tratamento da dislipidemia (BARONI et al., 2004). Embora esses estudos ainda não sejam conclusivos, é importante que essas pesquisas sejam aprofundadas, para que se possa conhecer com maior precisão a amplitude das qualidades medicinais da berinjela (GONÇALVES et al., 2006).

Na maioria dos cultivos, a semeadura é realizada em bandejas de isopor (128 células), podendo também ser semeadas em sementeiras ou copos, ocorrendo o transplante aproximadamente 35 dias após semeadura quando as mudas atingem 10 a 15 cm de altura,

com 4 a 6 folhas definitivas, sendo a quantidade média de sementes por hectare de 150 a 200 g. O espaçamento utilizado em campo é de 1,2 a 1,5 m por 0,7 a 1,0 m. Na ocasião do transplantio, é recomendada uma adubação orgânica de 10 a 20 Mg ha<sup>-1</sup> de esterco bovino.

As principais doenças observadas são: a) causadas por fungos: murcha de *Verticillium*, seca dos ramos, antracnose, podridão de Esclerotínia, tombamento e podridão do colo e raiz, podridão de Esclerócio, podridão do algodão, murcha de *Ascochyta*, mancha de *Stemphylium*, podridão de *Fomopsis*, mancha de *Alternaria* e podridão de *Botritis*; b) causadas por bactérias: Murcha bacteriana, mancha bacteriana e podridão mole; c) causadas por nematóides: Nematóide das galhas; d) causadas por vírus: APMV (Andean Potato Mottle Virus), PVY (Potato Virus Y) e TSWV (Tomato Spotted Wilt Virus); e e) causadas por micoplasma: superbrotamento.

## 2.2. Sistema de Produção Orgânica

Face às crises sócio-ambientais geradas a partir do modelo de desenvolvimento rural e tecnológico, vinculado aos paradigmas da Revolução Verde, vemos cada vez mais necessário investigar formas alternativas de manejo dos recursos naturais e de organização social, capazes de responder positivamente aos desafios da produção agrícola sustentável, da preservação da biodiversidade sócio-cultural e da inclusão social (MOREIRA, 2003).

Segundo ESPÍNDOLA et al. (2006), a agricultura orgânica tem por princípio estabelecer sistemas de produção com base em tecnologias e processos, ou seja, um conjunto de procedimentos que envolva a planta, o solo e as condições climáticas, produzindo alimento sadio e com suas características e sabor originais, que atenda às expectativas do consumidor. Basicamente, a agricultura orgânica tem como sustentáculo a aplicação no solo de resíduos orgânicos vegetais e animais, de preferência produzidos na propriedade agrícola, com o objetivo de manter o equilíbrio biológico e a ciclagem de nutrientes (FEIDEN, 2001).

A participação brasileira no mercado global de produtos orgânicos ainda é pequena, mas está avançando de modo exponencial nos últimos anos, chegando à quinta posição no ranking mundial de área cultivada, que é de 26,5 milhões de hectares (YUSSEF & WILLER, 2003).

O mapa da produção agrícola orgânica do Brasil tem ampliado sua geografia para incluir mais de 30 produtos em diferentes regiões. Os primeiros produtos agrícolas orgânicos foram as hortaliças que impulsionaram outros tipos de alimentos, como o vinho, cachaça, carne de boi, camarão, leite, iogurte, mussarela de leite de búfala, além de café, açúcar, frutas, geléia e castanha de caju (CAMARGO et al., 2006).

Os motivos para o crescimento do mercado de produtos orgânicos, principalmente, na Europa, envolvem a crescente sensibilidade dos consumidores com questões relativas a saúde humana e meio ambiente. Como a produção não tem acompanhado a demanda, normalmente são oferecidos melhores preços para a comercialização dos produtos orgânicos, o que passa a ser uma excelente opção para pequenos e médios produtores nos países em desenvolvimento. Em geral, as áreas sob manejo orgânico certificadas chegam a 0,5% do total dedicado à agricultura (ALMEIDA et al., 2000)

O mercado de produtos orgânicos se depara com uma das mais importantes dificuldades para a sua expansão: a conversão dos sistemas convencionais para sistemas orgânicos. As áreas de lavoura convencional, cujas pragas e doenças são controladas à base de defensivos, fazem com que os primeiros anos de agricultura orgânica possam representar dificuldades de produção para o produtor (MOREIRA, 2003).

O desenvolvimento e o crescimento do mercado de produtos orgânicos dependem fundamentalmente da confiança dos consumidores na sua autenticidade, que, por sua vez, só podem ser assegurados por meio de programas de certificação ou de uma legislação eficiente

(LAMPKIN & PADEL, 1994).

Tratando-se especificamente da olericultura, as perspectivas de crescimento das áreas de cultivo orgânico são grandes, tendo em vista que o cultivo convencional de olerícolas demanda altas quantidades de insumos agrícolas, principalmente fertilizantes e agrotóxicos. Para as culturas folhosas, problemas sérios podem vir a acontecer, pois o uso de altas doses de adubos solúveis, principalmente os nitrogenados, aliado a intensa aplicação de agrotóxicos, pode levar a produção de alimentos de qualidade contestada, como já observado na cultura da alface (MIYAZAWA et al., 2001) e a um alto custo de produção (RODRIGUES, 1990).

Alguns anos atrás, a qualidade dos produtos orgânicos no ponto de vista visual (tamanho, coloração e formato), não era tão atraente como os cultivados na agricultura convencional. Contudo, com o equilíbrio dos solos e com tratos culturais adequados, a qualidade visual da maioria dos produtos cultivados com métodos orgânicos não mais difere dos provenientes de área de cultivo convencional (SOUZA, 2001).

### **2.2.1. Influência na dinâmica da água no solo do plantio direto e da adubação verde na agricultura orgânica**

A técnica do plantio direto já está bem consolidada para culturas anuais. Porém, quando se trata de olerícolas, esse sistema precisa ainda ser estudado. Entre as principais demandas está a adaptação de tecnologias, incluindo plantas eficientes na produção de palhada, mas que não atrapalhem a semeadura ou transplantio das hortaliças (CASTRO et al., 2004)

Uma das principais críticas de quem defende o plantio direto é de que os agricultores orgânicos costumam revolver demasiadamente o solo, necessitando do uso de implementos como a enxada rotativa, o que não está totalmente de acordo com os princípios orgânicos (DAROLT, 2000). Os estudos preliminares da agricultura orgânica mostram que existe viabilidade técnica e econômica para estabelecimento da produção orgânica usando o plantio direto. No entanto, sob o ponto de vista técnico, o grande desafio ainda está no manejo da vegetação espontânea sem o uso de herbicidas. O uso de roçadeiras, como as utilizadas em beira de estrada, tem mostrado resultados satisfatórios. Todavia, o que viabiliza estes sistemas é o preço em mercados diferenciados, podendo chegar a prêmios de mais de 50%, como é o caso da soja orgânica no mercado internacional (DAROLT, 2000).

A disponibilidade de água às plantas está associada de forma direta à capacidade de armazenamento de água do solo. O armazenamento depende de aspectos como o espaço poroso e a profundidade do solo, enquanto a disponibilidade às plantas depende de fatores intrínsecos do solo e da capacidade das plantas em extrair água nos diferentes teores de umidade e níveis de energia de retenção. O conhecimento desses aspectos é importante para o manejo da água na agricultura irrigada e de sequeiro, principalmente para um planejamento correto da atividade agrícola. Na agricultura de sequeiro, o aspecto mais importante é a associação da época de semeadura com o período de maior disponibilidade hídrica às culturas, além da utilização de variedades tolerantes e/ou resistentes a curtos períodos de deficiência hídrica no solo (PETRY et al., 2007).

De acordo com PEREIRA et al. (1987) e SANTOS et al. (2005), o emprego de leguminosas como cobertura do solo poderá constituir uma alternativa capaz de aumentar o nível de matéria orgânica, a eficiência da reciclagem de nutrientes e a atividade biológica do solo. A inclusão de leguminosas arbustivas ou arbóreas pode representar excelente opção para diversificar sistemas agrícolas intensivos. Sistemas orgânicos de produção baseiam-se em práticas agrícolas capazes de superar as limitações ambientais (MIYASAWA et al., 2001). Dentre essas práticas, merece destaque o cultivo em aléias, que consiste no consórcio entre culturas, anuais ou perenes, com leguminosas arbóreas ou arbustivas, sendo estas últimas

estabelecidas em faixas intercalares (OLIVEIRA et al., 2006). Essas espécies são capazes de fixar consideráveis quantidades de N do ar, acumulando em sua biomassa. Podem, ainda, prover sombra e proteger contra ventos, criando um microclima favorável (KOECH & WHITBREAD, 2000), com impactos positivos na economia de água, na proteção contra pragas e doenças, e no controle da erosão laminar. Servem também de abrigo, produzindo pólen e néctar em benefício de inimigos naturais, além de auxiliar a redução de infestação por plantas indesejáveis da vegetação espontânea. LAWSON & KANG (1990) sugerem que o sucesso dos sistemas de cultivo em faixa depende de estudos realizados para estabelecer o manejo adequado a cada condição específica, que irá variar em função da cultura de interesse econômico, do clima e do solo da região. OLIVEIRA et al. (2006) cultivaram inhame nas condições climáticas da região serrana do Estado do Rio de Janeiro em faixas intercalares com guandu. Os autores constaram que aos 135 dias de cultivo do inhame a umidade do solo, nas parcelas em que o guandu não recebeu poda, era maior em relação aos outros tratamentos (1 - guandu podado deixado sobre o solo e 2 - testemunha podado e retirada do local) no valor de 30 g de água por  $\text{dm}^3$  de solo.

### **2.3. Qualidade da Produção das Culturas Quanto à Disponibilidade de Água**

Devido à grande competitividade do mercado mundial dos produtos hortícolas, decorrente principalmente do excesso de produção, tem-se procurado classificar as mercadorias dentro de padrões. Ao contrário de alguns anos, quando liderava o comércio de mercadorias agrupadas sem diferenças baseadas em critérios qualitativos, atualmente o consumidor exige qualidades prontamente identificáveis (GOMES et al., 2005). Para atender o novo mercado faz-se necessária a introdução de novas tecnologias e formas de manejo nos sistemas de produção das hortaliças (LUENGO & JUNQUEIRA, 1999).

O cultivo de hortaliças é fortemente influenciado pela disponibilidade de água no solo. O déficit hídrico acarreta queda de produtividade e da qualidade, enquanto o excesso, aliado à alta temperatura, podem favorecer a incidência de patógenos (PIRES et al., 2000). O manejo otimizado da irrigação requer uma estimativa sistemática do estado energético de água no solo para que sua lâmina, e conseqüentemente o tempo de irrigação, sejam apropriadas. O conteúdo de água do solo deve ser mantido entre certos limites específicos, em que a água disponível para a planta não é limitada, enquanto a lixiviação, quando for necessária, é previamente definida (MORGAN et al., 2001). O ideal é que o manejo da irrigação seja feito levando-se em consideração fatores do solo, do clima e da planta. Mesmo assim, o emprego somente de sensores de solo, tanto para indicar o momento quanto a quantidade de água a aplicar, mostra-se como uma alternativa viável, normalmente de baixo custo e de relativa praticidade (FIGUEREDO, 1998).

A produção agrícola é dependente de vários fatores, tais como água, nutrientes e luz. Assim como a falta, o excesso de água também prejudica os aspectos fisiológicos das plantas. BELTRÁN (1986) define o encharcamento como a saturação temporária do solo ocasionada por excessos de precipitações ou irrigações, ascensão capilar a partir do nível do lençol freático, inundações e presença de camadas superficiais compactadas, geralmente em solos com reduzida permeabilidade. Com a saturação do solo, a respiração das raízes das plantas torna-se significativamente comprometida devido à diminuição ou falta de oxigênio. A atividade respiratória constitui uma das mais importantes e necessárias do metabolismo vegetal e com sua diminuição torna-se o fator mais importante para a redução do desenvolvimento das culturas. O suprimento do oxigênio utilizado na respiração vegetal em condições normais difunde-se do ar para o solo até as raízes, fenômeno drasticamente reduzido quando ocorre a saturação do meio com água (CRUCIANI, 1981).

A deficiência de  $\text{O}_2$  causada pela saturação provoca alterações no estado de

respiração das folhas e no nível de energia. É provavelmente uma resposta à adaptação que tende a estabelecer um equilíbrio entre o balanço de energia na planta como um todo. A capacidade de retenção de água pelas folhas é reduzida e como resultado o regime de água desorganiza, ocorrendo então a murcha, a senescência e a queda de folhas (MINGOTI et al., 2006). A falta de O<sub>2</sub> induz a o processo de respiração anaeróbica, tendo como produtos finais o etanol e o lactato. O grande acúmulo de etanol na célula causa sua morte. COSTA et al. (2008) submetem a cultura da beterraba a 5 níveis de estresse por excesso de água em 3 diferentes fases de crescimento e constataram que a cultura foi mais sensível na fase próxima à colheita, apresentando uma redução no diâmetro médio das raízes (hipocótilo) em 27,2 % quando comparado com o tratamento controle. FHECHA (2004) observou que a cultura da batata apresenta grande sensibilidade ao alagamento e que essa condição causou redução tanto no peso médio quanto no número de tubérculos por planta, sendo a classe comercial graúda a mais afetada. Verificou-se também um aumento de incidência de doenças e distúrbios fisiológicos nos tubérculos devido ao excesso de umidade do solo, sendo os efeitos mais severos apresentados quando a cultura foi submetida ao excesso de umidade nos 85 aos 88° dias após o transplante.

Considerando a atual preocupação mundial com a escassez dos recursos hídricos e o seu alto custo em determinadas situações, a busca pelo aumento da eficiência no uso da água pelas culturas tem sido motivo de preocupação pelos órgãos de pesquisa e extensão, além dos próprios produtores rurais, uma vez que este fator de produção tem ocupado cada vez mais importância nos custos de produção das culturas. O conceito de uso eficiente da água inclui qualquer medida que reduza a quantidade por unidade de qualquer atividade, e que favoreça a manutenção e a melhoria da qualidade da água. Este uso eficiente está relacionado a outros conceitos de manejo atual dos recursos ambientais, sendo básico para o desenvolvimento sustentável e assegurando que haja recursos suficientes para as gerações futuras.

STEWART & HAGAN (1973) afirmam que os estudos de planejamento da irrigação por meio das funções de produção tiveram origem em trabalhos experimentais com a alfafa, trigo, batata e beterraba açucareira, a partir da hipótese básica de que a produção tende para um máximo com a máxima adição de água. LEME (1991) explica que esse ponto de máxima produção é, na verdade, um ponto onde, embora com a redução da água em relação ao máximo que poderia ser aplicado, ainda é possível se obter uma maximização da produção. A principal variável de resposta é a produção, incluindo a quantidade de matéria seca produzida e o índice de área foliar, podendo também trabalhar-se com produção de grãos, onde a frequência de irrigação passa a ser importante e a função passa a não prever bem a produção (HANKS & HILL, 1980).

A eficiência do uso da água de irrigação integra vários componentes, entre outros, as perdas que ocorrem nos reservatórios, na condução e na aplicação nas parcelas irrigadas. Vários trabalhos apontam baixos valores de eficiência, indicando a necessidade de utilização de estratégias de manejo para estimativa da quantidade de água a ser aplicada e operação adequada de sistemas, proporcionando melhoria dos níveis de eficiência. Os métodos e equipamentos de irrigação podem e devem ser aprimorados para reduzir as perdas e induzir ao manejo adequado em conjunto com o solo, a planta e o clima, com ganhos de eficiência do uso da água. Métodos pouco eficientes tornam-se incompatíveis com as políticas atuais de uso da água, principalmente em regiões de disponibilidades restritas como, por exemplo, a irrigação por sulcos, em que apenas uma parcela, da ordem de 45% da água derivada, é efetivamente utilizada pelos cultivos (PAZ et al., 2000). A aplicação de água em produção vegetal frequentemente excede exigências das culturas, particularmente em situações em que o preço de água é pequeno em relação ao valor da cultura (GALLARDO et al., 1996), reduzindo a eficiência da irrigação, pois a aplicação de uma lâmina acima de um nível considerado ideal pode se tornar economicamente inviável por não proporcionar aumento

significativo na produtividade (IMTIYAZ et al., 2000).

Os processos fisiológicos envolvidos na produção vegetal têm uma relação muito estreita com a maior ou menor disponibilidade de água no solo para as plantas (AGUIAR, 2005). IMTIYAZ et al. (2000) revelam que em Botswana as produções de brócolis, cenoura, nabo e repolho são consideradas baixas principalmente pela falta de controle com o conteúdo de água no solo. Esses autores, com o objetivo de avaliar o efeito de diferentes níveis de irrigação (20, 40, 60, 80 e 100 evapotranspiração da cultura (ETc) estimada pelo tanque classe “A”), realizaram experimentos de campo obtendo uma produtividade com maior retorno financeiro na lâmina correspondente a 80 % ETc, com produção média em dois anos de 19,1 Mg ha<sup>-1</sup> para o brócolis, 45,9 Mg ha<sup>-1</sup> para cenoura, 61,8 Mg ha<sup>-1</sup> para o nabo e 97,2 Mg ha<sup>-1</sup> para o repolho. Ainda relatam que a eficiência do uso da água foi de 5,9 kg m<sup>-3</sup> para o brócolis com a reposição de 80 % ETc, 14,6 kg m<sup>-3</sup> para nabo com reposição de 20 % ETc, de 23,6 kg m<sup>-3</sup> para o repolho com reposição de 60 % ETc e de 17,1 kg m<sup>-3</sup> de cenoura com reposição de 80 % ETc.

Trabalhos importantes correlacionando respostas de culturas à diferentes lâminas de água aplicadas têm sido desenvolvidos. COELHO et al. (1994), trabalhando com a cultura do tomateiro irrigado com diferentes lâminas de irrigação manejado com base na evaporação do tanque classe “A”, observaram que o tratamento com maior lâmina apresentou maiores valores absolutos de produtividade total, comercial e de frutos graúdos, além de maior viabilidade econômica. As lâminas totais aplicadas foram de 378, 503, 632, 919 mm proporcionando produtividades comerciais de 66, 69, 68, 76 Mg ha<sup>-1</sup>, respectivamente, não diferenciando estatisticamente ao nível de 5 % de probabilidade. Nos tratamentos correspondentes à maior e menor lâminas foram observadas produção de 45% e 36%, respectivamente, de frutos graúdos com diâmetro maior que 47 mm. Para o índice refratométrico (brix) os valores relatados pelos autores foram de 3,92, 3,83, 3,64, 3,33 na ordem crescente de lâminas, também não diferenciando estatisticamente entre si. GARCIA et al. (1974) citado por COELHO et al. (1994) não observaram significância estatística para acidez (pH) e índice refratométrico concluindo que esses parâmetros não oferecem estimativas consistentes da água de irrigação aplicada.

COELHO et al. (1996) avaliaram o efeito de três faixas de regime de irrigação sobre as características de produção da cultura da cebola, sendo caracterizadas pelo potencial matricial da água no solo como: regime 1 - em solo mantido entre 6 e 8,5 kPa; regime 2 - entre 7 e 10 kPa; regime 3 - 10 e 28 kPa. Segundo os autores, as maiores produtividades de bulbos comerciais, porcentagens de bulbos grandes e médios e o maior peso médio foram obtidos no regime 1. A produtividade comercial nesse regime (26,70 Mg ha<sup>-1</sup>) foi significativamente superior da observada nos demais (20,48 e 6,19 Mg ha<sup>-1</sup>, respectivamente, para o regime 2 e 3). Do total de produtividade comercial do regime 1, 61 % do material foi enquadrado na classe de bulbos grandes e médios. MACEDO & ALVARENGA (2005) avaliaram o efeito de lâmina de água e fertilização potássica na produção da cultura do tomate em ambiente protegido em Lavras-MG, e concluíram que as doses de potássio isoladas e sua interação com lâmina de água não influenciaram na produção da cultura. Constataram que houve acréscimo no peso dos frutos sadios e totais de 0,207 e 0,261 kg.planta<sup>-1</sup>, respectivamente, para cada 20% de aumento na lâmina de água aplicada.

Em tomate, segundo MAROUELLI et al. (2004), a maior produtividade de frutos comercializáveis pode ser obtida quando as irrigações forem suspensas 21 dias antes da colheita (10% dos frutos maduros), enquanto que o maior rendimento de polpa foi alcançado quando as irrigações foram finalizadas 34 dias antes da colheita (20% de plantas com pelo menos um fruto maduro). De acordo com os autores o teor de sólidos solúveis totais é reduzido linearmente à taxa de 0,34° Brix para cada 10 dias a mais com irrigação. De acordo com MAROUELLI & SILVA (2005), o estande final e a produtividade de frutos de tomate



foram maximizados em turno de rega de 2 dias, apresentando resposta quadrática com a frequência de irrigação, enquanto a produção de biomassa foi maximizada quando foram utilizadas irrigações diárias. A massa média de fruto e o número de frutos por planta não foram influenciados por diferentes turnos de rega. A acidez titulável e o teor de sólidos solúveis totais e a taxa de frutos podres não são influenciados pelos regimes hídricos, turno de rega variável (0,5, 1, 2, 4, 8, e 16 dias), adotados durante o estágio vegetativo atingindo valores médios de 0,31 % ácido cítrico, 3,2 % teor de sólidos solúveis e 9,9 % de frutos podres. Observou-se que para melhor desempenho do tomateiro, durante o estágio vegetativo as irrigações devem ser realizadas a cada 2 dias, ou seja, quando a tensão de água no solo atingir cerca de 17 kPa.

O meloeiro apresenta resposta diferenciada ao potencial de água no solo durante todo ciclo, exigindo água de forma moderada no solo no período da germinação ao crescimento inicial. Por outro lado, no período de desenvolvimento das três ramas laterais, de floração e no início de frutificação, recomendam-se irrigações mais frequentes, sendo este o momento de maior exigência em água. Após esse período, durante o crescimento dos frutos, diminui-se gradativamente a frequência das irrigações e, ao iniciar-se a maturação dos frutos, o solo deve ser mantido com baixa umidade antes da colheita, garantindo, desta maneira, a qualidade dos frutos (FERREIRA et al., 1982). CÂMARA et al. (2007) verificaram os efeitos de diferentes tipos de coberturas plásticas do solo e de lâminas de irrigação na produção e na qualidade de melão amarelo híbrido Goldex cultivado no período chuvoso. Os autores concluíram que o número e a produtividade de frutos comercializáveis, bem como os teores de sólidos solúveis totais, foram maiores no solo sob coberturas plásticas. Os números de frutos comercializáveis, refugos e totais, além da produtividade comercializável e de refugo, não foram afetados pelas lâminas de irrigação.

Em regiões onde acontece durante parte do ano um déficit hídrico severo a irrigação se torna a prática mais segura para garantir a produção agrícola, mas para suprir a demanda da água precisa-se não somente administrar racionalmente as bacias hidrográficas locais, mas, também, implantar uma política racional de reutilização de águas, em que uma dessas medidas pode ser a consideração dos esgotos sanitários provenientes dos grandes centros urbanos como valiosa fonte de água, objetivando-se reusá-los para fins de agricultura; e visa tanto o aumento da oferta hídrica como a fertirrigação orgânica, vindo, assim, consubstanciar ações direcionadas para o desenvolvimento sustentável da região (SOUSA et al., 1998).

## **2.4. Manejo da Água**

Na aplicação da quantidade de água ideal para planta torna-se necessário a realização de estudos com o objetivo de se definir o manejo adequado da irrigação. O manejo da irrigação deve ser efetuado de modo a proporcionar à cultura, condições de disponibilidade hídrica que permitam externar o seu potencial genético de produtividade. Assim, é extremamente importante identificar o momento oportuno de aplicação da água (quando irrigar) e na quantidade adequada (quanto irrigar), não proporcionando condições para que as plantas sofram por falta ou excesso hídrico (REICHARDT, 1990).

O manejo otimizado de irrigação requer uma estimativa sistemática da umidade no solo ou de elementos meteorológicos para que as quantidades de água apropriadas à planta e, conseqüentemente o tempo de irrigação para fornecê-la possam ser determinados. O conteúdo de água do solo deve ser mantido entre limites específicos para a cultura, tornando a água facilmente disponível para a planta sem que ocorra lixiviação (MORGAN et al., 2001). Quando não são satisfeitas as exigências, reflexos diretos na qualidade e quantidade da produção se manifestam. Por isso a irrigação deve ser utilizada visando suprir as necessidades hídricas que ocorrem por falta ou insuficiência da precipitação, que é um dos principais

elementos do ciclo hidrológico.

Existem diversas metodologias e critérios para estabelecer o manejo de irrigação que vão desde a simples fixação do turno de rega até os complexos esquemas considerando a integração solo-água-planta-atmosfera. Esses sistemas adotam critérios de aplicação de água que indicam o momento e a quantidade de água para cada irrigação, suprimindo, assim, as necessidades hídricas das plantas e garantindo o uso racional da água, energia e insumos agrícolas, visando à obtenção de alta produtividade com menor impacto ambiental. Os critérios para a escolha do manejo da irrigação estão relacionados à disponibilidade e obtenção dos dados, à localização da água no solo e nas plantas, na evapotranspiração das culturas ou na combinação de dois ou mais desses fatores (BIZARRI, 2007).

#### **2.4.1. Manejo da água baseado em dados climáticos**

Os fatores ambientais influenciam a transpiração dos vegetais à medida em que alteram o gradiente de vapor d'água entre a superfície da folha e o ar que a envolve. Assim, os principais fatores que afetam a evapotranspiração são o balanço de energia entre o solo e a folha, a umidade e temperatura do ar, o vento e a disponibilidade hídrica (ANGELOCCI, 2002). Portanto, a transpiração intensifica-se com a diminuição da umidade relativa do ar e com o aumento da temperatura do ar (PIMENTEL, 2004).

As características climáticas podem ser utilizadas em várias atividades, dentre elas: (1) previsão de fatores adversos às culturas, tais como geadas e estiagens; (2) planejamento da irrigação; (3) estabelecimento de calendários de plantio e colheita; (4) seleção de variedades aptas à região; (5) controle e prevenção de algumas doenças e pragas; e (6) dimensionamento de estruturas de controle e dissipação de excedentes hídricos (DOORENBOS & KASSAM, 1979).

O consumo de água do conjunto solo-planta, conhecido também como necessidade hídrica da cultura, corresponde à quantidade de água que passa à atmosfera em forma de vapor. Em uma cultura bem estabelecida e desenvolvida, a taxa de transpiração da planta é bem superior à taxa de evaporação do solo, do ponto de vista agrônômico. Porém, as duas taxas apresentam importância, pois representam a transferência total de água para a atmosfera. A essa união dá-se o nome de evapotranspiração (ET), que expressa a própria necessidade hídrica da cultura (DOORENBOS & KASSAM, 1979).

Dois sistemas físicos básicos regulam o clima ao redor das plantas: o balanço de energia (radiação solar, temperatura e comprimento do dia) e a transferência aerodinâmica (velocidade do vento ou distância por ele percorrida e umidade relativa do ar). Muitos destes fatores são inter-relacionados tornando-se difícil a caracterização do efeito de cada um na ET (GOLDBERG & TEIXEIRA, 1976).

No dimensionamento de projetos de irrigação o uso de parâmetros adequados às condições locais e da cultura constitui uma importante ferramenta para se alcançar determinada eficiência no uso dos recursos hídricos, sendo a evapotranspiração de referência (ET<sub>o</sub>) uma variável fundamental na estimativa da demanda de água pela planta (KASHYAP & PANDA, 2001). O conceito de ET<sub>o</sub> tem sido adotado para evitar conflitos entre definições existentes para evapotranspiração potencial (ET<sub>p</sub>). A ET<sub>o</sub> refere-se a evapotranspiração de uma área com vegetação rasteira sem restrições hídricas, na qual são realizadas medições meteorológicas, para obtenção de um conjunto consistente de dados de coeficientes de cultura, para serem utilizados na determinação da evapotranspiração (ET) de outras culturas (SEDIYAMA, 1996). É normalmente expressa como a taxa de troca de calor latente por unidade de área ou lâmina de água evaporada.

Dentro deste contexto, um parâmetro muito significativo é o coeficiente de cultura (k<sub>c</sub>), razão entre a evapotranspiração potencial da cultura e a evapotranspiração de referência

( $ET_c/ET_o$ ) (DOORENBOS & PRUITT, 1977). Este parâmetro está diretamente relacionado à demanda hídrica da cultura, sob determinadas condições climáticas do local e fisiológica sendo, variável no tempo e no espaço. Por isto, é desejável se obter valores de  $k_c$  ajustados para as diferentes fases de desenvolvimento da planta e para as diferentes regiões de plantio, possibilitando uma melhor eficiência de uso da água.

Para o cálculo da evapotranspiração de referência, algumas metodologias determinísticas são levadas em consideração. JENSEN et al. (1990) citam que as teorias aplicadas na determinação das equações de evapotranspiração de referência se dividem em quatro grupos, segundo a definição da FAO: método da radiação, que usa equações empíricas envolvendo a radiação global ou radiação líquida; método da temperatura, que tem equações bastante difundidas como BLANEY-CRIDDLE (1962); o método do tanque evaporimétrico, em que se insere o tanque classe A; e o método combinando o balanço aerodinâmico-radiativo, que tem a equação de PENMAN (1948) e suas modificações como representantes. Entretanto, esses quatro grupos não são os únicos, havendo equações que têm suas parametrizações condicionadas por outras relações estatísticas.

BURMAN et al. (1983) revisaram vários métodos de determinação da evapotranspiração adotados em diversas partes do mundo. Estes autores classificaram os métodos em dois grandes grupos: o primeiro grupo inclui os métodos em que a evapotranspiração potencial pode ser determinada a partir de medidas diretas como os lisímetros, balanço hídrico e controle de umidade no solo. No segundo grupo estão os métodos determinados através de dados climáticos, também chamados de métodos indiretos, nos quais a evaporação ou a evapotranspiração de referência são avaliadas por fórmulas empíricas e racionais e posteriormente, são correlacionadas com a evapotranspiração da cultura por meio de coeficientes de proporcionalidade, tais como coeficiente do tanque classe "A" ( $k_p$ ) e coeficiente de cultura ( $k_c$ ). ALLEN et al. (1989), afirmam que existe uma relação entre a  $ET_o$  medida em lisímetros e a estimada pelos diferentes métodos existentes, especialmente, àquelas provenientes dos métodos combinados, como o de PENMAN e o Tanque Classe "A".

BERNARDO et al. (1996) relatam que os métodos diretos são os que utilizam lisímetros, parcelas experimentais no campo, controle de umidade do solo e método de entrada e saída de água em grandes áreas. Dos métodos diretos, o procedimento mais preciso para se determinar a  $ET_o$  é a utilização de lisímetros. Por apresentarem custos elevados, seu uso tem ficado restrito a instituições de pesquisas, tendo sua utilização justificada na calibração regional de métodos indiretos.

Em razão do grande número de métodos existentes para estimativa da  $ET_o$ , a escolha do método mais adequado depende da disponibilidade de dados climatológicos, do nível de precisão exigido, da finalidade, se manejo da irrigação ou pesquisa, bem como do custo de aquisição de equipamentos. Estes fatores têm levado pesquisadores a desenvolver métodos alternativos, que apresentem precisão e consistência científica, para determinação da evapotranspiração para fins práticos de manejo da irrigação, objetivando baixo custo e fácil manuseio.

Dentre os vários métodos de estimativa da  $ET_o$ , muitos têm grande aceitação enquanto outros são bastante criticados e até desprezados (PEREIRA & ALLEN, 1997). Segundo esses autores, os critérios de rejeição, muitas vezes, não são claros. Muitos trabalhos em diferentes partes do Brasil e do mundo tem avaliado o desempenho de diferentes métodos de estimativa da  $ET_o$ . Os resultados não são conclusivos, o que dificulta ao técnico ligado à irrigação decidir sobre a conveniência de utilizar determinado método.

No tocante às formulações empíricas, SEDYIAMA et al. (1996) assinalam que tais metodologias apresentam erros na estimativa, tanto menores quanto maior for a escala de tempo. Os erros mensais apontados são bem menores que os erros diários. BURMAN &

POCHOP (1994) demonstram que os métodos que utilizam a radiação em detrimento da temperatura obtêm erros razoavelmente menores em suas estimativas de evapotranspiração. Essas informações reunidas apontam que as equações empíricas baseadas na radiação são as mais indicadas e quanto maior a escala temporal envolvida, mais acertada será a estimativa. PEREIRA et al. (2002), por sua vez, afirmam que o uso de equações empíricas que utilizam a radiação não é necessário em escala de tempo superiores a quinze dias. Nesse caso, as equações que utilizam a temperatura apontam resultados satisfatórios.

Por outro lado, a equação de Penman tem uma base física mais rigorosa. Tal equação surgiu da combinação do balanço aerodinâmico-radiativo (SEDIYAMA, 1996). Tem-se demonstrado que o nível de evapotranspiração (ET) está relacionado com a demanda evaporativa do ar.

PELTON et al. (1960), relatam que os métodos de estimativa da evapotranspiração baseados na temperatura média podem ser usados com sucesso limitado para períodos longos, enquanto que os métodos que envolvem o balanço de energia são preferíveis quando dados de radiação são disponíveis. Uma das principais vantagens do método de Penman é a possibilidade de eliminação de medidas de superfície, não disponíveis em estações meteorológicas comuns e difíceis de serem obtidos com exatidão. O método de Penman tem servido de base para a derivação de uma série de outros métodos de estimativa da evapotranspiração. De acordo com BEIRSDORF & MOTA (1976), a evidência experimental recomenda a fórmula de Penman como a melhor para fins agroclimáticos.

A demanda hídrica das culturas é uma função dos fatores climáticos predominantes na região, da variedade e do estágio de desenvolvimento da cultura, do tipo de solo e do sistema de irrigação adotado (ARAÚJO et al., 1999). De acordo com ALLEN et al. (1998), o modelo de Penman-Monteith proporciona estimativas confiáveis e consistentes de ETo. Segundo SMITH (1991), este modelo foi considerado o de melhor desempenho entre os métodos combinados, sendo recomendado pela FAO como método padrão para obtenção da ETo, sendo universalmente aceita para estimativas horárias e diárias da ETo (ALEXANDRIS & KERKIDES, 2003).

O conceito de evapotranspiração potencial, o mais significativo avanço no conhecimento dos aspectos da umidade climática, foi introduzido em 1944 por Thorntwaite, quando trabalhava com problemas de irrigação, no México (MATHER, 1958 citado por CAMARGO & CAMARGO, 2001). A evapotranspiração potencial corresponde ao processo de transferência da água do solo para a atmosfera, ou a passagem da água do estado líquido para o gasoso. Tal processo requer suprimento de energia, e a única fonte disponível para isso é a radiação solar. A evapotranspiração potencial, portanto, é mais elevada no verão, quando os dias são mais longos e maior a radiação solar (CAMARGO & CAMARGO, 2001).

A evapotranspiração real (ET<sub>r</sub>) constitui a perda de água de uma superfície natural, em qualquer condição de umidade e de cobertura vegetal (CAMARGO & CAMARGO, 2001). De acordo com esses mesmos autores a chuva e a ET<sub>p</sub>, são elementos meteorológicos de sentidos opostos, expressos em milímetros (mm). Seus parâmetros, quando cotejados em processo contábil, conhecidos como balanço hídrico climático, fornecem dados acerca de deficiência e de excedentes hídricos, essenciais nas pesquisas e trabalhos agrometeorológicos.

#### **2.4.2. Manejo da água baseado na umidade do solo**

O solo pode ser definido como um sistema constituído por partículas sólidas e volume vazio, que podem ser ocupados pelo ar e pela água sendo, portanto, utilizado pelas plantas como suporte, fonte de nutrientes e água (KLAR, 1994), nestes poros encontra-se também microrganismo responsáveis pela atividade biológica do solo. Depois de exposto ao ar por tempo relativamente longo, um solo permanece a uma umidade praticamente constante,

variável de solo para solo (REICHARDT, 1990). Segundo o mesmo autor, enquanto houver água disponível no solo há movimento de água da planta para a atmosfera e do solo para atmosfera até que não haja água disponível.

O conteúdo de água no solo é uma variável utilizada em estudos que envolvem agricultura, hidrologia e meteorologia, entre outros. Assim, o monitoramento deste torna-se importante para a obtenção, por exemplo, da função condutividade hidráulica do solo não saturado e do potencial matricial da água no solo. O estudo da dinâmica da água no perfil de um solo é importante na solução de problemas que envolvem irrigação, drenagem, armazenamento e transporte de nutrientes no solo, erosão, época e quantidade de água a ser aplicada. De acordo com CHOUDHURY & MILLAR (1983), o conhecimento das características hidrodinâmicas do solo auxilia no entendimento de grande número de processos físicos, químicos e biológicos de importância para a agricultura.

Segundo SOUZA (1989), o solo é o reservatório de água para as plantas, aberto para a atmosfera e para os horizontes mais profundos do perfil, periodicamente reabastecido pela chuva, lençol freático ou irrigação. A capacidade de retenção de água pelo solo está diretamente relacionada à sua matriz e a distribuição espacial dos poros e a interação destes fatores. Essa interação sofre também influência como: taxas de evaporação e transpiração locais, tipo de cultura estabelecida, densidade de plantio, profundidade e impedimentos à drenagem (CASSEL & NIELSEN, 1986).

REICHARDT (1990) comenta que a água do solo foi classicamente subdividida de uma maneira empírica e qualitativa, em diferentes frações, tais como; água gravitacional; água capilar, água disponível e água higroscópica. Esse autor mostra que a dinâmica da água no solo é complexa, variando de situação para situação, de acordo com a história do perfil do solo, dependendo de inúmeros fatores como a heterogeneidade do perfil de solo, tipo de planta, desenvolvimento e atividades radiculares, condições atmosféricas, etc.

No entendimento da relação entre a absorção de água e a produção das culturas, torna-se importante o conhecimento do balanço no suprimento de água do solo para satisfazer a demanda evaporativa da atmosfera. CARLESSO (1995) define que o suprimento de água é determinado pela habilidade da cultura em utilizar a água armazenada no solo, enquanto a demanda é determinada pela combinação dos fatores meteorológicos interagindo com o dossel vegetativo da cultura. O autor afirma que apesar da abundante literatura disponível, diferentes critérios têm sido utilizados na determinação do momento de ocorrência e da duração de um déficit hídrico. A maneira clássica de avaliar os limites da água disponível é feita por meio da medida do “ponto de murcha permanente” e da “capacidade de campo”. O conteúdo de água é avaliado nos potenciais de -0,03 a -1,5 MPa, para capacidade de campo e ponto de murcha permanente, respectivamente. Para substituir o inadequado conceito de água disponível, RITCHIE (1981) propôs o emprego do conceito de água extraível. A água extraível é definida para uma combinação particular solo-cultura, sendo classificada pela diferença entre o conteúdo de água no perfil do solo após a ocorrência da drenagem, a partir de um umedecimento completo (denominado de limite superior) e o conteúdo de água do perfil depois que plantas desenvolvidas normalmente tenham extraído toda a água possível do perfil (denominado de limite inferior).

Existe uma relação funcional entre a umidade (com base em peso ou em volume) com o potencial matricial que é chamado de curva de retenção de água. Como para cada tipo de solo existe um valor característico de umidade correspondente a um determinado valor de potencial matricial, essa relação funcional é também chamada de curva característica de umidade do solo (ANDRADE et al., 1998).

A dificuldade de se estimar ou medir a quantidade de água no solo, que através de um equilíbrio dinâmico nele permanece por mais tempo, tem criado metodologias empíricas para a medição deste parâmetro, apresentando controvérsias quanto a sua generalização para

diferentes tipos de solo (CARLESSO, 1995). Dentre essas várias técnicas para a obtenção da umidade direta do solo destaca-se o método gravimétrico, considerado padrão, sendo demorado, destrutivo e não permitindo a repetição da amostragem no mesmo local. Na maioria dos casos esse método é utilizado para calibração dos métodos indiretos (KIEHL, 1979), sendo utilizados estufas, frigideiras e fornos de microondas para a secagem das amostras (FOLEGATI et al., 2004).

Para o monitoramento da água no solo existem diversos tipos de equipamentos, porém a maioria se restringe somente aos trabalhos de pesquisa, pois são relativamente caros e requerem um mínimo de conhecimento e treinamento para sua utilização. Dentre os equipamentos citados destacam: o bloco de resistência elétrica, a técnica da reflectometria no domínio do tempo (TDR), tensiômetros e a sonda de nêutrons (PEREIRA, 2006). A opção por um determinado método varia de acordo com a finalidade, os objetivos e a disponibilidade instrumentais existentes.

O bloco de resistência elétrica mede, de forma indireta, por meio de resistência elétrica o teor de umidade ou tensão de água do solo, porém, para isso, é necessária uma calibração das leituras de umidade ou tensões. Embora seja um equipamento de boa precisão e custo não muito elevado, seu emprego no campo tem sido restrito principalmente devido à variabilidade do solo, dos próprios blocos e da faixa de umidade em que funciona corretamente (REICHARDT & TIMM, 2004).

As sondas de nêutrons constituem outra técnica que tem sido utilizada para a determinação do conteúdo de água no solo. Mas vários aspectos ainda apresentam dificuldade, tais como a determinação da umidade em camadas superficiais do solo, riscos com o manuseio por tratar-se de material radioativo e a calibração do equipamento, sendo esta última talvez a mais crítica das desvantagens dessa técnica (BACCHI et al., 1998).

Com relação à técnica da TDR, esta vem se destacando como método de monitoramento indireto de umidade do solo pela rapidez e possibilidade de repetição de leituras de umidade em tempo real. A técnica se baseia na medida da propagação de um pulso eletromagnético ou o tempo que o pulso leva para retornar ao sistema após percorrer uma sonda instalada no solo, sendo que a velocidade de propagação do sinal está relacionada com a constante dielétrica do meio. A medida de umidade volumétrica com o TDR se baseia na determinação da constante dielétrica do solo, sendo seus valores igual a 1 para o ar, de 3 a 7 para as partículas minerais e de 80 para a água. Como o componente que possui a maior influência sobre os valores da constante dielétrica do solo é a água, pode-se estimar a umidade volumétrica do solo em função de sua constante dielétrica (ZEGELIN et al., 1992).

O tensiômetro tem o seu emprego mais recomendado para o controle das irrigações em campo em virtude de sua simplicidade, baixo custo e facilidade de operação, porém apresenta algumas limitações como a leitura pontual de umidade, representatividade da área e escala de uso. Este equipamento tem capacidade para leituras de até 80 kPa, uma vez que para tensões maiores, o mesmo deixa de funcionar (SILVEIRA & STONE, 2002). A tensiometria, cujo princípio se baseia na tensão da água no solo em equilíbrio com uma cápsula porosa ou potencial matricial que, por sua vez, está relacionado com as forças de capilaridade e as cargas elétricas da superfície das partículas. Desta forma, quando ocorre aumento da tensão da água no solo, ou seja, condição de solo mais seco, dá-se a passagem de água do interior do tubo do tensiômetro por meio da cápsula para o solo, criando vácuo parcial dentro do aparelho, que é registrado pelo vacuômetro metálico ou de mercúrio ou por tensímetro digital. Quando ocorrem chuvas ou irrigação, a água se movimenta no sentido inverso (do solo para o tensiômetro), diminuindo o vácuo existente e, conseqüentemente, a leitura de tensão de água no solo (FARIA & COSTA, 1987). Depois de estabelecido o equilíbrio, o potencial da água dentro da cápsula é igual ao potencial no solo em torno dela, e quando isto acontece o fluxo de água cessa (REICHARDT & TIMM, 2004).

Apesar das inúmeras vantagens da técnica, ainda são poucos os trabalhos que comparam métodos para a determinação da umidade do solo. Um deles é o trabalho de DONG WANG et al. (1998), que realizaram um experimento com o objetivo de determinar medidas simultâneas de taxa de infiltração, conteúdo de água no solo e potencial mátrico, utilizando infiltrômetros de tensão, TDR e tensiômetros. Os autores concluíram que o uso de pequenas sondas e tensiômetros durante o experimento possibilitou as medidas simultâneas desejadas. Apesar dos escassos trabalhos existentes na área, a International Atomic Energy Agency (IAEA) salienta que novos caminhos são necessários, para comparar as tecnologias e formular recomendações, com vistas em estabelecer linhas de pesquisas futuras.

TEIXEIRA et al. (2005), com o objetivo de comparar o desempenho da sonda de nêutrons e do TDR com o tensiômetro e buscando verificar a sensibilidade destes equipamentos na obtenção da umidade do solo e da função condutividade hidráulica ( $K(\theta)$ ) a partir dos dados da curva de retenção de água no solo, concluíram que as umidades e as condutividades hidráulicas não saturadas obtidas pelo TDR foram mais próximas das obtidas pelo tensiômetro, quando comparadas às da sonda de nêutrons, na profundidade até de 0,70 m. Nas profundidades superiores a 1,0 m, a sonda de nêutrons mostrou-se mais eficiente na determinação da umidade do solo e da condutividade hidráulica não saturada.

Todos esses métodos de determinação ou estimativa da umidade estimam a lâmina de água a ser aplicada por meio do produto entre a água disponível útil e a profundidade do sistema radicular da cultura em questão (FOLEGATTI et al., 2004). A água disponível no perfil é dada pela diferença da umidade na capacidade de campo, em volume, com umidade atual do solo, em volume, multiplicado pelo fator de disponibilidade (adimensional), sendo este o fator relacionado com o limite de água do solo em que a produção da cultura não é afetada.

## **2.5. Análise de Crescimento**

A análise de crescimento tem sido usada por pesquisadores, na tentativa de explicar as diferenças no crescimento de ordem genética ou resultante de modificações do ambiente (BRANDELERO et al., 2002) e constitui uma ferramenta eficiente para a identificação de materiais promissores (BENINCASA, 2003). Também, pode ser usada para a avaliação da produtividade de culturas e permite que se investigue a adaptação ecológica a novos ambientes, a competição entre espécies, os efeitos de manejo e tratamentos culturais, a identificação da capacidade produtiva de diferentes genótipos (ALVAREZ et al., 2005). Sendo assim, dependendo do ciclo da cultura (curto ou longo), este será avaliado em intervalos de tempos pré definidos, de modo que, pelo menos seis a sete medidas sejam tomadas de cada valor primário em um grupo de plantas, por unidade experimental (SILVA et al., 2000).

Segundo BENINCASA (2003) esse tipo de análise baseia-se fundamentalmente no fato de que cerca de 90%, em média, da matéria seca acumulada pelas plantas, ao longo do seu crescimento, resultam da atividade fotossintética, e o restante pela absorção de nutrientes minerais. De acordo CARDOSO et al. (2006) esse acúmulo de fitomassa pode ser estudado por medidas lineares (altura de planta, comprimento e diâmetro do caule, comprimento e largura de folha, comprimento de raiz, etc.); número de unidades estruturais (folhas, flores, frutos, raízes, e outros); medidas de superfície (principalmente pela medição da superfície da lâmina foliar).

O crescimento pode ser definido como mudanças irreversíveis que ocorrem na planta com o passar do tempo, as quais ocorrem principalmente no tamanho, frequentemente na forma e ocasionalmente no número. Segundo BENINCASA (2003), a dificuldade de entendimento do crescimento das plantas se dá pelo fato de que o crescimento resulta da

interação de mecanismos físicos e bioquímicos bastantes complexos, a maioria dos quais pouco esclarecidos ou mesmo desconhecidos. Este autor relata que, apesar das complexidades que envolvem o crescimento das plantas, a análise de crescimento ainda é a mais acessível e bastante preciso para avaliar o desenvolvimento e inferir a contribuição de diferentes processos fisiológicos sobre o comportamento vegetal.

Os índices fisiológicos envolvidos e determinados na análise de crescimento indicam a capacidade do sistema assimilatório (fonte) das plantas em sintetizar e alocar a matéria orgânica nos diversos órgãos (drenos) que dependem da fotossíntese, respiração e translocação de fotoassimilados dos sítios de fixação aos locais de utilização ou de armazenamento (FONTES et al., 2005). Portanto, expressam as condições fisiológicas da planta e quantifica a produção líquida derivada do processo fotossintético. Esse desempenho é influenciado pelos fatores bióticos e abióticos (LESSA, 2007).

A produção econômica final de uma cultura é resultante das interações planta-solo-ambiente. Porém para se compreender a natureza dos controles intrínsecos da cultura, são necessárias observações mais detalhadas, além da sua produção final (PEREIRA & MACHADO, 1987).

Segundo KVET et al. (1971), a análise de crescimento de comunidades vegetais é um dos primeiros passos na análise de produção primária, caracterizando-se como o elo de rendimento das culturas e a análise destas por meio de métodos fisiológicos. PEREIRA & MACHADO (1987) afirmam que a análise de crescimento representa a referência inicial na análise de produção das espécies vegetais, requerendo informações que podem ser obtidas sem a necessidade de equipamentos sofisticados. Tais informações são as quantidades de material contido em toda planta e em suas partes (folha, caule, raiz), e o tamanho do aparelho fotossintetizante (área foliar) obtidas a intervalos de tempo regular durante o desenvolvimento fenológico da planta.

Existem dois métodos empregados no cálculo das taxas de crescimento vegetal, ou seja, o tradicional e o funcional. No método tradicional ou clássico, as taxas são calculadas entre duas coletas sucessivas, por meio de fórmulas previamente deduzidas, cujos valores obtidos representam médias para o intervalo de tempo entre coletas. No método funcional, os dados originais são ajustados a uma equação, por meio de regressão, obtendo-se, valores instantâneos (PEREIRA, 2006).

### **2.5.1. Método funcional**

No método funcional, os dados primários (W e A) são ajustados por modelos polinomiais, tendo o tempo como variável independente, sendo possível estimar as taxas de crescimento em cada dia. Segundo KVET et al. (1971), estimativas das características de crescimento, por meio de curvas ajustadas de massa seca e área foliar podem atender melhor a proposta, do que a estimativa sobre intervalos de tempo definidos como utilizado no método clássico. Este procedimento se baseia na escolha de uma função matemática adequada, representada por uma curva ajustada a partir dos valores observados de massa seca ou área foliar, que se aproximam da curva real.

O processo funcional facilita a condução dos experimentos com vários tratamentos e repetições, apresentando inúmeras vantagens de acordo com PEREIRA & MACHADO (1987):

- as amostragens não necessitam ser simultâneas em tratamentos diferentes e nem ocorrerem em intervalos regulares, podendo ser mais frequente nos períodos de maior crescimento;
- não há necessidade de pressupor que o crescimento em si obedeça a determinado modelo ou que se conheça a relação entre massa seca e área foliar, mas apenas que se ajustem



adequadamente os dados primários as funções;

- as informações de todas as amostragens são utilizadas na estimativa dos índices, em qualquer período de crescimento e não somente nos períodos em questão;

- as amostras não precisam ser grandes, pois pequenos erros de amostragem são compensados pela estimativa da função gerada;

- uma única função reúne várias informações, facilitando o manuseio e a interpretação dos resultados.

Apesar das vantagens do método funcional em relação ao clássico, nenhum processo é perfeito e segundo PEREIRA E MACHADO (1987), o ajuste demasiado dos dados originais, propostos por alguns autores, buscando a descrição de todas as nuances dos dados, fazem com que os pequenos erros de amostragem não sejam compensados, gerando estimativas de índices fisiológicos difíceis de serem explicados biologicamente.

O objetivo da análise de crescimento funcional é encontrar uma função que descreva convenientemente o acúmulo de massa seca e a área foliar observada sem introduzir discrepâncias inerentes à própria função. Segundo PEREIRA E MACHADO (1987), a variância de cada amostragem no crescimento vegetal é proporcional ao tamanho das plantas, sendo necessário à transformação dos dados para homogeneizar as variâncias, sendo a logarítmica, a transformação mais utilizada.

## **CAPÍTULO I**

### **DESEMPENHO DA CULTURA DA BERINJELA SUBMETIDA À DIFERENTES LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO SOB MANEJO ORGÂNICO E EM SISTEMA DE PLANTIO DIRETO.**

## RESUMO

O consórcio entre culturas é uma alternativa de se intensificar e diversificar a produção, mediante o uso mais eficiente dos fatores de crescimento (luz, água e nutrientes), do espaço físico e do tempo disponível, podendo trazer resultados vantajosos (econômico e agrônomo) se bem dimensionados e definidos. Foi conduzido um estudo no SIPA (Sistema Integrado de Produção Agroecológica), localizado no município de Seropédica-RJ no período de 7/07/2007 a 30/11/2007, com o objetivo de se determinar a produtividade da cultura da berinjela em função de diferentes lâminas de irrigação e sistemas de cultivo (consorciada com uma leguminosa e solteira) sob as condições edafoclimáticas locais, no sistema de plantio direto em cultivo orgânico. O delineamento experimental adotado foi o de blocos ao acaso no esquema de parcela subdividida com quatro repetições, sendo os tratamentos na parcela equivalentes às lâminas de irrigação (40; 70; 100; 120% ETc – evapotranspiração da cultura), estimadas a partir da evaporação do Tanque Classe A. A sub parcela foi caracterizada pelo cultivo da berinjela consorciada com feijão caupi e berinjela solteira, totalizando 32 unidades experimentais. Não houve diferenças significativas ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F para o sistema de produção consorciado e solteiro. No entanto, considerando as diferentes lâminas aplicadas, a maior produção comercial da berinjela foi equivalente a 6,41 kg planta<sup>-1</sup>, correspondente a uma produtividade de 65,41 Mg ha<sup>-1</sup>, obtida para uma lâmina total (irrigação + precipitação) de 690,04 mm (106,8% ETc). Na menor lâmina aplicada houve produção de frutos com qualidade inferior àquela observada nas maiores lâminas, sendo a taxa de descarte dos frutos, independente do sistema de cultivo, de 3 e 14%, respectivamente, para a maior e menor lâminas.

**Palavras chave:** manejo da irrigação, *Solanum melongena*, funções de produção.

## ABSTRACT

The consortium between cultures is an alternative to intensify and diversify production through more efficient use of growth factors (light, water and nutrients), physical space and time available, and can bring beneficial results (economic and agronomic) if sized and well defined. We conducted a study at SIPA (Integrated Production Agroecological), located in the municipality of Seropédica-RJ for the period 07/07/2007 to 30/11/2007, with the objective of determining the yield of eggplants in function of different irrigation and cultivation systems (and intercropped with a legume crop) under the local conditions, the system of tillage in organic farming. The experimental design was randomized blocks in a split plot design with four replications, with treatments in the plot equivalent to water depths (40, 70, 100; by 120% ETc - crop evapotranspiration), estimated from the evaporation Tank Class A. The sub plot was characterized by cultivation of eggplant intercropped with cowpea and eggplant single, totalizing 32 experimental units. No significant difference at 5% probability by F test for the production system syndicated and single. However, considering the different water depths, the largest commercial production of eggplant was equivalent to 6.41 kg plant<sup>-1</sup>, corresponding to a yield of 65.41 Mg ha<sup>-1</sup>, obtained for a total depth (irrigation + precipitation) of 690.04 mm (106.8% ETc). The lowest layer was applied fruit production with quality lower than that observed in the larger blades, and the rate of fruit drop, regardless of the culture system, 3 and 14% respectively for the higher and lower blades.

**Key words:** irrigation management, *Solanum melongena*, production functions

### 3 INTRODUÇÃO

A utilização de técnicas de cultivo sem o uso de agrotóxicos vem representando um aspecto favorável tanto para o consumidor como para o meio ambiente (LIMA et al., 2007). O desenvolvimento e aplicação de um manejo integrado com vista à produtividade e à sustentabilidade agrícola implicam na redução do uso de fertilizantes solúveis e no incremento de fontes não tradicionais de nutrientes, como adubação orgânica e a reciclagem de resíduos.

O crescimento da agricultura orgânica tem sido evidente, sobretudo na olericultura. Esse processo é decorrente da necessidade de interação dos fatores ecológicos, econômicos e sociais. Porém, a competitividade de unidades de produção orgânica depende, em parte, da geração de conhecimentos e de bases tecnológicas apropriadas que assegurem a sustentação temporal destas unidades. Para isso e principalmente na produção orgânica de hortaliças e frutíferas, diversas iniciativas tem sido adotadas, tais como: cultivos conservacionistas de baixa perturbação do solo (plantio direto), composto orgânico, biofertilizante líquido, adubação verde, consórcio e cobertura viva permanente com leguminosas anuais e perenes (VENTURA et al., 2007).

Mediante estudos relativos à função de produção, podem ser determinados os níveis ótimos econômicos dos fatores aplicados e caso seja possível a correlação de todos os insumos utilizados em determinado processo produtivo com a resposta da produção, é obtida uma boa aproximação da realidade. No entanto, tem-se a complexidade entre as relações encontradas relativas à cultura, clima, água e solo. Essas relações envolvem processos de ordem biológica, física, química e fisiológica, o que inviabilizaria o estudo conjunto dessas interações, em parte pelo quantitativo de dados ou ainda pela inviabilidade da análise dos mesmos (DOORENBOS & KASSAN, 1994).

A avaliação econômica da irrigação normalmente envolve a quantificação de produção em resposta ao total de água aplicada. A caracterização da resposta da cultura a uma eficiente exploração agrícola é possível com o uso racional dos recursos disponíveis (MONTEIRO et al., 2006), sendo a relação entre quantidades de insumos utilizados e produção obtida definida como função de resposta (FRIZZONE & ANDRADE JÚNIOR, 2005). O uso adequado destas informações permitem a otimização dos fatores envolvidos com a produção (MONTEIRO et al., 2006).

A berinjela demonstra boa adaptabilidade às condições edafoclimáticas da região da Baixada Fluminense, podendo ser cultivada durante o inverno, época do ano em que sofre menos competição com a produção proveniente das Regiões Serranas e do Médio Paraíba, as quais, em virtude de temperatura excessivamente baixas, não a cultivam nessa época do ano.

Com base no exposto, o presente trabalho teve como objetivo determinar a produtividade e a eficiência do uso da água da cultura da berinjela em função de diferentes lâminas de irrigação e sistemas de cultivo (consorciada com uma leguminosa e solteira) no sistema de plantio direto, nas condições edafoclimáticas de Seropédica-RJ.

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1. Caracterização da Área Experimental

O trabalho foi desenvolvido no SIPA (Sistema Integrado de Produção Agroecológica), denominado “Fazendinha Agroecologica km 47”, localizado no município de Seropédica-RJ, região metropolitana da cidade do Rio de Janeiro (Latitude 22°48'00''S; Longitude 43°41'00''W; altitude de 33,0 m). O SIPA é uma área de 70 ha destinada à experimentação e desenvolvimento da agroecologia. Trata-se de um projeto implantado no ano de 1993 mediante convênio entre a Embrapa-Agrobiologia, UFRRJ e Pesagro-Rio, visando o exercício de pesquisa sistêmica, de caráter multi e interdisciplinar. Os solos são classificados como Argissolo Vermelho-Amarelo ou Planossolo (ALMEIDA et al. 2003) e, de acordo com CARVALHO et al. (2006), o clima da região é do tipo Aw na classificação de Köppen, com inverno seco. Dados agroclimáticos de Seropédica (INMET/PESAGRO-RIO) registraram em 30 anos (1977-2007) médias anuais de temperatura em torno de 28° C e pluviosidade em torno de 1.200 mm. A precipitação pluvial se concentra entre os meses de outubro e março, com elevadas temperaturas neste mesmo período do ano. Normalmente, ocorre uma estiagem prolongada, que vai de abril a setembro e um frequente veranico nos meses de janeiro e fevereiro. A Tabela 1 apresenta a caracterização química do solo na área de plantio, para a camada de 0-0,2m, sendo as amostras coletadas 30 dias antes do plantio da cultura. As análises foram realizadas no Laboratório de Solos da Embrapa Agrobiologia conforme metodologia apresentada por Embrapa (1997).

Tabela 1 – Resultado da análise de solo realizada na área experimental antes da implantação da cultura da berinjela

pH (H <sub>2</sub> O)	Al	Ca+Mg	Ca	Mg	P	K
	-----cmolc dm <sup>-3</sup> -----			-----mg dm <sup>-3</sup> -----		
6,6	0,0	7,7	5,2	2,5	274,7	160,5

De acordo com manual de adubação para o Estado do Rio de Janeiro não foi necessário realizar correção do solo no plantio para a cultura da berinjela. A densidade do solo era de 1,754 g cm<sup>-3</sup> na profundidade de 0,20 m e a análise granulométrica para a mesma profundidade quantificou 15, 76 e 9 % de argila, areia e silte, respectivamente. Na Tabela 2, são apresentadas as características físicas do solo da área experimental. Foram coletadas amostras indeformadas antes da implantação da cultura nas camadas de 0-0,1; 0,1-0,2 e 0,2-0,4m com quatro repetições para cada profundidade abrindo uma trincheira para facilitar as coletas das amostras.

Tabela 2 – Diâmetro Médio Ponderado das Partículas do Solo (DMP), Densidade das Partículas (Dp), Densidade do Solo (Ds) e Volume Total de Poros (VTP) do solo da área experimental

Variáveis	Profundidades		
	0 - 0,10 m	0,10 – 0,20 m	0,20 – 0,40 m
DMP (mm)	3,32	3,45	3,48
Ds (g cm <sup>-3</sup> )	1,69	1,75	1,86
Dp (g cm <sup>-3</sup> )	2,51	2,55	2,57
VTP (%)	32,63	31,30	27,88
Areia (%)	75	76	77
Silte (%)	9	9	9
Argila (%)	16	15	14
Cc (cm <sup>3</sup> cm <sup>-3</sup> )	0,23	0,22	0,16
U min (cm <sup>3</sup> cm <sup>-3</sup> )	0,16	0,17	0,11

O valor do conteúdo de água no solo correspondente à capacidade de campo (CC) foi determinado em laboratório utilizando o extrator de Richards sendo a metodologia descrita por REICHARDT & TIM, (2004). A menor umidade gravimétrica do solo (U min) observado na ocasião da calibração das sondas de TDR foi considerado neste estudo com sendo a menor disponibilidade de umidade no solo para planta. Esse valor foi observado diretamente no campo após saturação de uma bacia de calibração permanecendo 63 dias sem nenhum suprimento de água. Considerando os valores de capacidade de campo apresentada na Tabela 2 para as camadas de 0-0,1; 0,1-0,2 e 0,2-0,4 e a umidade mínima observada no campo (Umin) para as mesma profundidade, sendo o fator de disponibilidade (f) de 0,50 e a profundidade de exploração de 80% de suas raízes de 0,40m (VIEIRA, 1994); desta forma o limite de água disponível no solo para a cultura da berinjela foi de 23,15 mm, na camada de 0-40 cm.

Na determinação da estabilidade dos agregados foi utilizada a metodologia de tamisamento mecânico, em aparelho de oscilação vertical (YOODER, 1936) com jogo de tamises de 2,0; 1,0;0,5; e 0,10 mm (KEMPER & CHEPIL, 1965). Para determinação da densidade do solo, foram coletadas amostras nas mesmas profundidades citadas anteriormente por meio de anel de Kopecky. Nas amostras deformadas, foram determinadas as densidades das partículas pelo método do balão volumétrico (EMBRAPA, 1997) e a textura do solo pelo método de laboratório da pipeta. O volume total de poros (VTP), expresso em percentagem, foi calculado pela equação 1:

$$VTP = \left(1 - \frac{Ds}{Dp}\right)100 \quad (1)$$

em que

Ds = densidade do solo, em g cm<sup>-3</sup>;

Dp = densidade de partículas, em g cm<sup>-3</sup>.

#### 4.1.1. Preparo do Solo da Área Experimental

O solo foi preparado realizando apenas uma roçada da área, com auxílio de uma roçadeira acoplada ao microtrator, deixando a palhada depositada sobre o solo (Figura 1 - a). Em seguida, com o mesmo micro trator acoplado a um cultivador, foram marcadas as linhas de plantio espaçadas de 1,4 m (Figura 1b), sendo as covas de plantio abertas manualmente, espaçadas de 0,7 m e com as seguintes dimensões 0,2 x 0,2 x 0,20 m.



Figura 1 - (a) - Micro trator realizando limpeza da área; (b) marcação das linhas de plantio.

No plantio foi realizada uma adubação orgânica de esterco bovino na dosagem de 0,540 kg cova<sup>-1</sup> de matéria seca que apresentava umidade de 55%. As características químicas do esterco utilizado encontram-se na Tabela 3. Além do esterco, foi também utilizada uma mistura de 100 g na proporção de 1:1 de farinha de ossos e cinzas, sendo esta recomendação baseada na composição média das fontes utilizadas, necessidade da cultura.

Tabela 3 - Resultado da análise química do esterco bovino utilizado na adubação de plantio.

Ca	Mg	P	K	N
-----g kg <sup>-1</sup> -----				
6,00	5,0	1,03	28,20	11,81

#### 4.1.2. Preparo e transplante das mudas

Na produção das mudas de berinjelas foram utilizadas sementes do híbrido Ciça, da empresa Isla<sup>®</sup> semeadas em bandeja de isopor de 128 células abastecidas com substrato constituído de subsolo argiloso, areia lavada, esterco bovino curtido, “cama” de aviário e vermicomposto, na proporção respectiva de 4:2:2:1:1 (base em volume) e mantidas em casa de vegetação com irrigação manual diária até os 45 dias após a semeadura (DAS) (Figura 2). O híbrido Ciça, desenvolvido pelo CNPH/Embrapa, se caracteriza como um material resistente às doenças antracnose e a podridão-de-fomopsis. Apresenta como característica agrônômica, florescimento aos 35-45 DAT, hábito de crescimento indeterminado, formato do fruto oblongo alongado e com coloração roxo escuro brilhante.

O transplante das mudas foi realizado no dia 7 de julho de 2007, com as mudas apresentando idade de 45 dias e, em média, cinco folhas, com área foliar total de 72,83 cm<sup>2</sup>. Para melhor distribuição das mesmas no campo, foi utilizada uma linha guia com o



espaçamento previamente definido.



Figura 2 - Mudanças de berinjela em bandejas de isopor no dia do transplante (07/07/2007) em Seropédica-RJ.

Durante o cultivo, foram realizados os seguintes tratamentos culturais: capina na linha das plantas, roçada na entre linha e adubação de cobertura com torta de mamona na dosagem de  $0,2 \text{ kg planta}^{-1}$  mensalmente; e semanalmente realizada a pulverização da mistura de óleo de Nim a 1% e sulfocálcica a 1% para manutenção da sanidade da cultura.

#### 4.1.3. Delineamento experimental

Foi utilizado o delineamento experimental de blocos casualizados no esquema de parcelas subdivididas com quatro repetições, sendo os tratamentos na parcela (4 lâminas de irrigação) e na sub parcela (2 sistemas de cultivo – consórcio com caupi e monocultivo). As lâminas de irrigação foram caracterizadas como T1 (40% ETc); T2 (70% ETc); T3 (100% ETc) e T4 (120% ETc), obtidas a partir da evaporação do Tanque Classe A, instalado próximo ao local do experimento. Para a região de Seropédica o método do tanque Classe com um ajuste adequado do coeficiente do tanque (kp), constitui uma boa alternativa para o manejo da irrigação na região CARVALHO et al. (2006).

Após cada evento de irrigação, era realizada a coleta e medição do volume de água precipitado. Visando o desenvolvimento inicial uniforme, foi realizada aclimatação das mudas no campo até 7 DAT, realizando irrigação 100% da ETc em toda a área de cultivo.

Na Tabela 4 são apresentados os valores de densidade de plantio da berinjela solteira e consorciada com feijão caupi para a finalidade de produção de massa verde e vagem para o consumo humano.

Tabela 4 – Densidade populacional de berinjela e do feijão caupi para adubação verde e para colheita de vagem (Seropédica-RJ-2007).

Tratamento	Nº de plantas $\text{ha}^{-1}$	
	Berinjela	Caupi
Berinjela (solteira)	10.204	
Berinjela + caupi (caupi adubação verde)	10.204	71.420

A medição dos volumes de água aplicados em cada parcela experimental foi realizada com auxílio de coletores C1 marca FABRIMAR<sup>®</sup> espaçados 2,0 m entre si e distribuídos em dois blocos transversalmente a linha dos aspesores (Figura 3).



Figura 3 - Localização dos coletores para determinação da lâmina de irrigação aplicada

Cada parcela foi composta de 16 plantas úteis e, em cada subparcela havia 8 plantas úteis, conforme Figura 4. Após 7 dias do transplante da berinjela foi semeado o feijão caupi utilizando 10 sementes por metro linear, formando uma fileira dupla em ambos os lados das plantas de berinjela, sendo 4 linhas de 3 m, totalizando 12 m linear de feijão caupi em cada sub parcela, espaçadas em 0,5 m entre linhas do caupi e 0,45 m das plantas de berinjela. As sementes do feijão caupi foram procedentes de colheitas realizadas no próprio SIPA no ano de 2006. Aos 65 DAS, foram roçadas duas linhas de caupi de um lado da berinjela. As outras duas linhas do cultivo consorciado tiveram a finalidade de quantificar a produção de vagens verdes.

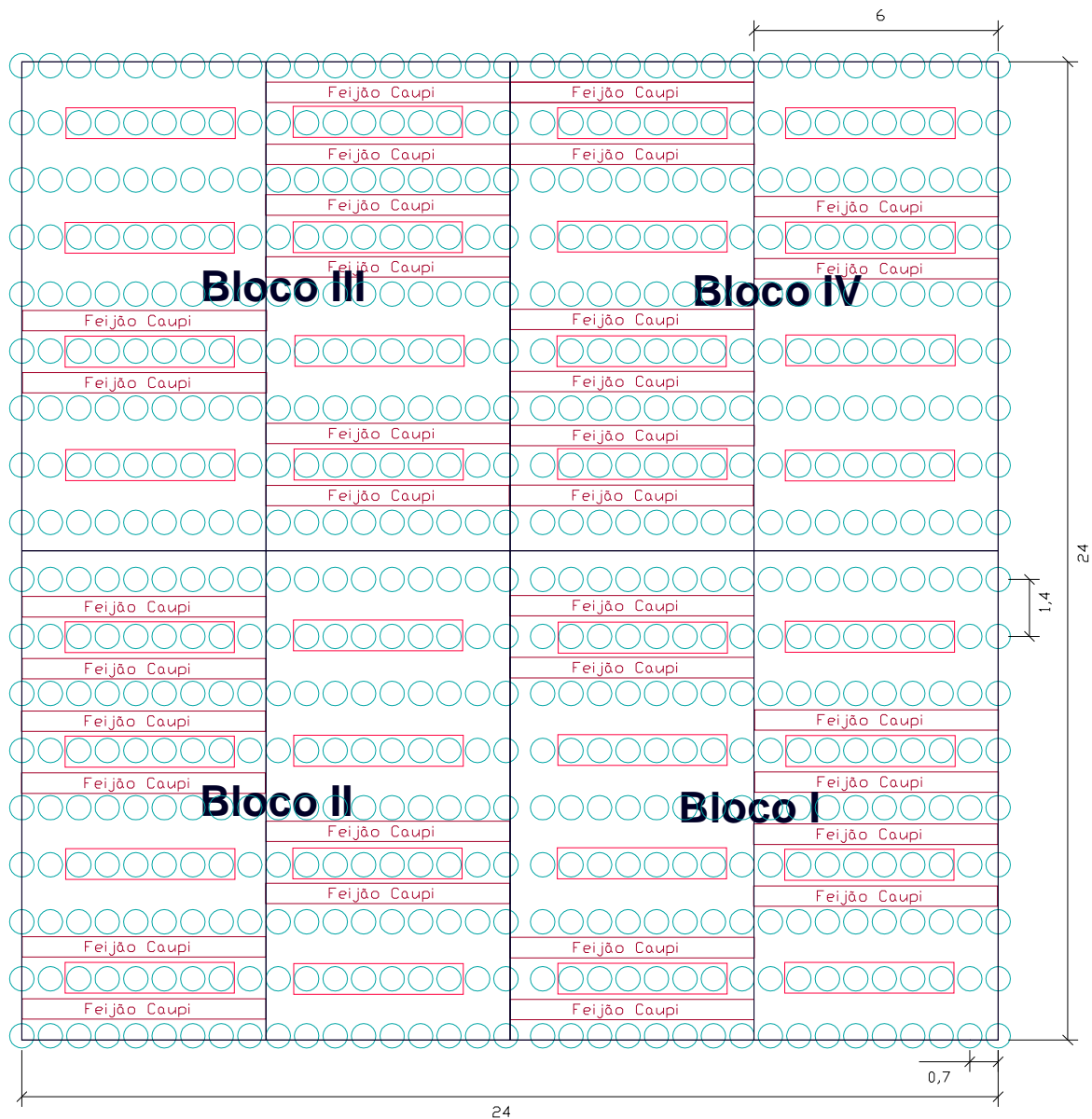


Figura 4 - Esquema geral do arranjo experimental, delimitando os quatro blocos com as plantas úteis destacadas em vermelho, e alocação das parcelas onde foi cultivado o feijão caupi.

#### 4.1.4. Coleta dos dados climáticos

Os dados climáticos referentes ao período de realização do experimento foram obtidos numa estação automática, localizada no próprio SIPA. Nesta estação, as variáveis climáticas eram registradas continuamente em um sistema Datalogger, que armazenava as informações a cada segundo, com emissão de média a cada 30 minutos (CARVALHO et al., 2006). A estação era composta de sensores de temperatura de bulbo seco e úmido, velocidade do vento e radiação global, além de um tanque Classe A e um pluviógrafo. Foi considerada precipitação efetiva ( $P_e$ ) a lâmina de água utilizada para elevar o conteúdo de água no solo até a capacidade de campo.

## 4.2. Manejo da Irrigação

Diariamente, após a leitura de evaporação no tanque classe A, era realizado o cálculo da lâmina de água a ser aplicada. A evaporação medida em tanque implica no efeito integrado de radiação solar, vento, temperatura e umidade na superfície. Segundo ALLEN et al. (1998), a evaporação relaciona-se com a ETo, da seguinte forma:

$$ETo = k_p E_v \quad (2)$$

em que:

ETo = evapotranspiração de referência (mm dia<sup>-1</sup>);

k<sub>p</sub> = coeficiente do tanque; e

E<sub>v</sub> = evaporação do tanque Classe A (mm dia<sup>-1</sup>).

Para a estimativa do k<sub>p</sub> foi utilizada a metodologia proposta por ALLEN et al. (1998):

$$K_p = 0,108 - 0,0286.u_2 + 0,0422.\ln F + 0,1434.\ln(H) - 0,000631.[\ln F]^2 . \ln H \quad (3)$$

em que:

u<sub>2</sub> = velocidade do vento medida a 2m de altura (m s<sup>-1</sup>);

H = umidade relativa média (%); e

F = bordadura, em m, que corresponde o espaço entre o tanque e o final da área de contorno (neste estudo foi utilizado 10,0 m).

A evapotranspiração da cultura (ET<sub>c</sub>) foi determinada utilizando a seguinte equação:

$$ET_c = k_c ETo \quad (4)$$

em que k<sub>c</sub> representa o coeficiente de cultivo da cultura da alface.

Na Tabela 5 são apresentados os valores do k<sub>c</sub> tabelados para a cultura da berinjela durante todo seu ciclo.

Tabela 5 – Coeficientes de cultura (k<sub>c</sub>) para a cultura da berinjela.

Fase	DAT*	Valor do Kc
Inicial	Transplante – 45 DAT	0,85
Médio	46 – 110 DAT	1,15
Final	111 – 165 DAT	0,80

\*Dias após a transplantio

FONTE: ALLEN et al. (1998)

Diariamente, os coeficientes de cultivo eram corrigidos, conforme metodologia apresentada por ALLEN et al., (1998):

$$K_{c_{ini}} = 1,41704 - 0,092412.ETo - 0,11001.IE + 0,0042672.ETo^2 + 0,0033743.IE^2 + 0,00028724.ETo.IE \quad (5)$$

$$Kc_{med} = Kc_{med} (Tab) + [0,04.(u_2 - 2) - 0,004.(UR_{min} - 45)].\left(\frac{h}{3}\right)^{0,3} \quad (6)$$

$$Kc_{fim} = Kc_{fim} (Tab) + [0,04.(u_2 - 2) - 0,004.(UR_{min} - 45)].\left(\frac{h}{3}\right)^{0,3} \quad (7)$$

em que,

$Kc_{med} (Tab)$  = coeficiente da cultura tabelado para a fase 2;

$Kc_{fim} (Tab)$  = coeficiente da cultura tabelado para fase 3

$Kc_{ini}$  = coeficiente da cultura para fase 1;

$Kc_{med}$  = coeficiente da cultura para fase 2;

$Kc_{fim}$  = coeficiente da cultura para fase 3;

IE = intervalo entre eventos de umedecimento do solo, em dias; e

h = altura máxima da planta na fase correspondente, em m.

### 4.3. Sistema de Irrigação

A irrigação, segundo o delineamento experimental, foi realizada por aspersão com o uso da irrigação em linha do tipo *line source* (AGUIAR, 2005), composto por quatro aspersores da marca FABRIMAR - modelo Mid bocal 4,1 mm, formando uma linha no centro da área experimental. Os aspersores foram operados com pressão de serviço de 300 kPa e uma altura de 1,5 m. As irrigações foram realizadas nas primeiras horas da manhã a cada dois dias. O sistema de irrigação por aspersão foi adotado neste estudo por ser aquele normalmente utilizado pelos produtores rurais em função do seu custo e possibilidade de remanejamento para irrigação de outras lavouras na propriedade durante o ano de cultivo.

### 4.4. Acompanhamento da Umidade do Solo

Durante a condução do experimento foram realizadas estimativas da umidade do solo, antes de realizar a irrigação, utilizando o equipamento baseado na técnica da Reflectometria com Domínio do Tempo (TDR). A Figura 5 ilustra os componentes utilizados para a medição da umidade do solo. A metodologia TDR permite leituras pontuais e instantâneas das condições de umidade volumétrica no solo por meio da sua constante dielétrica (TOPP et al., 1980), obtida pela medição do tempo (t) necessário para um pulso eletromagnético, emitido em barras condutoras paralelas de comprimento L, inseridas no solo (SILVA & GERVÁSIO, 1999).

Tendo em vista a homogeneidade das características do solo da área experimental, as sondas foram instaladas no bloco 1, nas parcelas com os tratamentos T1, que repunha 40 % ETc, e T3, com 100 % ETc. Elas foram posicionadas horizontalmente, para monitorar o perfil de umidade do solo a 0,20 m de profundidade, conforme o sistema radicular da cultura. Foram feitas pequenas trincheiras, tomando sempre o cuidado quanto à compressão do solo ou a formação de fendas nessa trincheira (Figura 6), que poderiam alterar sensivelmente a representatividade da constante dielétrica do entorno da haste em relação ao solo.

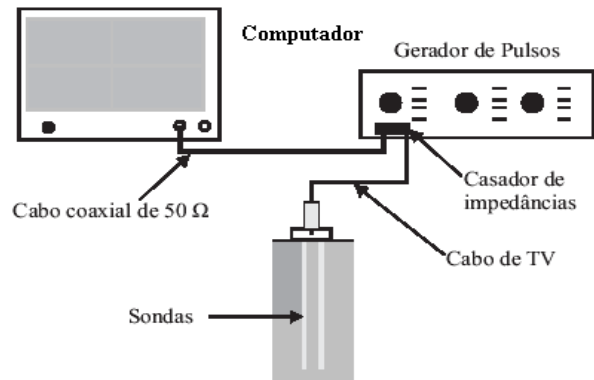


Figura 5 - Sistema para estimativa da umidade do solo utilizando-se a TDR.



(a)



(b)

Figura 6 - Instalação das sondas no campo (a) e visualização da trincheira após preenchida com solo (b).

A calibração das sondas foi realizada no campo para as mesmas condições de realização do experimento. Como procedimento de calibração foi construída uma bacia com o próprio solo (Figura 7), que foi posteriormente saturada para ser possível a avaliação do perfil de umedecimento. Na sequência as leituras da constante dielétrica do solo foram feitas com a TDR as quais foram relacionadas com a umidade volumétrica, obtidas por meio de coleta de amostras de solo na profundidade de 0,2 m, em diferentes condições de umidade do solo. Esses dados foram submetidos à análises de regressão para a determinação da curva de calibração.



Figura 7 - Bacia de calibração das sondas TDR em condições de canteiro.

Foram coletadas amostras com intervalos de 2 dias a fim de possibilitar uma maior variação entre as leituras da constante dielétrica, buscando amostrar os pontos extremos, ou seja, o solo em condições de saturação e com mínimo de conteúdo de água no solo, representando as diferentes lâminas que seriam utilizadas na condução do experimento.

#### 4.5. Avaliação da Produção

A produtividade da berinjela foi avaliada em colheitas semanais, tendo início no dia 21/09/2007 (77 DAT) e término no dia 30/11/07, correspondendo aos 147 DAT. Ao longo deste período, foram realizadas 11 colheitas, sendo analisada a produção total, produção comercial e comprimento dos frutos, seguindo o controle de agroqualidade do CEAGESP que propõem as seguintes classes: menor que 14 cm CLASSE 11; maior que 14 cm a menor que 17 cm CLASSE 14; maior que 17 cm a que menor 20 cm CLASSE 17; maior que 20 e menor que 23 CLASSE 20; CLASSE 0 frutos com defeito que não seja aceito pelo mercado consumidor.

Foram descartados frutos que apresentavam tamanho inferior a 0,10 m e superior a 0,25 m e também os frutos maduros, com má formação e com injúrias mecânicas. Para a análise efetiva do experimento, foram colhidos frutos de 8 plantas em cada sub parcela experimental. Logo após a colheita, os frutos foram identificados e levados para uma sala de processamento, onde foram medidos o comprimento, diâmetro e o peso fresco individualmente de cada fruto, e o número médio de frutos comercial e total por planta.

O corte da leguminosa consorciada feijão caupi, com a finalidade de adubação verde, foi efetuado rente ao solo, com auxílio de uma roçadeira costal, no momento que o feijão caupi iniciava o florescimento (65 DAS), sendo toda biomassa disposta junto às plantas de berinjela. Para mensurar a produção de biomassa do feijão caupi foram amostrados, ao acaso, 2 m lineares de plantas de caupi, nos quais, após determinação da massa fresca, foi retirada uma amostra de aproximadamente 300 g e levada à estufa de ventilação forçada a 65° C, até peso constante, para determinação de massa seca e determinação do teor de nutrientes. O teor de nitrogênio foi determinado por digestão sulfúrica e a destilação a vapor. Os conteúdos de P, K, Ca e Mg foram determinados a partir da digestão nitroperclórica, seguindo metodologias descritas por SILVA (1999).

Nas outras linhas de cultivo do caupi, destinadas à produção de vagem para o consumo humano, foram realizadas 4 colheitas sendo quantificada a produção de vagem e peso dos grãos verdes produzidos. Após o final das colheitas, o feijão foi roçado e quantificado o teor de nutriente na parte área após produção de vagens, conforme metodologia citada anteriormente.

Os dados relativos aos experimentos foram submetidos à análise de variância (Anova). Quando significativo pelo teste F, os dados foram submetidos a uma análise de

regressão, objetivando-se encontrar a equação que representasse o melhor ajuste entre as variáveis analisadas e a lâmina de irrigação. Os modelos de regressão testados foram: linear, polinomial quadrático e exponencial. Os dados médios, após a análise de regressão, foram comparados pelo teste de Scott Knott ao nível de 5% de probabilidade, com a finalidade de verificar a existência de alguma diferença significativa entre os tratamentos. Todas as análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do aplicativo do Excel (2003) e do programa estatístico SISVAR versão 4.6.

#### 4.6. Eficiência do Uso da Água

A eficiência no uso da água pela cultura da berinjela consorciada com a leguminosa feijão caupi e monocultivo foi obtida utilizando as seguintes metodologias:

$$\text{a) } \text{EUA}^1 = \frac{\left[ \frac{\text{Prod}}{\text{I} + \text{P}} \right]}{10} \quad (8)$$

$$\text{b) } \text{EUA}^2 = \frac{\left[ \frac{\text{Prod}}{\text{I}} \right]}{10} \quad (9)$$

em que:

Eficiência do Uso da Água - EUA – kg de produto por m<sup>3</sup> de água aplicada;

Prod - produtividade da cultura, em kg ha<sup>-1</sup>;

I - lâmina aplicada pela irrigação, em mm; e

P - precipitação pluviométrica, em mm.

Os dados relativos de EUA<sup>1</sup> e EUA<sup>2</sup> foram submetidos à análise de variância (Anova). Quando significativo pelo teste F, os dados foram submetidos a uma análise de regressão, objetivando-se encontrar a equação que representasse o melhor ajuste entre a EUA e a lâmina de irrigação. Os modelos de regressão testados foram o linear, o polinomial quadrático.



## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1. Dados Climáticos

Na Tabela 6 estão apresentados os valores mensais totais e/ou médios das variáveis climáticas no período de condução do experimento (07/07/07 a 30/11/07). Ressalta-se que as precipitações totais se referem aos totais mensais, sendo que elas não ocorreram uniformemente distribuídas durante principalmente o mês de outubro, fase de colheita da cultura, quando somente nos dias 24 e 25 (110 e 111 DAT, respectivamente) ocorreram precipitações de 115,3 mm de um total de 167,30 mm para todo o mês.

Tabela 6 – Evapotranspiração de referencia mensal (ET<sub>o</sub>, mm mês<sup>-1</sup>), precipitação total mensal (Prec, mm mês<sup>-1</sup>), precipitação total efetiva mensal (Prec. efetiva mm mês<sup>-1</sup>) temperaturas do ar média (T<sub>med</sub>, °C), máxima (T<sub>max</sub>, °C) e mínima (T<sub>min</sub>, °C) mensal, umidade média mensal (UR<sub>med</sub>, %), radiação solar média mensal (RS, W m<sup>-2</sup>) e velocidade do vento médio mensal a 2m de altura (U<sub>2</sub>, m s<sup>-1</sup>), durante o período de cultivo da berinjela para o período de 07/07/07 a 30/11/07.

Mês	Dias	ET <sub>o</sub>	Prec	Prec (efetiva)	T <sub>med</sub>	T <sub>máx</sub>	T <sub>mim</sub>	UR <sub>med</sub>	RS	U <sub>2</sub>
jul/07	25	59,40	43,4	42,7	21,0	25,58	15,78	73,56	151,06	1,4
ago/07	31	90,93	6,0	6,0	21,7	27,32	15,98	72,24	176,49	1,75
set/07	30	103,10	20,5	20,5	23,9	29,78	17,88	68,43	102,76	1,69
out/07	31	105,25	167,30	62,2	24,6	30,04	19,54	72,78	231,85	1,48
nov/07	30	77,24	126,20	62,9	24,3	35,91	20,40	77,09	190,65	1,24
Média	----	----	----	----	23,1	29,73	17,92	72,82	170,56	1,51
Total	147	438,92	363,4	194,3						

De acordo com a Figura 8, durante os 147 dias de cultivo o total de precipitação foi de 363,4 mm, sendo essa precipitação inferior a ET<sub>o</sub>, ocasionando um déficit total de 75,52 mm ao longo do experimento. Considerando somente a precipitação efetiva esse déficit foi de 244,62 mm (Tabela 6). O mês que ocorreu maior precipitação mensal efetiva foi o mês de Nov/07, que correspondeu à fase final de colheita da cultura no campo cujo valor da precipitação foi de 62,9 mm. Os maiores valores precipitados foram observados a partir 110 DAT totalizando uma precipitação até os 147 DAT de 291,20 mm, representando 80,13 % do total precipitado durante todo o ciclo da cultura no campo (Figura 8).

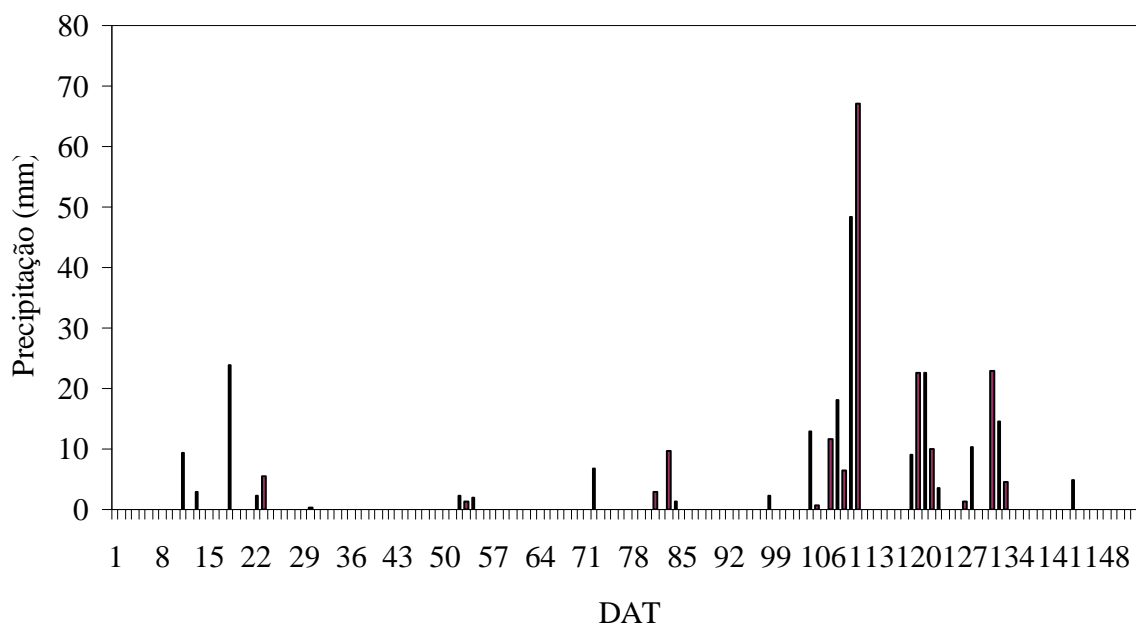


Figura 8 – Precipitações totais ocorridas no período de 07/07/07 a 30/11/07 durante o período de cultivo da berinjela na região de Seropédica – RJ medidas pela estação automática do SIPA.

A Figura 9 apresenta a variação da evapotranspiração de referência estimada pelo método do tanque classe A, no período de 7/07/2007 a 30/11/2007 em Seropédica-RJ. A maior ETo observada foi aos 99 DAT, correspondente ao dia 13/10/2007, sendo seu valor de 7,64 mm. Neste dia, a umidade relativa média foi menor que 60%, temperatura máxima de 32° C e a velocidade média do vento do dia foi de 2,30 m s<sup>-1</sup>. Os menores valores foram observados em dias que ocorreram chuvas, sendo os valores de ETo nestes dias praticamente igual a 0. Durante os 147 dias de cultivo o valor médio da ETo foi de 2,99 mm dia<sup>-1</sup>.

A temperatura máxima observada no período foi de 38,4° C, aos 51 DAT, e a menor temperatura foi de 23,9° C (Figura 10). O valor médio da temperatura máxima foi de 28,4° C e da temperatura mínima foi de 18° C e a temperatura média durante todo ciclo foi de 23,1° C. Essas temperaturas estão dentro da faixa ideal para o cultivo da berinjela que é de 23 a 25° C, estando, durante o dia, entre 22 a 27° C e à noite, entre 17 a 22°C. Para a floração, a temperatura do ar deve estar entre 20 a 30° C (SGANZERLA, 1990).

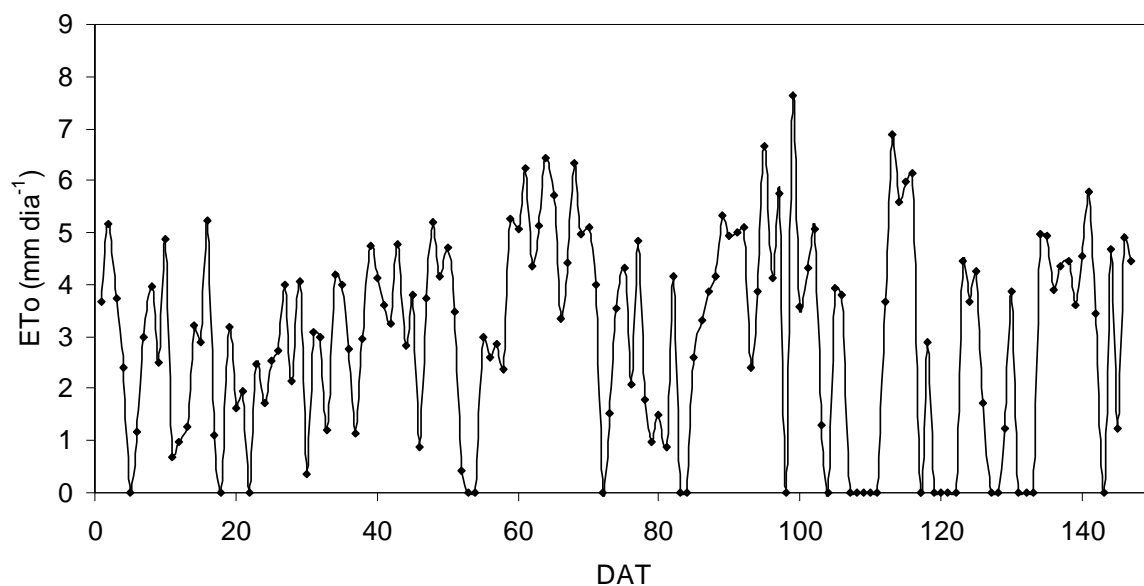


Figura 9 – Evapotranspiração de referência (ETo), obtidas pelo método do tanque classe A, para o período de 07/07/2007 a 30/11/07, em Seropédica, RJ.

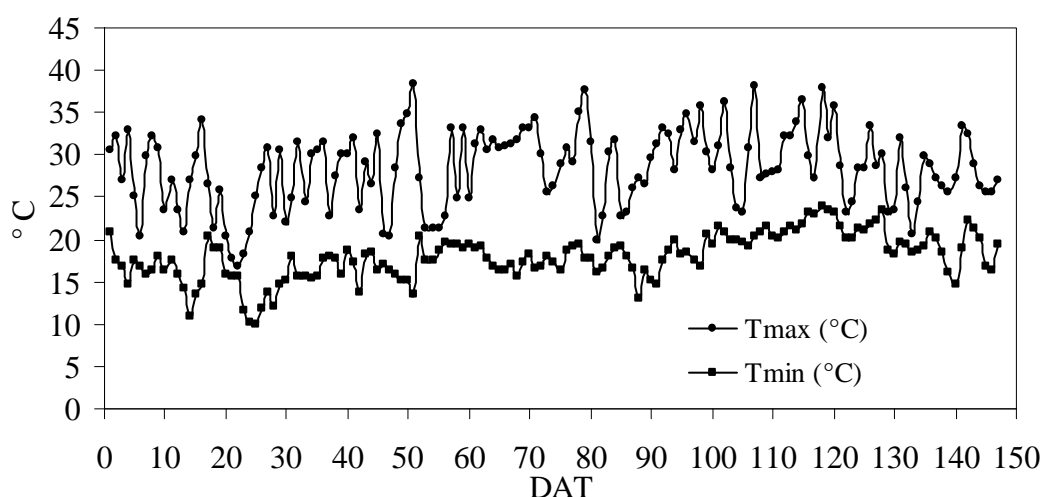


Figura 10 – Temperatura máxima (Tmax) e Temperatura mínima (Tmin), em °C, para o período de 07/07/2007 a 30/11/2007, na região de Seropédica, RJ.

## 5.2. Irrigações Realizadas

Na Tabela 7 apresentam-se os valores totais da evapotranspiração de referência (ETo), das precipitações totais efetivas (Pt ef), da irrigação realizada (I) nos dois sistemas de cultivo, do total de lâmina aplicada “I + Pt ef” (ETr) durante o período de avaliação dos tratamentos. No tratamento T3, em que se repôs 100% da ETc, o valor total da irrigação (I) durante os 147 dias de cultivo (com irrigação diferenciada) foi de 451,66 mm. Em virtude de o experimento ter sido realizado em condição de campo, as chuvas fizeram com que os tratamentos (lâmina de irrigação) fossem alterados com relação à lâmina aplicada. Como é possível perceber na Tabela 7, após o somatório da irrigação (I) com a precipitação (Pt ef) para o tratamento T1, que inicialmente iria repor 40 % ETc, esse valor foi de 58%. Para os

demais tratamentos, os níveis de aplicação corresponderam, ao término do experimento, a 79; 100; 114% da ETc, respectivamente, para T2, T3 e T4. A lâmina média aplicada somente pela irrigação (I) durante os 147 dias de cultivo (de aplicação dos tratamentos) no tratamento T4 foi de 3,68 mm dia<sup>-1</sup>, o que corresponde a um tempo médio de funcionamento de 37 min, considerando um sistema de irrigação com intensidade precipitação média de 7,0 mm h<sup>-1</sup> e eficiência de aplicação de 80%. Já no tratamento T3, a lâmina média aplicada foi de 3,1 mm dia<sup>-1</sup>, que para o mesmo sistema e considerando a mesma eficiência, o tempo de funcionamento seria de 32 minutos, resultando ao final de 147 dias de cultivo uma redução de 12 horas e 15 minutos de funcionamento do sistema de irrigação. O valor da ETc da cultura acumulada durante os 140 dias com irrigação diferenciada dias de cultivo foi de 451,66 mm.

Tabela 7 – Valores totais da evapotranspiração de referencia (ETo), das precipitações totais efetivas (Pt ef), da Irrigação realizada (I), e total de lâmina aplicada com irrigação + precipitação efetiva (ETr) durante o período de avaliação para tratamentos realizados na cultura da berinjela no sistema de plantio direto para a região de Seropédica-RJ.

Trat	ETo (mm)	Pt ef (mm)	I (mm)	ETr (mm)
T1 (40%ETc)			180,66	374,96
T2 (70%ETc)	438,92	194,30	316,16	510,46
T3 (100%ETc)			451,66	645,96
T4 (120%ETc)			541,99	736,29

As lâminas totais aplicadas no tratamento T3 estão apresentadas na Figura 11, na qual pode-se verificar que o valor da ETc estimada pelo tanque classe A foi de 451,66 mm. Após a multiplicação pelo fator correspondente de cada tratamento (0,4; 0,7; 1; 1,2 para T1; T2; T3 e T4 respectivamente) foi aplicado somente pela irrigação os seguintes valores 180,66; 316,16; 451,66 e 541,99mm para T1; T2; T3 e T4 respectivamente (Tabela 7). LOVELLI et al. (2007) cultivaram berinjela na Itália sobre diferentes lâminas de irrigação durante um período total de 134 dias de cultivo e utilizaram o método de Hargreaves-Samani para determinação da ETo. Os autores obtiveram uma ETc total de 321,8 mm, sendo aplicado somente pela irrigação (não considerando chuvas) nos diferentes tratamentos os seguintes valores: 236,6; 151,4; 68,5 e 0 mm para os tratamentos que repunha 75; 50; 25 e 0 % da ETc.

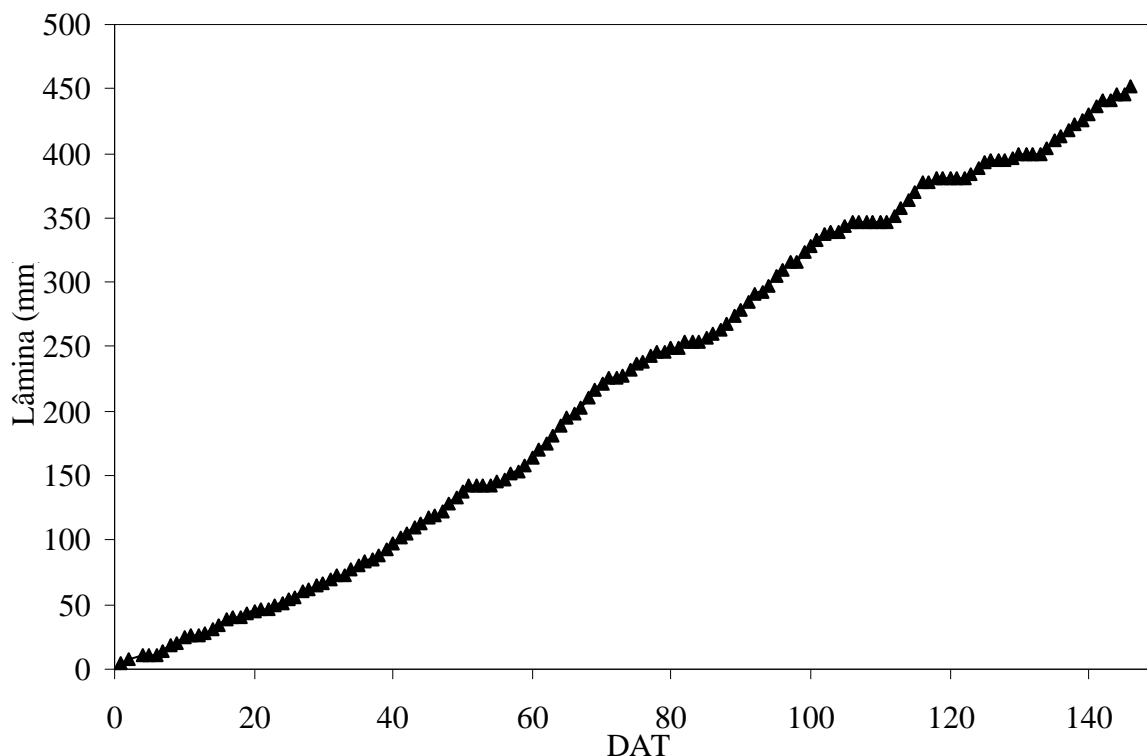


Figura 11 – Valor da ETc acumulada estimada pelo método do tanque classe A durante os 147 dias de cultivo de berinjela na região de Seropédica-RJ.

MALDANER et al. (2007) cultivando berinjela em Santa Maria –RS, em ambiente protegido e utilizando o método de estimativa da ETo de Penman-Monteith, observaram uma evapotranspiração máxima total da cultura de 172,14 mm durante 92 dias de cultivo, com um valor médio de  $1,93 \text{ mm dia}^{-1}$ . Esse valor é muito inferior ao encontrado neste estudo, provavelmente pelo fato do cultivo ter sido realizado em estufa e em região de clima mais ameno do que as condições de Seropédica - RJ. Em experimentos anteriores realizados na época de outono em Santa Maria – RS mediu-se um consumo de água médio pela cultura de berinjela de 0,96; 1,16 e  $1,06 \text{ mm dia}^{-1}$  nos anos de 1996, 1997 e 1998, respectivamente, e período de primavera de 1998 foi de  $1,78 \text{ mm dia}^{-1}$  (DRESCH et al. 1999).

ERTEK et al. (2006) cultivando berinjela na Turquia durante os meses de junho a outubro aplicando diferentes lâminas de irrigação baseado na evaporação do tanque classe A, obtiveram uma evapotranspiração da cultura total de 764 mm durante todo o ciclo, sendo que neste mesmo período de cultivo ocorreram precipitações totais de 11,3 mm distribuídas em 4,5 mm em julho e 6,8 mm em agosto. O total do consumo de água nos diferentes tratamentos foi de 420; 431; 532; 632; 737 mm valores esse próximo dos valores observado no presente estudo com exceção dos valores 632, 737 mm.

DUARTE (2002) cultivando berinjela em ambiente protegido, verificaram que a ETc total no ciclo foi de 229 mm, perfazendo uma média diária de 1,74 mm. Esses mesmos autores ressaltam ainda que a cultura da berinjela é pouco exigente em água no período inicial de cultivo ( $0,85 \text{ mm dia}^{-1}$ ) e atinge o máximo de consumo d'água no subperíodo frutificação-colheita ( $2,90 \text{ mm dia}^{-1}$ ).

MONTE (2007) concluiu que, para a cultura do tomate, a reposição de água de 120% da ETc não aumentou a produção comercial e que a reposição de água acima de 100% da ETc, representa aumento no custo com irrigação sem que ocorra incremento da produção. O autor não revelou a lâmina média aplicada. Uma vez que não foi detectada diferença significativa entre os tratamentos e a variável de interesse (produção comercial), ressalta-se a

possibilidade de uso de menores lâminas de irrigação, principalmente em locais com baixa disponibilidade hídrica, além de representar menores custos.

MACEDO & ALVARENGA (2005), cultivando tomate em casa de vegetação na região de Lavras-MG sobre diferentes lâminas de irrigação determinada pela evaporação do tanque classe A, observaram valor máximo da evaporação da cultura no tratamento que repunha 100% ETC de 399,2 mm durante 122 dias de cultivo.

SILVA et al. (2007) cultivando batata (*Solanum tuberosum* L.), que pertence a mesma família da berinjela, avaliaram o efeito de dois sistema de cultivo (linha simples e linha dupla), na região de Itopi-SP. Os autores utilizaram o método de balanço hídrico do solo para determinação do consumo hídrico da cultura durante 118 dias de cultivo e obtiveram valores de 242 mm, relatando ocorrência de precipitação total de 163 mm. FRANKE et al. (1994) cultivando batata na região de Santa Maria-RS, com a finalidade de determinação o coeficiente de cultivo (kc) da cultura utilizando o método do balanço hídrico do solo para determina evapotranspiração da cultura e o método do tanque classe A para determinação da evapotranspiração de referencia observaram valores de 524,86 e 550,37mm para ETC e ETO respectivamente, durante 91 dias de cultivo.

### 5.3. Umidade do Solo

Na Figura 12 está apresentada a equação de calibração da TDR com os valores observados no campo para constante dielétrica (ka) e umidade do solo. As diferenças de valores da constante dielétrica foram bem significativas, ocorrendo uma variação entre 10,1 a 20,3 e os valores de umidade volumétrica variando de 0,15 a 0,38 cm<sup>3</sup> cm<sup>-3</sup>. Os valores de umidade gravimétrica foram transformados em umidade volumétrica multiplicando pela densidade do solo na profundidade de 0,20m sendo o valor da densidade do solo apresentado na Tabela 2. Importante destacar que as calibrações realizadas em campo, normalmente apresentam baixas correlações com a variável dependente, isto não foi verificado neste caso, os coeficientes de determinação (r<sup>2</sup>) foi acima de 0,863, que indica que acima de 86% dos dados de cada situação são respondidos pelo modelo matemático gerado.

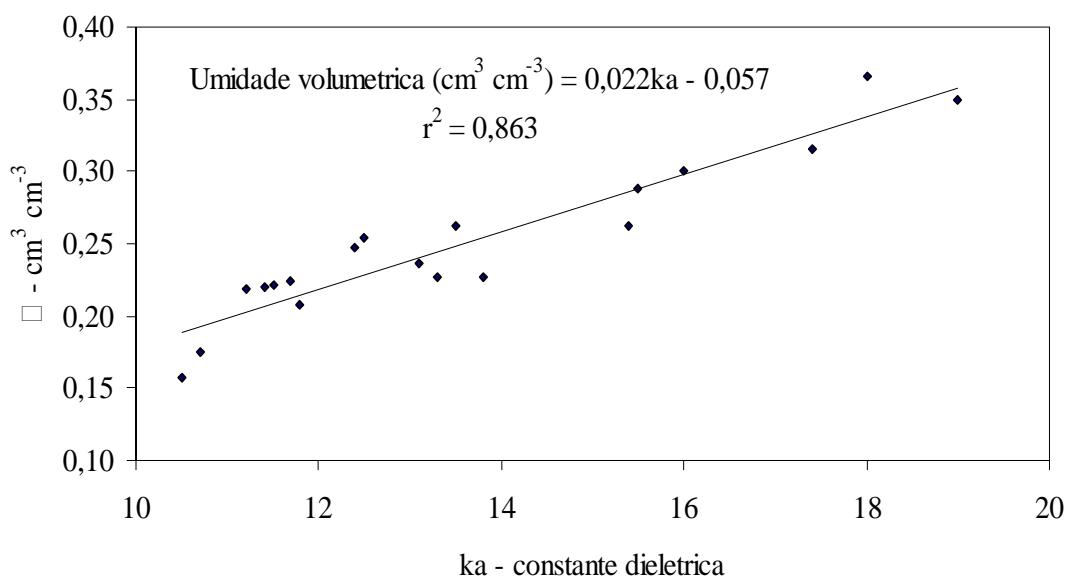


Figura 12 - Curva de calibração para as condições do sistema de plantio direto.

Nas Figura 13 e 14 são apresentados os valores de umidade volumétricas (cm<sup>3</sup> cm<sup>-3</sup>)

do solo, estimada pelo TDR, durante os 147 dias de cultivo para cultura da berinjela em plantio direto no sistema de monocultivo e consorciada com o feijão caupi. A linha vermelha observada nas Figura 13 e Figura 14 representa o valor de  $0,223 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$ , correspondente à capacidade de campo na profundidade de 0,2 m. Considerando o tratamento T3 (100% da ETc) Figura 13, a umidade do solo no sistema de cultivo consorciada com feijão caupi em grande parte dos dias mensurados foi mais baixa quando comparada com a berinjela em monocultivo. Por outro lado quando se analisa o valor médio da umidade do solo nos dois sistemas, observa-se que os valores foram próximos, ou seja, de  $0,228$  e  $0,222 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$ , para monocultivo e consorciada, respectivamente. O menor valor da umidade para o monocultivo foi de  $0,187 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$  aos 18 DAT, determinado na parte da manhã antes de uma precipitação de 23,8 mm ocorrida neste mesmo dia. Aos 21 DAT a umidade neste mesmo sistema foi de  $0,230 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$ . O maior valor de umidade estimada para esse mesmo sistema de cultivo foi de  $0,263 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$  aos 122 dias de cultivo logo após uma precipitação total de 64,4 mm ocorrida em 4 dias.

Para o sistema de cultivo consorciado, o menor valor de umidade estimada foi de  $0,183 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$ , observado aos 16 DAT e o maior valor estimado foi de  $0,270 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$  aos 28 DAT. Observando a Figura 13 observa-se que o consórcio da berinjela com o feijão caupi disponibilizou, durante grande parte do cultivo, uma menor quantidade de água para a cultura da berinjela.

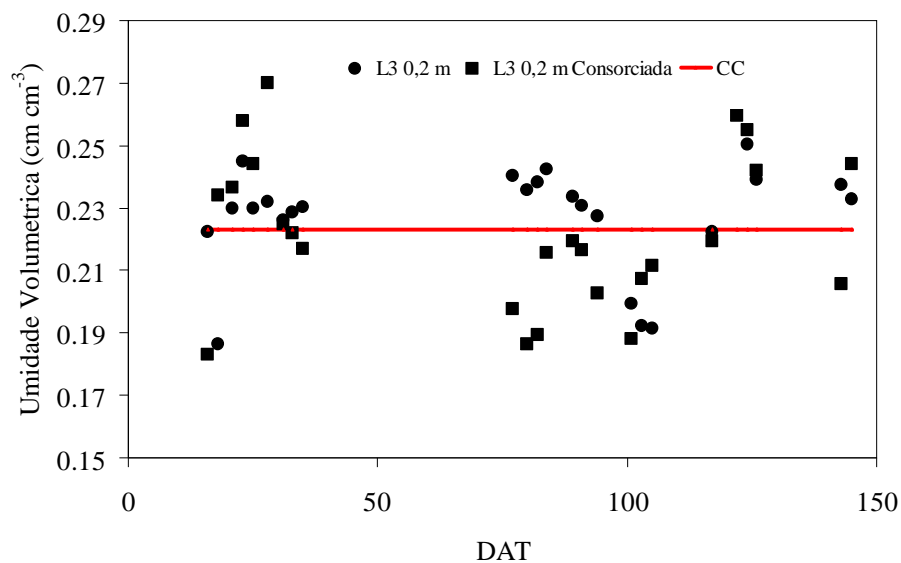


Figura 13 – Umidade do solo no tratamento T3 (100% ETc) estimada pelo TDR durante os 147 dias de cultivo para a cultura da berinjela no sistema de plantio direto cultivada em monocultivo e consorciada com o feijão caupi na região de Seropédica-RJ.

Para o tratamento que repôs 58% da ETc (T1) os valores estimados da umidade do solo pelo TDR ficaram sempre abaixo da capacidade de campo (Figura 14). Ao contrário do observado no tratamento T3 (100% ETc), os valores dos dois sistemas de cultivo (monocultivo e consórcio) ficaram sempre muito próximos, sendo o valor médio de umidade do solo para o monocultivo de  $0,147 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$  e para o sistema consórcio berinjela feijão caupi foi de  $0,140 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$ . Os valores máximos de umidade de solo no T1 foi de  $0,210$  e  $0,213 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$ , para o monocultivo e consórcio, respectivamente. Em ambos os sistemas, esses valores foram observados aos 117 DAT, após a ocorrência de uma lâmina precipitada de 151,40 mm no período equivalente 107 aos 111 DAT.

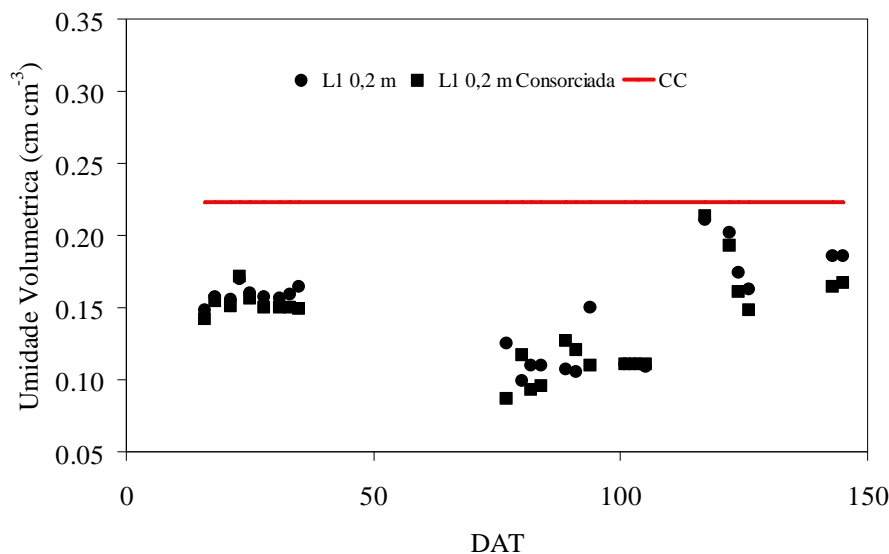


Figura 14 – Umidade do solo no tratamento T1 (58% ETc) estimada pelo TDR durante os 147 dias de cultivo para a cultura da berinjela no sistema de plantio direto cultivada em monocultivo e consorciada com o feijão caupi na região de Seropédica-RJ.

#### 5.4. Produtividade da Cultura em Função das Diferentes Lâminas Aplicadas

Na Tabela 8 estão apresentados os valores das variáveis analisadas ao longo das 11 colheitas da berinjela, ressaltando que foram considerados frutos comerciais somente aqueles com o comprimento entre 0,10 e 0,25 m e não apresentando defeitos graves (lôculo aberto, danos superficiais não cicatrizados, maduros, má-formação), de acordo com a classificação CEAGESP.

Analisando a produtividade dos frutos da berinjela (Tabela 8) não foi observada diferença significativa entre os dois sistemas de cultivo, não sendo também observada interação entre lâmina de irrigação e sistema de cultivo. Esse fato indica que o consórcio berinjela e feijão caupi não comprometeu a produção da cultura da berinjela, provavelmente em função do espaçamento entre linhas da berinjela ser de 1,4 m e a cultura na fase inicial até aos 60 DAT não ocupar toda área destinada para seu crescimento. Assim, nesta fase torna-se possível um aproveitamento desta área sem prejudicar a cultura principal (berinjela). Resultado semelhante foi encontrado por CASTRO et al. (2004) que cultivaram berinjela na mesma região de Seropédica-RJ e não observaram diferenças significativas dos tratamentos aplicados que foram adubação verde de pré-cultivo e consórcio com feijão caupi e crotalária.

SANTOS et al. (2006) cultivando berinjela no sistema de plantio direto mantendo uma cobertura permanente na entre linha de cultivo de uma gramínea, grama batatais (*Paspalum notatum*) e de uma leguminosa amendoim forrageiro (*Arachis pintoi*), observaram que uma produção de 22,11 Mg ha<sup>-1</sup> e 58,20 Mg ha<sup>-1</sup> para as duas coberturas respectivamente. Esses autores concluíram que o cultivo com uma gramínea na entre linha ocasiona uma alta competição por nutrientes e água ocasionando uma redução na produtividade da cultura. Já o cultivo com a leguminosa não afetou negativamente o potencial produtivo da berinjela, muito provavelmente em virtude de sua reconhecida capacidade de fixar apreciável quantidade de nitrogênio atmosférico e de disponibilizar este macronutriente, especialmente após o roçado, para culturas consorciadas (ESPINDOLA et al., 2005). Contudo, é importante ressaltar que o cultivo do caupi nas entrelinhas da berinjela pode acarretar em uma renda extra para o agricultor diversificando sua produção, disponibilizando nutriente para a berinjela e fornecendo biomassa para melhoria das características físicas do solo como porosidade,



densidade e melhoria da infiltração de água.

Tabela 8 – Massa Fresca Comercial (MF Com.), Massa Fresca Total (MF Total) (g planta<sup>-1</sup>) e Número de Frutos (NF) por planta obtidos na produção da cultura da berinjela consorciada com feijão caupi e solteira no sistema de plantio direto submetida a diferentes lâminas de irrigação no manejo orgânico.

Tratamento	MF Com.	MF Total	NF Com.	NF Total
T1 (40% ETc) – Solteiro	2.326,67	2.691,12	12,77	14,00
T1 (40% ETc) - Consorciado	2.020,33	2.637,58	11,77	13,16
T2 (70% ETc) – Solteiro	5.304,39	5.605,47	20,35	21,79
T2 (70% ETc) - Consorciado	4.280,81	4.538,48	17,85	18,45
T3 (100% ETc) – Solteiro	6.760,32	6.969,74	27,08	28,33
T3 (100% ETc) - Consorciado	6.437,66	6.664,24	24,40	25,45
T4 (120% ETc) – Solteiro	5.984,65	6.128,39	27,83	28,71
T4 (120% ETc) - Consorciado	6.403,40	6.629,44	23,99	24,92
Média Geral	4.939,78	5.233,10	20,75	21,85
CV (%)	11,26	9,96	20,59	15,27

Pela Tabela 8 a melhor produção foi sempre observada no tratamento que recebeu 100% ETc, independente do sistema de cultivo, sendo possível gerar, após análise de regressão, uma função de resposta para cultura da berinjela para as variáveis de Massa Fresca Comercial e Massa Fresca Total conforme apresentado nas Figura 15 e 16.

De acordo com a Figura 15, observa-se um acréscimo na produção da berinjela à medida que se aumentou a quantidade de água aplicada até a lâmina total de 690,04 mm, correspondente a uma 106,82% ETc da cultura. A produção máxima estimada pela equação obtida na análise de regressão foi de 6,41 kg planta<sup>-1</sup>, totalizando uma produtividade comercial de 65,41 Mg ha<sup>-1</sup>.

A produtividade máxima estimada da cultura da berinjela encontrada neste estudo, após 11 colheitas, foi superior à média nacional de 25 Mg ha<sup>-1</sup> (RIBEIRO et al., 1998). Já CASTRO et al. (2004) obtiveram uma produtividade comercial após 18 colheitas de 20,8 Mg ha<sup>-1</sup> cultivando berinjela na região de Seropédica-RJ em condição de campo no sistema de plantio direto no manejo orgânico. LOVELLI et al. (2007) cultivaram berinjela na Itália com diferentes lâminas de irrigação e obtiveram uma produtividade 48,2 Mg ha<sup>-1</sup>, com uma lâmina de 468,9 mm.

CARVALHO et al. (2004), com o objetivo de avaliar o efeito de diferentes níveis déficit hídrico (100, 80, 60, 40% ETc) em duas fases de crescimento da berinjela, sendo Fase A (Pós Transplante/abertura da gema floral) e Fase B (formação dos frutos/colheita), observaram reduções mais significativas quando o déficit hídrico foi aplicado na Fase B, não sendo apresentados os valores totais de irrigações realizadas no estudo.

ERTEK et al. (2006) aplicando diferentes níveis de irrigação na cultura da berinjela na região da Turquia durante 153 dias obtiveram produtividade de 10,1; 13,0; 17,5; 21,1 13,48 Mg ha<sup>-1</sup> aplicando uma lâmina de irrigação de 371,55; 367,07; 474,27; 581,47; 688,67 mm respectivamente, esse valores de produtividade foram estatisticamente diferenciando ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

Para a variável massa fresca total de frutos (Figura 16), utilizando a equação gerada pela análise de regressão, a estimativa da produção foi de 6,6 kg planta<sup>-1</sup>, produção essa correspondente a uma lâmina de 688,98 mm (106,7% ETC) durante os 147 dias de cultivo com um consumo médio diário estimado de 4,7 mm dia<sup>-1</sup>. A produtividade total máxima obtida foi de 67,3 Mg ha<sup>-1</sup>, considerando uma densidade de 10.204 planta ha<sup>-1</sup>.

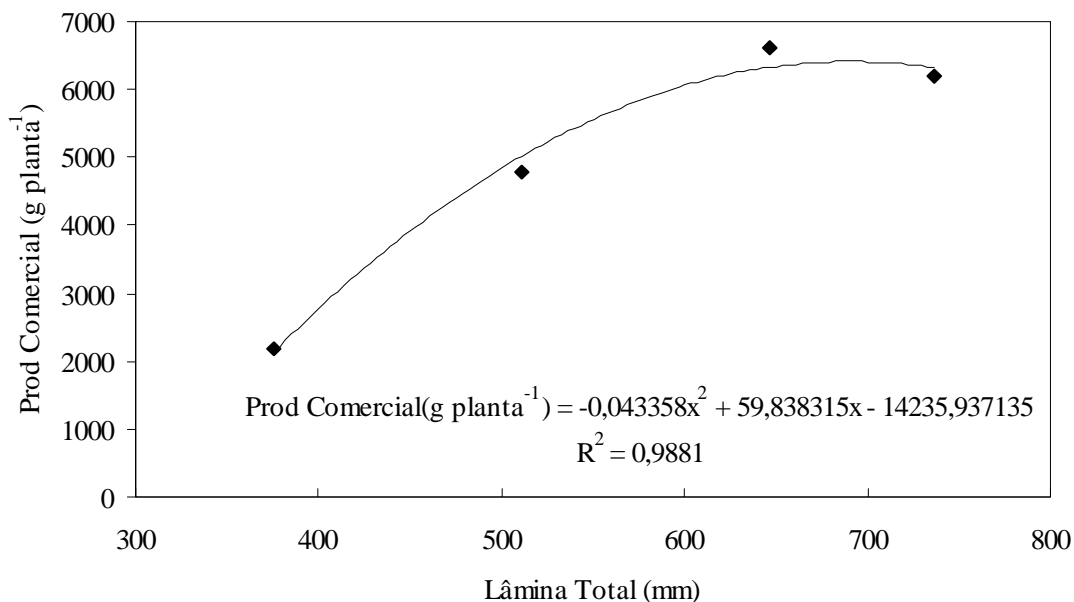


Figura 15 - Produção de Massa Fresca (MF) comercial da cultura da berinjela sob diferentes lâminas de irrigação na região de Seropédica-RJ.

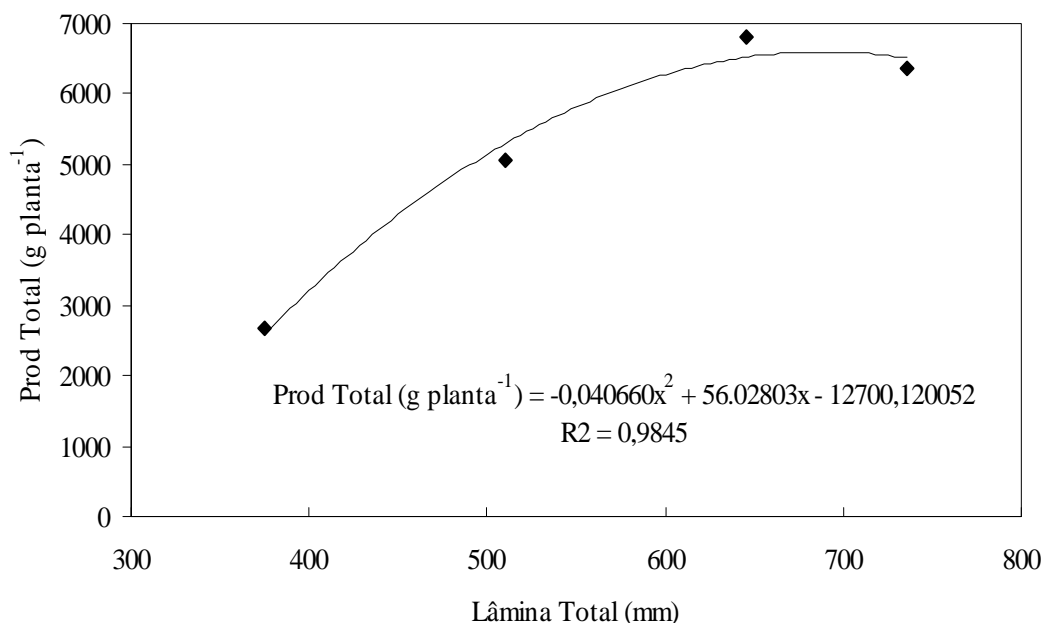


Figura 16 - Produção de Massa Fresca (MF) total da cultura da berinjela sob diferentes lâminas de irrigação na região de Seropédica-RJ.

Para a variável número total de frutos comerciais não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos. Após classificação (Figura 17 e 18) dos frutos de acordo com o tamanho, seguindo o programa de qualidade do CEASAMINAS que propõem as

seguintes classe: CLASSE 11, CLASSE 14, CLASSE 17, CLASSE 20, Desclassificado, cujo o tamanho referente a cada classe são apresentados no item 4.5.

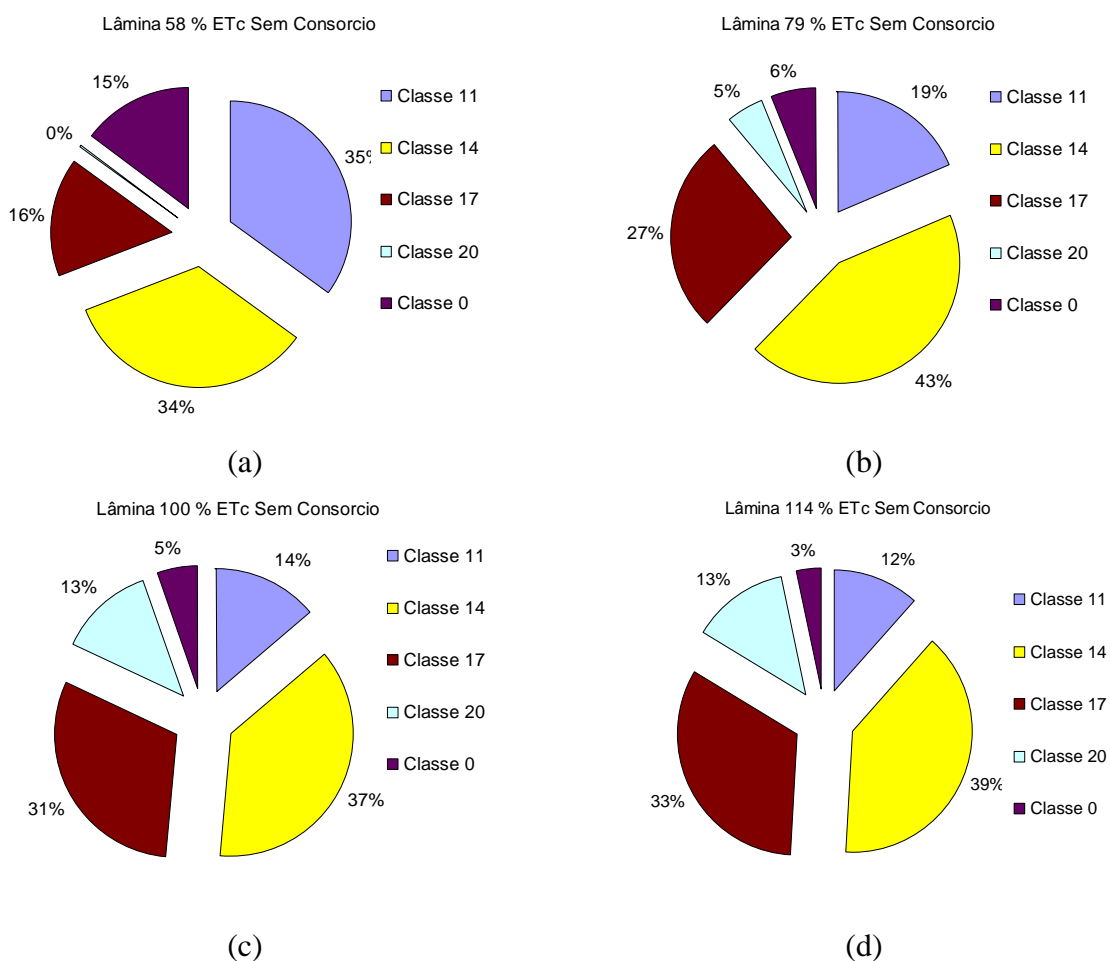


Figura 17 – Porcentagem para cada nível de irrigação (58 (a); 79 (b); 100 (c); 114 (d) % ETC) nas diferentes classes dos frutos de berinjela cultivados em plantio direto sob diferentes lâminas de irrigação em monocultivo na região de Seropédica-RJ.

Pode-se observar que na menor lâmina do sistema monocultivo, a maioria dos frutos (35%) foi classificada na Classe 11. À medida que houve um aumento da lâmina de irrigação aplicada houve um aumento também na qualidade dos frutos, como pode ser verificado, por exemplo, na Classe 17. Nessa categoria foram enquadrados 16%, 27%, 31% e 33% dos frutos, quando as lâminas de irrigação foram de 58, 79, 100 e 114% ETC.

No sistema de cultivo consorciado (berinjela - feijão caupi) houve uma diminuição da produção de frutos da Classe 11 à medida que a quantidade de água aplicada em cada tratamento foi aumentada, partindo de 36% dos frutos na Classe 11 com reposição de 58% da ETC para o valor mínimo para essa classe de 10% observado no tratamento que repunha 114% ETC (Figura 18). No sistema de cultivo consorciado, independente da lâmina aplicada, foi observada uma forte predominância de frutos na Classe 14, sempre apresentando valores superiores a 34%.

À medida que foi aplicada maior quantidade de água por irrigação houve uma relação inversamente proporcional para o descarte dos frutos, independente do sistema de cultivo. No sistema de monocultivo observa-se, na menor lâmina, um descarte de 15% do total produzidos sendo, na maioria dos casos, frutos maduros ou com tamanho insuficiente para o mercado. Na lâmina 100% ETC esse valor é de 5%, demonstrando que um manejo correto de irrigação não

somente aumenta a produtividade mas também melhora a qualidade dos produtos diminuindo, assim, a quantidade de frutos descartados no campo. Com relação à maior Classe (Classe 20), pode-se observar uma relação diretamente proporcional nos valores percentagem de frutos produzidos e lâmina de irrigação aplicada. Para o sistema consorciado, na menor lâmina (58% ETc) 1% dos frutos pertencem a Classe 20 e, para a maior lâmina (114% ETc), esse valor atingiu 18%.

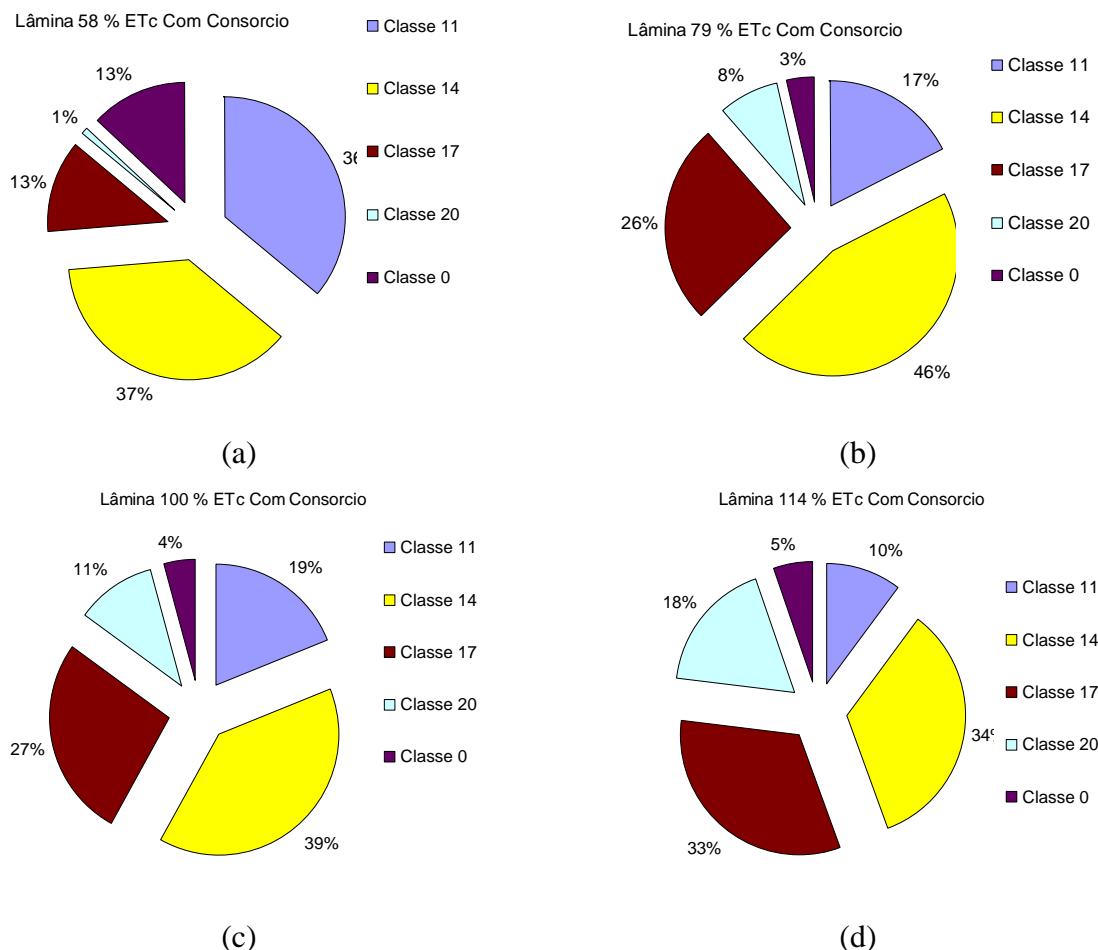


Figura 18 – Porcentagem para cada nível de irrigação (40 (a); 70 (b); 100 (c); 120 (d) % ETc) nas diferentes classes dos frutos de berinjela cultivados em plantio direto sob diferentes lâminas de irrigação consorciada com feijão caupi na região de Seropédica-RJ.

COELHO et al. (1994), cultivando tomate com diferentes lâminas de irrigação, observaram uma redução de 32% na produção de frutos graúdos quando aplicaram a menor lâmina (378,80 mm) em relação a maior lâmina (918,99 mm). A produção de frutos médios com a menor lâmina produziu 3% a mais que a maior lâmina, ou seja, à medida que foram aplicadas maiores lâminas de irrigação, maior foi a produtividade de frutos graúdos de tomates.

MONTE et al. (2009) cultivando tomate na região de Seropédica-RJ, avaliando a interferência do turno de rega no acúmulo de fitomassa e na classificação comercial de frutos do tomateiro, observou que o turno de rega diário produziu 11% dos frutos na classe graúdo. O tratamento turno de rega alternado em 3 dias produziu 0% de frutos graúdos, indicando que além da aplicação da quantidade ideal de água para a cultura, a frequência de irrigação tem efeito direto na qualidade das hortaliças.

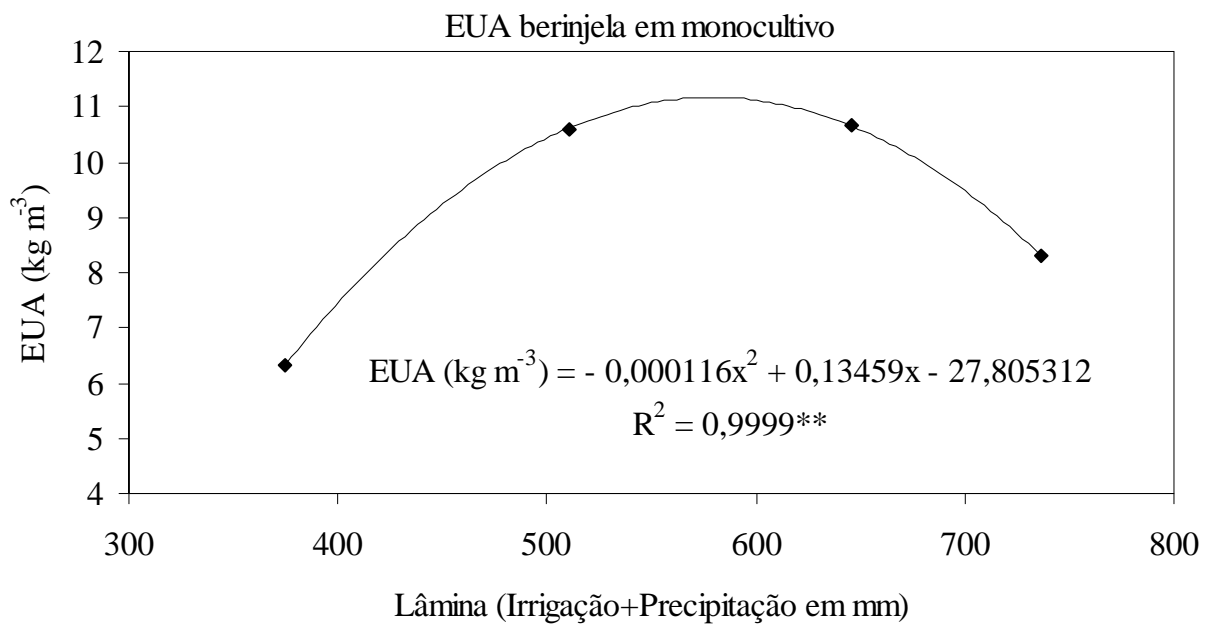
## 5.5. Eficiência no Uso da Água

Na Figura 19 estão apresentados os valores da Eficiência no Uso da Água – EUA<sup>1</sup> (Relação da produção em kg ha<sup>-1</sup> de frutos de berinjela por m<sup>3</sup> de água total Irrigação+Precipitação) da cultura da berinjela em manejo orgânico no sistema de plantio direto em monocultivo e consorciada (berinjela/feijão caupi) para região de Seropédica-RJ. Após a realização de análise estatística foram observadas diferenças significativas para a interação lâmina total aplicada versus sistema de cultivo (monocultivo e consórcio) ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

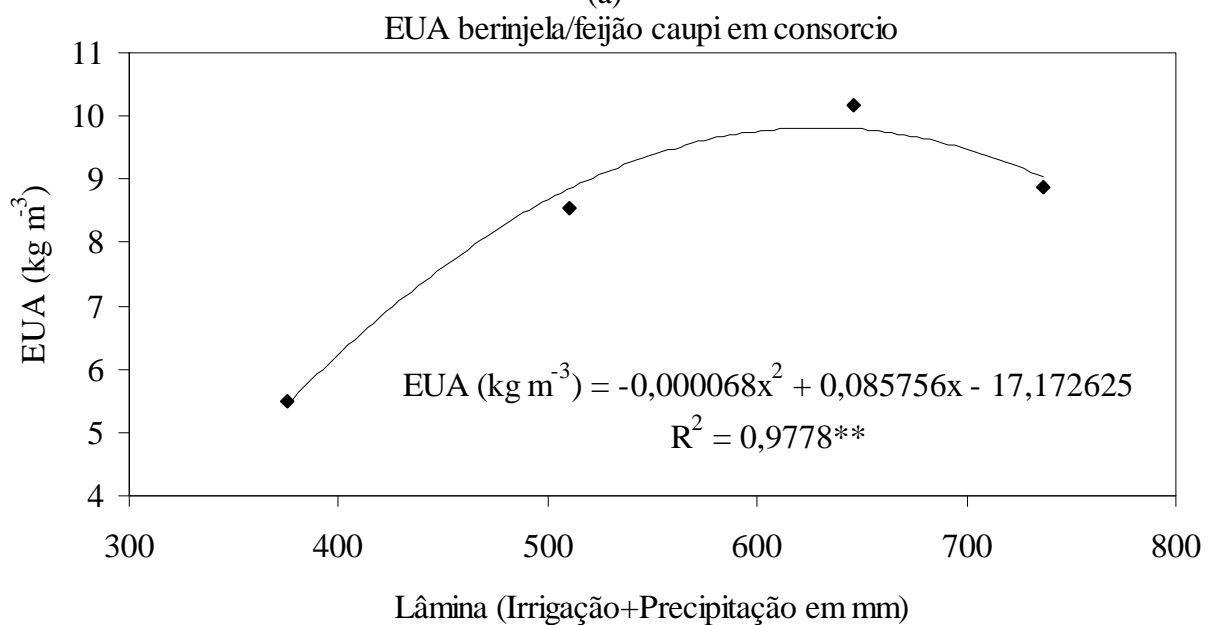
A EUA<sup>1</sup> média da berinjela em monocultivo, independente da lâmina de irrigação aplicada, foi de 8,97 kg m<sup>-3</sup> e para o consórcio berinjela/feijão caupi foi de 8,27 kg m<sup>-3</sup>, não havendo diferença significativa entre esses valores (ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F).

Utilizando as equações quadráticas, geradas após análise de variância, para estimativa da EUA<sup>1</sup> em diferentes lâminas (Figura 19a), observa-se que a melhor eficiência para a berinjela em monocultivo neste estudo foi de 11,23 kg m<sup>-3</sup>, correspondendo a uma lâmina total (irrigação + precipitação) de 580,13 mm. Essa lâmina se situa entre os tratamentos T2 e T3, correspondentes às lâminas de 79 e 100% ETc utilizada neste estudo. Para o sistema consorciado (Figura 19b), a máxima EUA<sup>1</sup> estimada foi de 9,86 kg m<sup>-3</sup>, correspondendo a 630,56 mm, sendo esse valor muito próximo a lâmina total aplicada (Irrigação+Precipitação) no tratamento que repunha 100% da ETc (T3). Para berinjela consorciada foi necessária a aplicação de uma maior lâmina total de irrigação para atingir a máxima EUA<sup>1</sup> (9,86 kg m<sup>-3</sup>), sendo esse valor inferior àquele obtido para o monocultivo (11,23 kg m<sup>-3</sup>). É importante ressaltar que a água aplicada no sistema consorciado foi utilizada para a produção de berinjela e também para a produção de feijão caupi. ANDRADE JÚNIOR et al. (2002) comentam que a EUA<sup>1</sup> média do feijão caupi, variedade BR 14 Mulato, é de 50,3 kg m<sup>-3</sup>.

ERTEK et al. (2006) cultivando berinjela na região da Turquia encontraram valor da EUA<sup>1</sup> de 2,44; 3,19; 3,40; 3,40; 1,96 kg m<sup>-3</sup> para as lâminas totais de 430,58; 420,20; 532,40; 631,60 e 736,8 mm, sendo esses valores de EUA inferiores aos encontrados neste estudo.



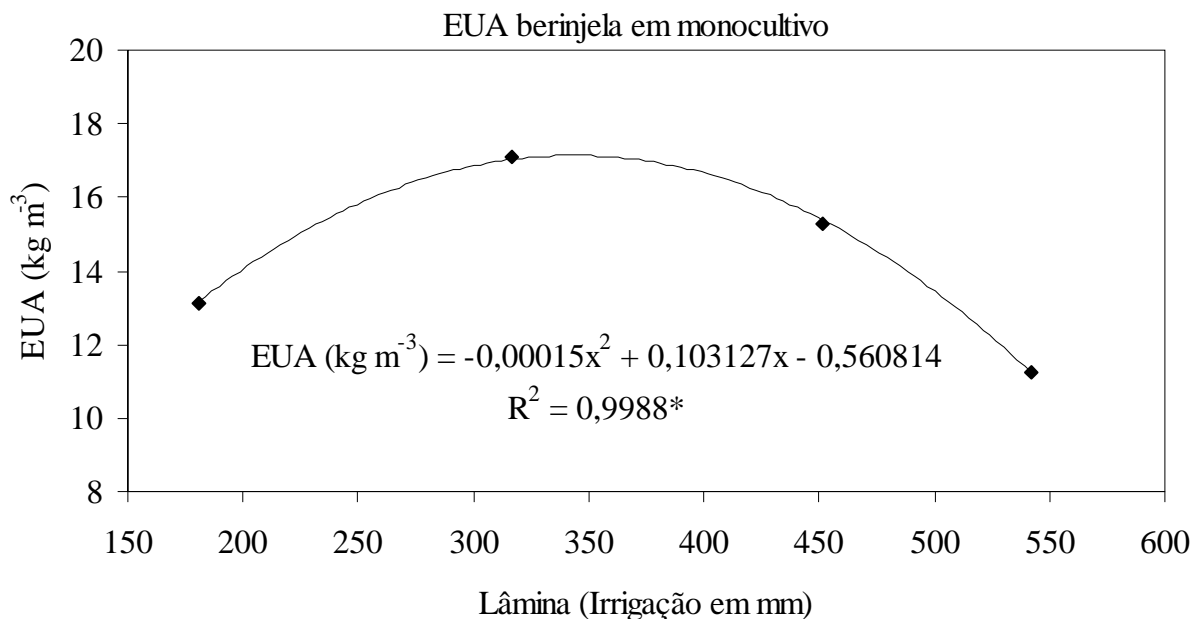
(a)



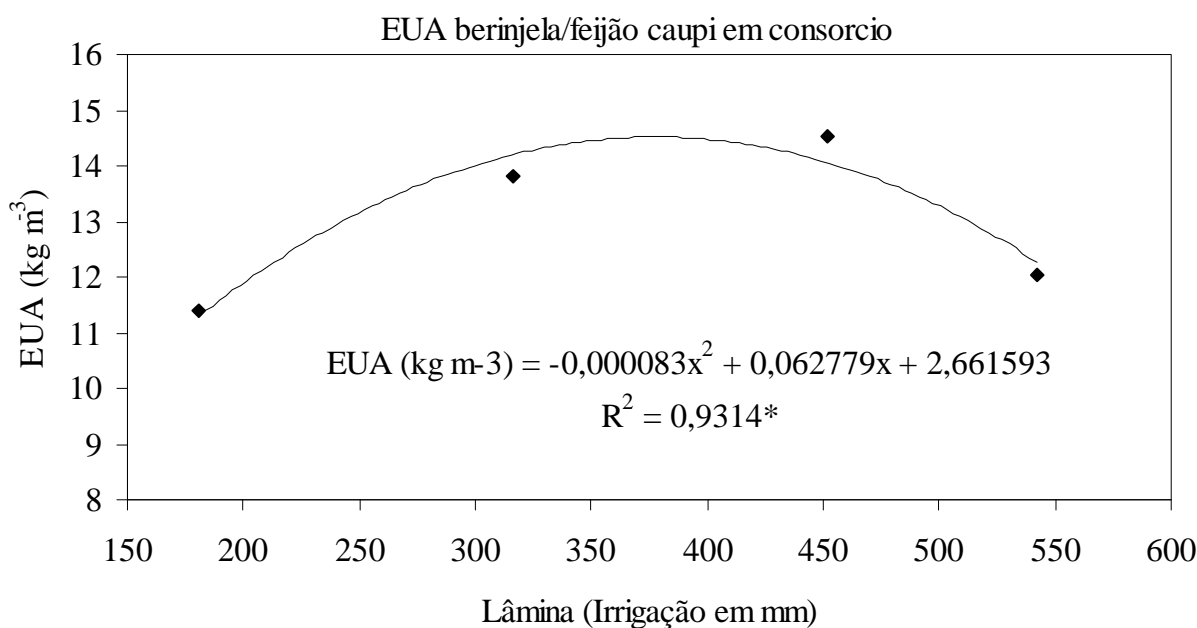
(b)

Figura 19 – Eficiência do Uso da Água (EUA<sup>1</sup>) em kg m<sup>-3</sup> considerando o total de água aplicado (irrigação+precipitação efetiva) na cultura da berinjela no manejo orgânico no sistema de plantio direto em monocultivo (a) e consorciada (berinjela/feijão caupi) (b), cultivada sob diferentes lâminas de irrigação na região de Seropédica-RJ.

Na Figura 20 são apresentados os valores da EUA<sup>2</sup> (Relação da produção em kg ha<sup>-1</sup> de frutos de berinjela por m<sup>3</sup> de água aplicada somente pela irrigação) da cultura da berinjela em manejo orgânico no sistema de plantio direto em monocultivo e consorciada com feijão caupi.



(a)



(b)

Figura 20 – Eficiência do Uso da Água (EUA<sup>2</sup>) em kg m<sup>-3</sup> considerando somente a lâmina aplicada pela irrigação (Irrigação em mm) na cultura da berinjela no manejo orgânico no sistema de plantio direto em monocultivo (a) e consorciada (berinjela/feijão caupi) (b), cultivada sob diferentes lâminas de irrigação na região de Seropédica-RJ.

O maior valor de EUA<sup>2</sup> estimada no sistema de monocultivo foi de 17,16 kg m<sup>-3</sup>, correspondente a uma lâmina de 343,76 mm, lâmina essa muito próxima da aplicada no tratamento T2 (79% da ETc). Para o sistema berinjela/feijão caupi em consórcio a máxima EUA<sup>2</sup> estimado foi de 12,37 kg m<sup>-3</sup> com uma lâmina de irrigação de 378,19 mm.

OLIVEIRA NETO (2009), cultivando beterraba e utilizando como cobertura do solo palha de Gliricídia na região de Seropédica-RJ, observou máxima EUA (irrigação + precipitação efetiva) de 40,25 kg m<sup>-3</sup> quando aplicou-se uma lâmina de total de 118,5 mm

corresponde a 48% da ETc. PEREIRA (2006) cultivando pimentão no sistema de plantio direto e convencional, na mesma região e calculando a EUA (somente irrigação) para as diferentes fases da cultura observou uma EUA média de 3,9 e 4,5 kg m<sup>-3</sup> para plantio convencional e direto, respectivamente.

## 5.6. Quantidades de Nutrientes e Produtividade do Feijão Caupi

A produção de matéria fresca pelo feijão caupi consorciado com a berinjela aos 65 DAS variou de 5,2 a 7,3 Mg ha<sup>-1</sup> para as lâminas totais de 126,4 e 243,2 mm, respectivamente (Tabela 9). Todos os dados foram submetidos à análise de variância, não sendo observada, no entanto, diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade na produção de biomassa de caupi nas diferentes lâminas aplicadas. A produção de biomassa fresca de caupi foi estimada em 5,2; 6,1; 7,4 e 7,3 para os tratamentos que repunham 58, 79, 100 e 114% ETc, respectivamente. Apesar de não existir diferenças significativas entre os tratamentos, houve uma tendência de redução da biomassa fresca produzida à medida que diminuiu a quantidade de água aplicada a partir da lâmina que repunha 100% da ETc.

Tabela 9 – Valores médios de quatro repetições de produtividade de Matéria Fresca (MF), Matéria Seca (MS) (Mg ha<sup>-1</sup>) e estimativa dos quantidades de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca) e magnésio (Mg) (kg ha<sup>-1</sup>) presentes na palhada de feijão caupi cortadas aos 65 DAS em Seropédica-RJ.

Lâminas Totais de Irrigação (mm)	MF	MS	N	P	K	Ca	Mg
126,4	5,246	0,743	21,231	8,079	8,366	34,404	6,390
184,8	6,128	0,851	22,702	7,728	9,614	42,790	6,021
243,2	7,377	0,970	26,824	8,670	9,709	32,827	5,573
282,2	7,282	0,931	28,093	10,230	11,890	43,226	6,541

Quantidade acumulada de N ao sistema foi de 21,2; 22,7; 26,8; 28,1 kg ha<sup>-1</sup> para os tratamentos 58; 79; 100; 114 % ETc (berinjela) respectivamente, valores esse inferiores ao encontrado por CASTRO et al. (2005) que cultivando berinjela consorciada com feijão caupi na região de Seropédica, utilizando uma densidade de semeadura de 30 sementes metro linear e inoculando as sementes no plantio, obtiveram um aporte de N ao sistema de 90 kg ha<sup>-1</sup> de nutriente. Esse menor valor encontrado neste estudo pode ser explicado pela menor densidade de plantio utilizada neste estudo e também pela não inoculação das sementes. Esses mesmos autores estimaram que a berinjela para ter uma produção máxima de 50,6 Mg ha<sup>-1</sup> necessita de 388,88 kg N ha<sup>-1</sup>, considerando que o aporte médio de N para o sistema nos diferentes tratamentos foi de 24,7 kg ha<sup>-1</sup> o consórcio berinjela/caupi pode suprir em 6,35% de N a necessidade da berinjela. HAGG & MINAMI (1998), em experimentos com berinjela em solução nutritiva, verificou que K, N e Ca são requeridos em maior quantidade, seguidos de Mg, P e S, e para uma produção de 20 Mg ha<sup>-1</sup>, seriam extraídos, respectivamente 88,8; 9,8; 142,0; 43,1 e 13,4 kg de N, P, K, Ca e Mg. Desse modo, teoricamente o consórcio berinjela/caupi supriria as necessidade da berinjela de P e Ca, necessitando de uma grande aplicação de N e K.

Na Tabela 10 são apresentados os valores de produção de matéria fresca, matéria seca e quantidades dos nutrientes: N, P, K, Ca e Mg produzida na palhada de feijão caupi após a colheita das vagens aos 115 DAS. Importante observar que houve uma redução significativa



na produção de matéria fresca, matéria seca e teor de N em kg ha<sup>-1</sup>.

Tabela 10 - Valores médios de quatro repetições, da produtividade de Biomassa Fresca (MF), Biomassa Seca (MS) (Mg ha<sup>-1</sup>) e estimativa das quantidades de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca) e magnésio (Mg) (kg ha<sup>-1</sup>) presentes na palhada de feijão caupi cortadas após produção de grãos aos 115 DAS em Seropédica-RJ.

Lâminas Totais de Irrigação (mm)	MF	MS	N	P	K	Ca	Mg
279,75	2,123	0,278	7,350	9,484	9,192	21,836	6,382
390,95	2,069	0,291	8,007	5,764	7,287	26,917	6,126
502,15	2,634	0,369	6,326	6,036	8,691	26,443	3,771
576,25	1,815	0,251	5,502	5,953	9,450	20,662	2,531

Na produção de grãos não foi observada diferença significativa, ocorrendo uma queda acentuada no tratamento que recebeu maior quantidade de água (114% ETc). Na Tabela 11 observa-se que a produtividade média de grãos do feijão caupi foi de 0,8479 Mg ha<sup>-1</sup>, inferior à encontrada por ANDRANDE JUNIOR et al. (2002) de 2,88 Mg ha<sup>-1</sup> para a cultivar BR 17 Gurguéia, aplicando uma lâmina de irrigação de 449,1 mm. Importante lembrar que o feijão caupi pode ser colhido tanto verde como também seco. Neste caso foi realizada a colheita ainda verde.

Tabela 11 - Produção de biomassa fresca (MF) e seca (MS) nos diferentes tratamentos após 65 dias de cultivo do feijão caupi por m linear, Massa Fresca das vagens e dos grãos ao final do ciclo do caupi.

Lâminas (mm)	Número de Vagens (n° ha <sup>-1</sup> )	MF Vagens Verdes (Mg ha <sup>-1</sup> )	MF Grãos (Mg ha <sup>-1</sup> )
279,75	174.930 ns	1,2447 ns	0,78034 ns
390,95	204.085 ns	1,6484 ns	0,9424 ns
502,15	233.537 ns	1,8040 ns	1,0975 ns
576,25	122.570 ns	1,0228 ns	0,5712 ns

(ns) – não significativo ao nível de 5% de probabilidade.

## 6 CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos foi possível concluir que:

- 1 - O consórcio berinjela-feijão caupi não influenciou significativamente a produtividade da cultura da berinjela em manejo orgânico no sistema de plantio direto, tornando-se uma alternativa para o agricultor na região de Seropédica-RJ.
- 2 - A cultura da berinjela responde a diferentes lâminas de irrigação afetando a produtividade comercial e total, não sendo observadas diferenças significativas no número de frutos por planta.
- 3 - A máxima produção de frutos comerciais da cultura da berinjela estimada neste estudo foi de  $6,41 \text{ kg planta}^{-1}$  com uma lâmina total de  $690,04 \text{ mm}$  correspondendo a  $107\%$  da ETC, sendo essa produção correspondente a uma produtividade de  $65,41 \text{ Mg ha}^{-1}$  considerando uma densidade de  $10.204 \text{ plantas ha}^{-1}$ .
- 4 - A eficiência do uso da água (EUA) foi alterada em função do sistema de cultivo adotado.

## **CAPÍTULO II**

### **DETERMINAÇÃO DO COEFICIENTE DE CULTURA E DA NECESSIDADE HÍDRICA DA BERINJELA, SOB MANEJO ORGÂNICO, NO SISTEMA DE PLANTIO DIRETO E PREPARO CONVENCIONAL DO SOLO**

## RESUMO

O conhecimento da necessidade hídrica de uma cultura permite a adoção de diversas práticas de manejo, bem como um melhor planejamento de lavouras no sentido de aumentar o potencial produtivo, promovendo reduções de riscos e de custos para produção e aumento da eficiência de utilização da água, principalmente em regiões ou épocas em que há limitações hídricas. Sob manejo orgânico, foram determinados em Seropédica-RJ, os coeficientes de cultura ( $k_c$ ), a evapotranspiração máxima, a eficiência do uso da água e a produtividade da cultura da berinjela, em dois sistemas de cultivo (plantio direto com adição de palha e em solo com o preparo convencional com aração e gradagem). Foi realizado um experimento de campo utilizando um lisímetro de pesagem para a determinação da evapotranspiração da cultura (ET<sub>c</sub>), adotando o delineamento inteiramente casualizado com 2 tratamentos (plantio direto e convencional) e com 5 repetições, durante 134 dias de cultivo. Não houve diferenças significativas na produtividade da cultura da berinjela nos dois sistemas de cultivo, sendo a produtividade comercial máxima obtida de 47,42 Mg ha<sup>-1</sup>, para o sistema de plantio direto, e de 47,91 Mg ha<sup>-1</sup>, para o sistema de plantio convencional. Independente do sistema de cultivo, houve uma produção de 95,5% de frutos comerciais distribuídos nas diferentes classes de comercialização com predomínio das classes 17 e 20. A ET<sub>c</sub> acumulada foi de 285,15 e 323,44 mm, para o sistema plantio direto e plantio convencional, respectivamente. O sistema de plantio direto proporcionou uma redução de aplicação de água pela irrigação de 13,41% quando comparado com o plantio convencional, sendo os valores das lâminas aplicadas de 342,2 mm (PD) e 388,1 mm (PC). Os valores de coeficientes de cultura para as fases: 1 – transplantio-florescimento; 2 – florescimento-frutificação; 3 – frutificação-1ª colheita; 4 – 1ª colheita-final do ciclo foi de 0,83; 0,77; 0,90 e 0,97 no sistema de plantio direto para as respectivas fases e para o plantio convencional de 0,81; 1,14; 1,17 e 1,05 para as mesmas fases descritas anteriormente. Não foram observadas diferenças significativas, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F, na máxima eficiência do uso da água (EUA) para os dois sistemas de cultivo. As EUA (considerando irrigação+precipitação) foram de 7,66 kg m<sup>-3</sup> (PC) e 8,17 kg m<sup>-3</sup> (PD), enquanto as EUA, considerando somente a irrigação, foram de 11,98 kg m<sup>-3</sup> (PC) e de 13,40 kg m<sup>-3</sup> (PD).

**Palavras chaves:** Lisímetro de Pesagem, irrigação, manejo da irrigação.

## ABSTRACT

The knowledge of water requirement of crops allows the adoption of various management practices and better planning of crops to increase yield potential by promoting reductions in risks and costs for production and increasing efficiency of water use, especially in areas or times when there is limited water resources. Under organic management were determined in Seropédica-RJ, the crop coefficients ( $k_c$ ), the maximum evapotranspiration, the efficiency of water use and yield of eggplant under two cropping systems (no tillage with straw plus in soil with conventional tillage with plowing and harrowing). We conducted a field experiment using a weighing lysimeter to determine the crop evapotranspiration (ET<sub>c</sub>), adopting the design entirely causalizado with two treatments (no tillage and conventional) and five replicates during 134 days of cultivation. There were no significant differences in yield of eggplant in the two cropping systems, and the commercial yield obtained maximum of 47, 42 Mg ha<sup>-1</sup> for the no-tillage system, and 47.91 Mg ha<sup>-1</sup> for the conventional tillage system. Regardless of the cropping system, there was a production of 95.5% of commercial fruit distributed in the different classes of trade with a predominance of class 17 and 20. The accumulated ET<sub>c</sub> was 285.15 and 323.44 mm for the no-tillage and conventional tillage, respectively. The no-tillage system provided a reduction of water application by irrigation of 13.41% compared to conventional tillage, the values of the applied depths of 342.2 mm (PD) and 388.1 mm (PC). Values of crop coefficients for the phases: 1 - transplanting, flowering, 2 - flowering-fruiting, 3 - 1st fruit-harvesting, 4-1 first crop-final cycle was 0.83, 0.77, 0.90 and 0, 97 in no-tillage system for the respective phases for conventional tillage and 0.81, 1.14, 1.17 and 1.05 for the same steps described above. No significant differences were observed, at 5% probability by F test, the maximum efficiency of water use (U.S.) for the two cropping systems. The U.S. (considering irrigation + precipitation) were 7.66 kg m<sup>-3</sup> (PC) and 8.17 kg m<sup>-3</sup> (PD), while the U.S., considering only the irrigation were 11.98 kg m<sup>-3</sup> (PC) and 13.40 kg m<sup>-3</sup> (PD).

**Key words:** Lysimeter Weighing, irrigation, irrigation management.

## 7 INTRODUÇÃO

A agricultura é uma atividade econômica que por estar sujeita à variabilidade do clima, do mercado e da política agrária, torna-se instável e de alto risco, devendo ser bem planejada para que seu sucesso seja alcançado. Entre todas as atividades econômicas, a agricultura pode ser considerada a que mais depende das condições climáticas, sendo esta variável responsável por 60 a 70% da variabilidade final da produção (ORTOLANI & CAMARGO, 1987).

A degradação dos recursos naturais, principalmente da água, vem ocorrendo de forma muito intensa e o uso inadequado dos recursos hídricos na agricultura ao buscar indiscriminadamente o aumento de produtividade é um dos fatores que tem contribuído para o seu desperdício, trazendo sérias consequências ao meio ambiente.

Atualmente, a prática da irrigação não deve ser vista apenas como uma técnica utilizada para eliminar riscos das perdas ocasionadas por estiagens ou secas prolongadas, mas, sobretudo, como uma tecnologia de alto nível, capaz de acelerar a modernização da agricultura, elevando a produção de alimentos, com ganhos de qualidade e produtividade. Neste contexto, é fundamental a adoção de técnicas racionais de manejo conservacionista do solo e da água para a sustentabilidade da agricultura, de tal forma que se possa manter ao longo do tempo estes recursos com quantidade e qualidade suficientes para a manutenção de níveis satisfatórios de produtividade (WUTKE et al., 2000). MOREIRA et al. (1999) constataram que a técnica conservacionista conhecida como sistema plantio direto, caracterizada pela manutenção da cobertura morta sobre a superfície do solo proporcionou economia de água por meio do menor número de irrigações realizadas na cultura do feijoeiro. O ideal para a agricultura seria que o manejo sustentável do solo associado ao uso correto da água possibilitasse condições cada vez melhores para o desenvolvimento vegetal, promovendo conseqüentemente, menores perdas de material sólido e de água e por fim, maior produtividade associada à qualidade ambiental.

Na horticultura sustentável, é muito importante conhecer as interações entre plantas e elementos meteorológicos, bem como a quantidade de água utilizada pelas culturas. Considerando-se que, em geral, é difícil separar os processos de evaporação e transpiração, mutuamente dependentes, estes são reunidos e tratados como se fosse um único processo, denominado evapotranspiração. Segundo PEREIRA et al. (1997), a evapotranspiração é controlada pela disponibilidade de energia, pela demanda atmosférica e pelo suprimento de água do solo às plantas. Existem diversos métodos para a determinação da evapotranspiração potencial, cada um com suas limitações. Cabe ao usuário, então, decidir qual deles utilizar, de acordo com a sua conveniência e disponibilidade de dados.

Diversos pesquisadores em todo o mundo propuseram modelos indiretos para a estimativa da evapotranspiração de referência (ET<sub>o</sub>), com as mais diferentes concepções e número de variáveis envolvidas. Antes de se eleger o modelo a ser utilizado, é necessário saber quais os elementos climáticos disponíveis e, a partir daí, verificar quais podem ser aplicados, uma vez que a utilização dos diferentes métodos para certo local de interesse fica na dependência dessas variáveis (MENDONÇA et al., 2003).

O coeficiente de cultura (kc) utilizado na estimativa da evapotranspiração da cultura (ET<sub>c</sub>), resultante da razão entre ET<sub>o</sub> e ET<sub>c</sub>, considera que a planta esteja se desenvolvendo sob condições ideais, sem limitações locais para o desenvolvimento da cultura ou redução da evapotranspiração devido a restrições na água do solo, densidade de plantio, doenças, vegetação espontânea, insetos ou salinidade (ALLEN et al., 1998). De acordo PIREZ et al. (2001), a ET<sub>c</sub> difere da ET<sub>o</sub> principalmente quanto às diferenças de cobertura do solo, propriedade do dossel vegetativo e resistência aerodinâmica entre a grama e as culturas. Para

uma mesma cultura, o kc varia em função estágio de desenvolvimento, podendo atingir valor maior que 1 quando a mesma estiver em pleno desenvolvimento, e geralmente menor que 1 na fase de desenvolvimento inicial. Além das características da cultura o kc é influenciado intensamente pela umidade da superfície evaporante, sendo que, a maioria das curvas de kc, se aplica as culturas bem supridas por água (SEDIYAMA et al., 1998).

Segundo MEDEIROS et al. (2003), o kc é um parâmetro relacionado aos fatores ambientais e fisiológicos das plantas devendo, preferencialmente, ser determinado para as condições locais nas quais será utilizado; todavia, sua determinação sob condições de campo exige um grande esforço de pessoal técnico, equipamentos e custos, em virtude da quantidade de informações, controles e monitoramentos necessários ao balanço hídrico em uma área irrigada. Para obtenção de kc ao longo do ciclo da cultura, normalmente se utilizam lisímetros (MENDONÇA et al., 2007).

Com base no exposto, o presente trabalho teve como objetivo determinar a necessidade hídrica, coeficiente de cultura (kc), evapotranspiração máxima e a eficiência do uso da água da cultura da berinjela, para os sistemas de cultivo, plantio direto com adição de palha e em solo com o preparo convencional com aração e gradagem, para as condições edafoclimáticas de Seropédica-RJ.

## 8 MATERIAL E MÉTODOS

### 8.1. Caracterização da Área Experimental

O trabalho foi desenvolvido no SIPA (Sistema Integrado de Produção Agroecológica) – “Fazendinha Agroecológica km 47”, localizado no município de Seropédica-RJ região Metropolitana do Estado do Rio de Janeiro (Latitude 22°48'00''S; Longitude 43°41'00''W; altitude de 33,0 m). O SIPA possui uma área de 59 ha destinada à experimentação e desenvolvimento da agroecologia. Trata-se de um projeto implantado no ano de 1993 mediante convênio entre a Embrapa-Agrobiologia, UFRRJ e Pesagro-Rio, visando o exercício de pesquisa sistêmica, de caráter multi e interdisciplinar. O solo é classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo (ALMEIDA et al. 2003) e, de acordo com CARVALHO et al. (2006), o clima da região é do tipo Aw na classificação de Köppen, com inverno seco. Dados agroclimáticos de Seropédica (INMET/PESAGRO-RIO) registraram em 30 anos (1977-2007) médias anuais de temperatura em torno de 28° C e pluviosidade em torno de 1.200 mm. A precipitação pluviométrica se concentra entre os meses de outubro e março, com elevadas temperaturas neste mesmo período do ano. Normalmente, ocorre uma estiagem prolongada, que vai de abril a setembro e um frequente “veranico” em janeiro/fevereiro.

O experimento foi conduzido no período de 23 de maio a 3 de outubro de 2008, em duas parcelas experimentais de 144 m<sup>2</sup> (12 x 12 m) de área disponível, contendo em cada uma delas, um lisímetro de pesagem no centro (CARVALHO et al, 2007). As parcelas foram denominadas ET1 e ET2 correspondendo, respectivamente, ao sistema plantio direto e plantio com preparo convencional do solo.

Foram coletadas amostras para caracterização química e física do solo. Para caracterização química foram coletadas amostra de solo nas camadas de 0-0,10 e 0,10-0,20 m, com auxílio de um trado de rosca, e para caracterização física nas profundidades de 0,10; 0,20 e 0,4 m, sendo as amostras indeformadas coletadas com anel de Kopecky.

A Tabela 12 apresenta a caracterização química do solo na área de plantio, para a profundidade de 0,10 e 0,20 m, conforme metodologia apresentada por Embrapa (1997). Com base nos resultados apresentados na Tabela 12 e no manual de adubação para o Estado do Rio de Janeiro, não houve necessidade de correção de nenhum nutriente para a cultura da berinjela.

Tabela 12 - Resultado da análise química do solo realizada na área experimental.

Tratamento	Prof. m	pH(H <sub>2</sub> O)	Al	Ca+Mg	Ca	Mg	P	K
			cmoc dm <sup>-3</sup>			mg dm <sup>-3</sup>		
ET1 – (Plantio Direto)	0,10	6,8	0,0	4,3	3,5	0,8	146,6	375,0
	0,20	6,3	0,0	4,2	3,4	0,8	82,7	215,0
ET2 – (Preparo Convencional)	0,10	6,2	0,0	4,6	3,8	0,8	117,0	325,0
	0,20	6,4	0,0	4,3	3,7	0,6	114,7	105,0

O valor da capacidade de campo (CC) foi determinado em laboratório utilizado o extrator de Richards, sendo a metodologia descrita por (REICHARDT & TIM, 2004), tendo os valores de 0,243; 0,213; 0,217 cm<sup>3</sup> cm<sup>-3</sup> nas profundidades de 0,1; 0,2; 0,4 m



respectivamente para o sistema de plantio direto, e para o sistema com preparo do solo os valores foram de 0,227; 0,223 e 0,205  $\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$  para as profundidades de 0,1; 0,2; 0,4 m respectivamente.

Na Tabela 13 são apresentadas as características físicas do solo (densidade do solo; análise granulométrica) realizada em cada parcela experimental. Foi determinada a densidade do solo pelo método do anel volumétrico e a textura do solo pelo método de laboratório da pipeta (Embrapa, 1997).

Tabela 13 - Resultado das características físicas do solo

Prof. (m)	Densidade ( $\text{g cm}^{-3}$ )		Análise Granulométrica (%)					
	ET1	ET2	ET1			ET2		
			Argila	Areia	Silte	Argila	Areia	Silte
0,10	1,61	1,54	17	73	10	16	75	9
0,20	1,59	1,60	17	73	10	15	76	9
0,40	1,58	1,70	22	69	9	20	71	9

### 8.1.1. Preparo do solo e transplântio das mudas

O preparo da área denominada ET1 consistiu de uma roçada, deixando sob o solo toda palhada proveniente de vegetação espontânea. Logo em seguida foram preparadas as covas, com profundidade de 0,20 m. Foi utilizado uma adubação orgânica de esterco bovino na dosagem de 0,540  $\text{kg cova}^{-1}$  de matéria seca, que apresentava umidade de 55% e com as características químicas descrita na Tabela 14. A aplicação de material orgânico no solo tem a propriedade de atuar de forma benéfica na população de microrganismos antagonistas, incrementando a produção de substâncias tóxicas aos fitopatógenos e aumentando a supressividade (SOUZA, 2001).

Para a área denominada ET2, foi utilizado o sistema de preparo convencional, com uma aração (arado de disco) na profundidade de 0,2 m e duas gradagens de nivelamento. Logo em seguida foram preparadas as covas e realizada adubação seguindo o mesmo critério do plantio direto (ET1).

Tabela 14 - Resultado da análise química do esterco bovino utilizado na adubação de plantio.

Ca	Mg	P	K	N
g $\text{kg}^{-1}$				
6,00	5,0	1,03	28,20	11,81

Para a produção das mudas foram utilizadas sementes do híbrido Ciça (híbrido desenvolvido pela Embrapa com frutos oblongos, coloração roxo escuro brilhante). As mudas foram produzidas em casa de vegetação, em bandejas de isopor com 128 células, abastecidas com substrato constituído de subsolo argiloso, areia lavada, esterco bovino curtido, “cama” de aviário e vermicomposto, na proporção respectiva de 4:2:2:1:1 (base em volume). As bandejas foram mantidas em casa de vegetação e irrigadas diariamente de forma manual (Figura 21). A semeadura foi realizada no dia 15/04.



Figura 21 – Irrigação manual das mudas na casa de vegetação durante a fase de produção das mudas.

O transplântio foi realizado 38 dias após a semeadura (DAS), com as mudas apresentando, em média, 5 folhas e área foliar de  $72,83 \text{ cm}^2$ , utilizando o espaçamento de 1,4 m entre linhas e 0,7 m plantas. Para melhor distribuição das mesmas no campo, foi utilizada uma linha guia com os espaçamentos previamente definidos.

### 8.1.2. Caracterização do lisímetro de pesagem

Os lisímetros utilizados neste estudo eram compostos de uma caixa metálica com dimensões 1,0 x 1,0m de base e 0,7m de altura, montada sobre barras transversais, a fim de concentrar a massa do conjunto sobre uma única célula de carga, localizada no centro do sistema de cada lisímetro. Foi utilizada a célula da marca ALPHA, modelo Z com capacidade de medida de até 2 Mg, com sensibilidade de aproximadamente 6.000 divisões, ou 0,3 kg. Segundo o fabricante, a sensibilidade deste produto é de  $2 \pm 0,1\% \text{ mV/V}$ . Cada lisímetro (contendo uma planta) utilizado neste estudo estava instalado no centro de cada área experimental, que continha 153 plantas.

Apesar das estruturas dos lisímetros terem sido construídas e calibradas conforme metodologia apresentada por CRUZ (2005) foi realizada nova calibração dos mesmos. Para isso, foram utilizados 40 sacos plásticos com areia representando as massas-padrão, sendo 10 com 1,0 kg, 10 com 0,5 kg, 10 com 0,25 kg e 10 com 0,1 kg. O teste consistiu em colocar os sacos plásticos sobre o lisímetro, começando pelos de menor massa, em intervalos de 2 min. A cada saco plástico colocado era obtida a leitura da célula de carga (em mV). Após a colocação de todos os sacos plásticos, foi realizado o procedimento inverso, ou seja, todos os sacos foram sendo retirados, no mesmo intervalo de tempo, começando pelos de 1,0 kg. Os dados referentes às massas-padrão aplicadas e as respectivas leituras da balança do lisímetro foram submetidos à análise de regressão, sendo possível obter um ajuste linear dos dados.

As células de carga dos lisímetros estavam conectadas a um sistema de aquisição e armazenamento de dados (microdatalogger Campbell Scientific, mod. CR23X), permitindo, dessa forma, a determinação diária da ETc a partir da transformação do sinal elétrico em massa do conjunto (solo+caixa), utilizando a equação de calibração. A partir daí, a lâmina evapotranspirada era obtida dividindo-se a diferença de massa pela área da caixa.

## 8.2. Coleta dos Dados Climáticos e Determinação da Evapotranspiração de Referência (ET<sub>o</sub>)

Os dados climáticos utilizados na condução do experimento foram obtidos numa estação automática, localizada no próprio SIPA. Nesta estação, os parâmetros climáticos eram registrados continuamente em um dispositivo Datalogger, que armazenava as informações a cada 3 segundos, com emissão de média a cada 30 minutos (CARVALHO et al, 2006). A estação era composta dos sensores de temperatura do ar e umidade relativa do ar (Vaisala, mod. HMP45C-L), velocidade e direção do vento (anemômetro, 03001-L RM YOUNG) e radiação solar global incidente (piranômetro Kipp & Zonen, mod. SP-LITE-L), além de um pluviógrafo (Globalwater, GL400-1-1) e um tanque Classe A. As estimativas de ET<sub>o</sub> foram realizadas pelo método Pennam-Monteith (ALLEN et al., 1998).

## 8.3. Sistema de Irrigação e Caracterização dos Tratamentos Aplicados

Neste estudo foi utilizado o sistema de irrigação por aspersão, por ser o sistema comumente utilizado por muitos produtores rurais na região, em função da possibilidade de remanejamento para outras lavouras na propriedade. Foram utilizados aspersores setoriais (modelo Pingo, bocal 3 mm da FABRIMAR), posicionados nos quatros vértices das parcelas distanciados de 12 m, totalizando oito aspersores (quatro na área de plantio direto e os outros quatro na área de preparo convencional do solo), sendo esses regulados com ângulo de 90° para proporcionar distribuição mais uniforme da água. Antes da implantação da cultura da berinjela foi avaliada a uniformidade de precipitação e determinados os coeficientes de uniformidade de aplicação de água (CUC), sendo obtida uma precipitação média de 9,8 mm h<sup>-1</sup> e um CUC de 86%, para aspersores instalados a uma altura de 1,0 m e pressão de serviço regulada com auxílio de uma válvula reguladora de pressão do fabricante FABRIMAR® a 210 kPa. A Figura 22 ilustra a distribuição dos coletores para a realização dos testes de uniformidade. O manejo da irrigação foi realizado com base nas leituras do lisímetro de pesagem, seguindo metodologia proposta por CARVALHO et al. (2007).



Figura 22 - Vista parcial dos aspersores setoriais funcionando e dos coletores distribuídos na área experimental.

O delineamento adotado foi o inteiramente casualizado sendo os tratamentos os dois sistemas de plantio (plantio direto e plantio com preparo convencional do solo - Figura 23) com cinco repetições e dez colheitas durante o cultivo. Cada amostragem foi composta por oito plantas que caracterizaram a produção da cultura.



Figura 23 - Vista da área experimental: berinjela no sistema de plantio direto com cobertura de capim Cameron – ET1 (a) e berinjela no sistema de plantio convencional – ET2 (b).

No dia 21 de julho, aos 29 DAT, a área ET1 recebeu palha de capim Cameron na dosagem de  $1,50 \text{ kg m}^{-2}$  de matéria seca. No momento do acréscimo da cobertura morta o capim apresentava umidade de 78%, sendo utilizadas somente as folhas a fim de evitar a germinação das gemas presentes nos colmos. O capim foi somente cortado da capineira e distribuído inteiro em toda a área de cultivo, com objetivo de simular um plantio direto com uma dosagem maior de cobertura do solo. Características químicas do capim são apresentadas na Tabela 15.

Durante o cultivo foram utilizados os seguintes tratos culturais: capina na linha das plantas, roçada na entre linha e adubação de cobertura com torta de mamona na dosagem de  $0,2 \text{ kg planta}^{-1}$  mensalmente (Figura 24) e semanalmente realizado a pulverização da mistura de óleo de Nim a 1% e sulfocálcica a 1%.

Tabela 15 - Resultado da análise química do capim Cameron adicionado no sistema de plantio direto.

Ca	Mg	P	K	N
g kg <sup>-1</sup>				
2,71	4,6	1,99	9,5	12,6



Figura 24 – Realização da adubação de cobertura utilizando torta de mamona.

Aos 30, 62 e 99 dias, após colocar a cobertura de Cameron no campo, amostras de vegetação espontânea foram coletadas a fim de se quantificar e comparar o surgimento de erva invasora nos dois sistemas de plantio. As amostras, com cinco repetições em cada tratamento, foram coletadas em área conhecida, demarcada por meio de gabarito de metal e sorteada aleatoriamente.

#### **8.4. Monitoramento da Umidade do Solo**

Além do manejo realizado com o lisímetro, neste estudo foi empregada também a metodologia da TDR, sendo, para isso, utilizadas sondas constituídas de três hastes de aço inoxidável, com diâmetros de 0,003 m e comprimento de 0,18 m, mantidas paralelas a uma distância de 0,015 m entre si. As sondas foram instaladas nas profundidades de 0,10; 0,20 e 0,40 m, em 4 das cinco repetições dos tratamentos.

A calibração da TDR consistiu na obtenção de leituras diárias da constante dielétrica do solo ( $k_a$ ) que eram correlacionadas com a umidade volumétrica do solo, calculadas a partir de amostras de solo coletadas nas mesmas profundidades de instalação das sondas.

As leituras ou medidas de umidade do solo foram realizadas a cada três dias, sempre antes das irrigações, com auxílio de um computador portátil conectado ao TDR para visualização da onda e dos valores da constante dielétrica ( $k_a$ ). Dessa forma, os valores de umidade volumétrica eram obtidos instantaneamente nas quatro repetições de cada tratamento somente com a finalidade de monitorar a umidade do solo, após as leituras da constante dielétrica do solo.

#### **8.5. Determinação dos Coeficientes de Cultura e Evapotranspiração da cultura da berinjela**

Na determinação da evapotranspiração da cultura (ET<sub>c</sub>) da berinjela, foram utilizadas as leituras lisimétricas, mediante a variação diária da massa do conjunto (caixa-solo-planta). Ressalta-se que a planta de berinjela contida em cada lisímetro recebeu os mesmos tratamentos culturais (capinas, adubações, pulverizações, colheitas e tutoramento) das plantas vizinhas (fora do lisímetro) não alterando o espaçamento proposto no estudo de 1,4 x 0,70 m.

O manejo da irrigação foi realizado de forma que as lâminas de água posteriormente aplicadas em cada irrigação seria equivalente a 100% da evapotranspiração detectada pelo lisímetro em toda a área cultivada. As irrigações foram realizadas a cada dois dias, sempre no

horário de menor incidência de ventos (parte da manhã 4:30 às 6:00 h ou das 18:00 às 20:00 h).

A evapotranspiração da cultura (ET<sub>c</sub>) foi estimada dividindo-se o total de água consumida pela planta, pela área total de 0,98 m<sup>2</sup> (1,4 m x 0,7 m), alocada para cada planta, desconsiderando sempre a variação do peso do conjunto lisimétrico referente as irrigações, precipitações, drenagem. Para se proceder a drenagem do lisímetro, em virtude da ocorrência de precipitação elevada, uma bomba de pistão foi instalada sobre uma estrutura de apoio, construída com madeira, e acoplada a um tubo flexível de 0,020m de diâmetro (3/4"). O volume de água drenado era medido com um proveta e sempre comparado com as leituras do lisímetro no horário da drenagem.

O kc foi calculado dividindo-se a ET<sub>c</sub> pela ET<sub>o</sub> estimada pelo método de Penman-Monteith (ALLEN et al., 1998).

### **8.6. Produção da Berinjela e Seus Componentes Avaliados**

A produtividade da berinjela foi avaliada em colheitas semanais, que teve início no dia 01/08/2008 (69 DAT) e encerrou no dia 03 de outubro (135 DAT). Ao longo deste período, foram realizadas 10 colheitas, sendo analisadas a produção total, produção comercial e diâmetro dos frutos seguindo o controle de agroqualidade do CEAGESP. Foram descartados frutos que apresentavam tamanho inferior a 0,10 m e superior a 0,25 m, e também os frutos maduros, com má formação e com injúrias mecânicas. Em cada parcela experimental foram colhidos frutos de 8 plantas. Logo após a colheita os frutos foram identificados e levados para uma sala de processamento, onde foram medidos o comprimento, diâmetro e peso fresco individualmente de cada fruto.

Foi calculada a eficiência do uso da água conforme metodologia descrita no item 4.6 do Capítulo I, caracterizada pela a produtividade em relação ao consumo de água até o momento de cada colheita.

Os dados relativos aos experimentos foram submetidos aos testes de Cochran e Bartlett, concluindo que os erros dos dados de produtividade apresentam variâncias homogêneas e segue a distribuição normal segundo teste de Lilliefors, sendo possível proceder à análise de variância dos dados sem transformá-los. Os dados foram submetidos análise de variância (ANOVA). Sendo neste caso o teste F conclusivo, não sendo necessária realização de teste de média (GI=1). Todas as análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do aplicativo do Excel (2003) e do programa estatístico SISVAR versão 4.6.

## 9 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 9.1. Dados Climáticos

Na Tabela 16 estão apresentados os valores dos totais e mensais das variáveis climáticas durante o cultivo da berinjela. A evapotranspiração de referencia (ET<sub>o</sub>) média foi de 2,35 mm dia<sup>-1</sup> totalizando 315,4 mm em todo o período de cultivo. A precipitação total foi de 221,4 mm, sendo o mês de agosto aquele com maior índice pluviométrico.

Tabela 16 – Evapotranspiração de referencia mensal estimada pelo método de Penman-Monteith FAO (ET<sub>o</sub>, mm mês<sup>-1</sup>), precipitação total mensal (Prec, mm mês<sup>-1</sup>), temperatura média (T<sub>méd</sub>, °C), máxima (T<sub>máx</sub>, °C) e mínima (T<sub>mín</sub>, °C) mensais, umidade relativa mensal (UR<sub>méd</sub>, %) e velocidade do vento médio mensal a 2 m de altura (U<sub>2</sub>, m s<sup>-1</sup>), durante o período de cultivo da berinjela em Seropédica-RJ.

Mês/2008	Dias	ET <sub>o</sub>	Prec.	T <sub>méd</sub>	T <sub>máx</sub>	T <sub>mín</sub>	UR <sub>méd</sub>	U <sub>2</sub>
Maio	9	20,9	8,8	21,8	28,5	16,8	75,6	2,1
Junho	30	54,1	32,4	21,0	26,0	17,0	76,5	2,0
Julho	31	66,0	16,4	19,8	26,9	14,4	72,5	2,2
Agosto	31	81,5	88,2	22,1	27,7	17,8	73,8	1,6
Setembro	30	82,2	61,4	20,8	25,7	16,7	77,0	2,2
Outubro	3	10,7	14,2	24,5	29,1	20,8	73,0	2,5
Total	134	315,4	221,4					
Média		2,35		21,7	27,3	17,2	74,8	2,1

Na Figura 25 estão apresentados os valores totais de precipitação durante o período de cultivo da berinjela. O maior evento de precipitação ocorreu aos 80 DAT com valor de 44,8 mm. Entre os dias 78 a 80 DAT (08/08/08 a 10/08/08) ocorreram precipitação de 52 mm correspondendo a 59% do total precipitado no mês de agosto e 23,5% do precipitado durante todo o ciclo. Apesar de o cultivo ter sido caracterizado como de inverno, época em que normalmente os índices pluviométricos são baixos na região de Seropédica-RJ, foi observada precipitação pluviométrica relativamente bem distribuída (Figura 25), sendo o período de maior estiagem aquele compreendido do 10° ao 25° DAT.

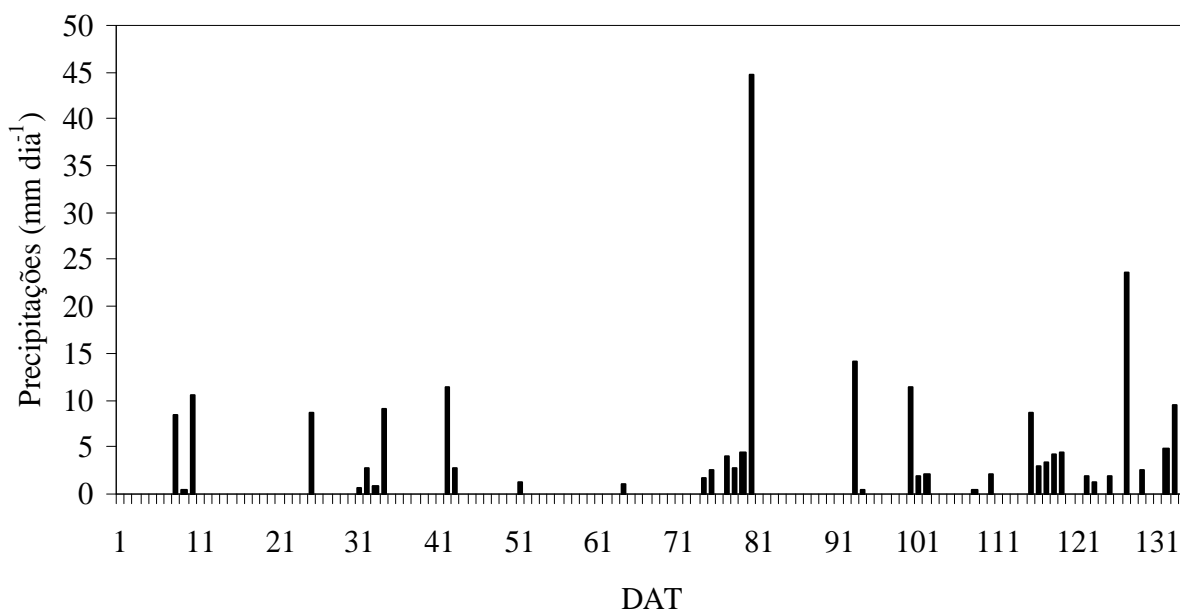


Figura 25 - Precipitações totais ocorridas no período de 23/05/08 a 03/10/08 durante o período de cultivo da berinjela na região de Seropédica – RJ medidas pela estação automática do SIPA.

Os valores das temperaturas máximas, mínimas e médias ocorridos durante a condução do experimento são apresentados na Figura 26 durante 134 dias de cultivo no campo da cultura da berinjela. As médias das temperaturas foram de, respectivamente, 27,3°C; 17,2 °C e 21,7°C.

Essa faixa de variação, assim como os valores observados, é propícia ao cultivo da berinjela, uma vez que as temperaturas permaneceram sempre dentro da faixa de temperatura base recomendada por UZUN (2006), que é de 35 °C para temperatura basal superior, 10 °C para temperatura basal inferior e 22 °C para temperatura basal ótima. Pela Figura 26 observa-se que a maior amplitude térmica ocorreu no dia 02/09/2008 (103 DAT) em plena fase de colheita (5ª colheita), chegando à diferença entre as temperaturas máxima e mínima de 18,6°C. De acordo FILGUEIRA (2003), a termoperiodicidade diária para a berinjela favorece a frutificação e resulta em elevada produtividade.



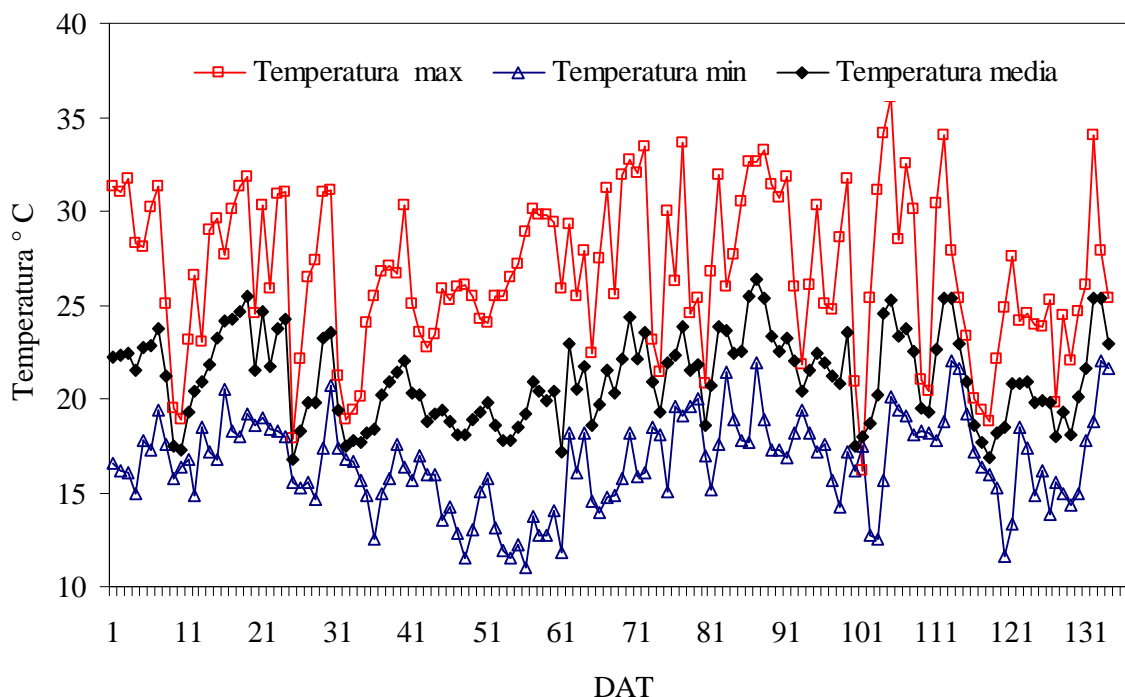


Figura 26 - Valores das temperaturas máximas, mínimas e médias medidas na estação climatológica do SIPA, durante no período de 23/05/08 a 03/10/08 EM Seropédica – RJ.

## 9.2. Calibração dos Lisímetros

A Figura 27 apresenta a equação de regressão obtida da relação entre as leituras da célula de carga (mV) e massa do conjunto (kg). Como a área do lisímetro é de 1,0 m<sup>2</sup> e considerando a massa específica da água igual 1 Mg m<sup>-3</sup>, a variação da massa do conjunto representa a própria evapotranspiração de referência, em mm.

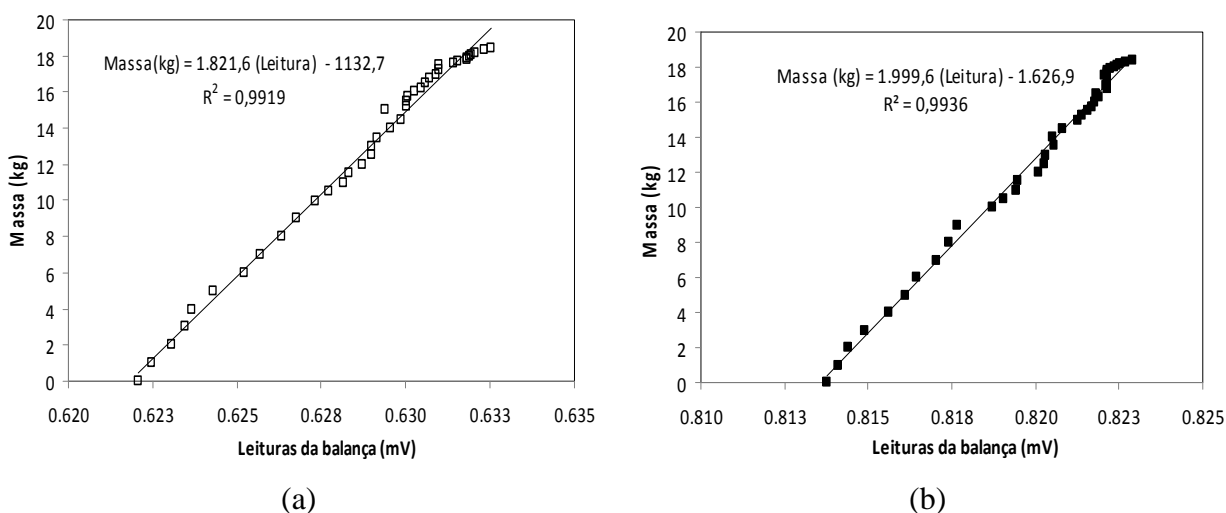


Figura 27 – Gráfico de ajuste dos dados a partir das leituras da célula de carga e massas do conjunto, nos lisímetros 1 – ET1 (a) e 2 – ET2 (b).

As equações apresentadas na Figura 27 foram obtidas a partir dos dados de descarregamento, uma vez que a evapotranspiração representa uma diminuição da massa do conjunto. Os coeficientes de determinação para as duas curvas (descarregamento)

apresentaram valores semelhantes e superiores a 0,99.

### 9.3. Monitoramento da Umidade do Solo

As equações de calibração para o uso da TDR estão apresentadas na Tabela 17, para as três profundidades avaliadas. Observa-se uma variação de coeficiente de determinação de 0,718 a 0,9445 sendo possível constatar um adequado ajuste dos dados ao modelo linear gerado pela regressão. Os valores utilizados para gerar a equação foram obtidos na própria área de cultivo.

Tabela 17 – Equações de calibração para estimativa da umidade volumétrica do solo ( $\square$  -  $\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$ ) utilizando o TDR para dois sistemas de cultivo (Plantio direto e Plantio com Preparo Convencional do solo) para as profundidades 0,10; 0,20 e 0,40 m, na região de Seropédica-RJ

Sistema de Cultivo	Prof (m)	Equação de calibração	Coefficiente de determinação $r^2$
Plantio Direto	0,10	$\square = 0,0168 \times ka + 0,0302$	0,8009
Plantio Direto	0,20	$\square = 0,0241 \times ka - 0,0267$	0,8968
Plantio Direto	0,40	$\square = 0,0289 \times ka - 0,0877$	0,7191
Plantio Convencional	0,10	$\square = 0,0220 \times ka - 0,0115$	0,9445
Plantio Convencional	0,20	$\square = 0,0209 \times ka + 0,0110$	0,718
Plantio Convencional	0,40	$\square = 0,0121 \times ka + 0,1369$	0,748

As Figura 28, 29 e 30 apresentam a variação da umidade do solo nas três profundidades. As linhas contínuas em vermelho (Plantio Direto) e em preto (Plantio com preparo do solo) representam os valores da capacidade de campo ( $C_c$ ) previamente determinados. A umidade média no plantio direto durante os 134 dias de cultivo de campo na camada de 0,10 m foi de  $0,227 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$ , sendo o maior valor observado de  $0,260 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$  aos 63 DAT (Figura 28). Para o sistema de plantio com preparo convencional do solo, a umidade média nos primeiros 0,10 m foi de  $0,175 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$ , sendo inferior à umidade correspondente à capacidade de campo ( $0,227 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$ ). De acordo com NASCIMENTO et al. (2001), a manutenção de níveis de umidade do solo mais elevados no sistema de plantio direto se deve à melhoria na estruturação das partículas do solo, que modifica substancialmente a curva de retenção de água no solo. A quebra da continuidade do fluxo de água, promovida pela cobertura morta formada na superfície do solo no sistema de plantio direto, reduz as perdas de água por evaporação, mantendo a umidade mais elevada nas camadas superficiais (STONE & MOREIRA, 2000).

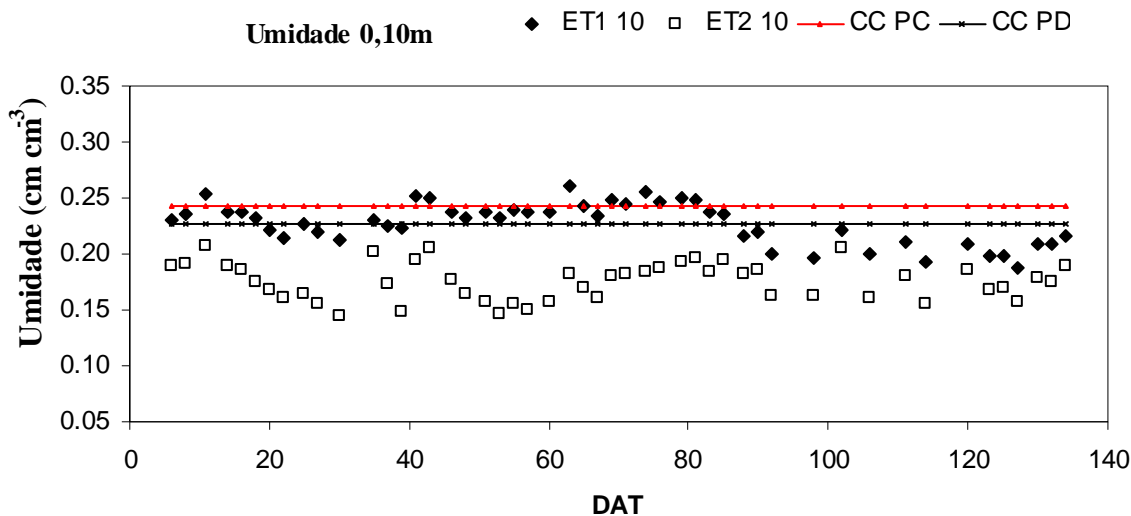


Figura 28 – Umidade do solo na profundidade de 0,10 m durante o cultivo da berinjela em cultivo orgânico no sistema de preparo do solo direto com acréscimo de palhada (ET1) e preparo convencional do solo com aração e gradagem (ET2) na região de Seropédica-RJ.

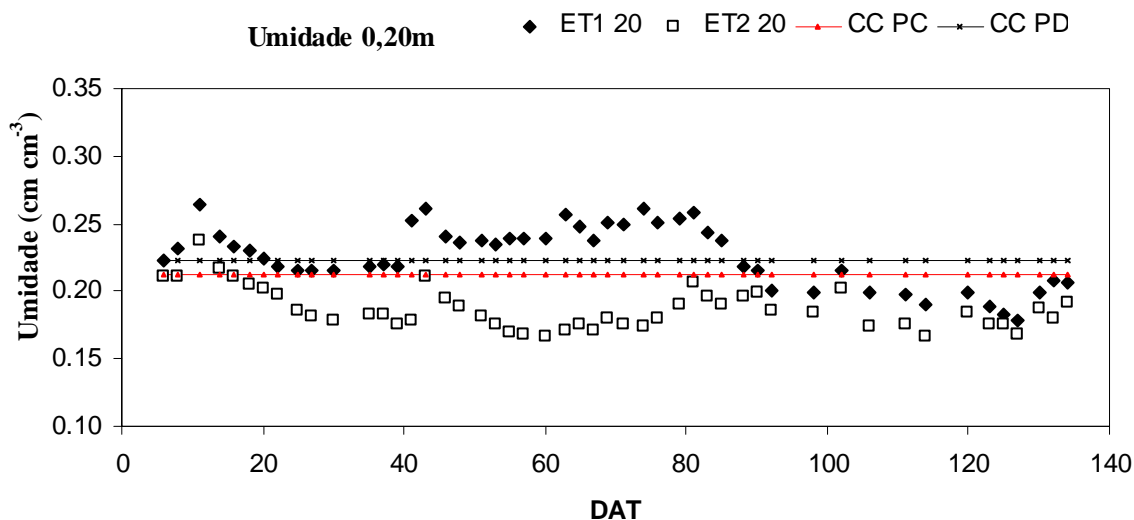


Figura 29 - Umidade do solo na profundidade de 0,20 m durante o cultivo da berinjela em cultivo orgânico no sistema de preparo do solo direto com acréscimo de palhada (ET1) e preparo convencional do solo com aração e gradagem (ET2) na região de Seropédica-RJ.

Resultados semelhante ao ocorrido na profundidade de 0,10 m foi observado também na profundidade de 0,2 m (Figura 29). A umidade média do solo no sistema de plantio direto durante grande parte do ciclo permaneceu próximo da capacidade de campo. Apesar dos dois sistemas terem sido irrigados com uma lâmina correspondente a 100% da  $ET_c$ , a umidade do sistema de plantio direto sofreu uma menor variação até a profundidade de 0,2 m. Nas tensões matriciais mais baixas, a distribuição do tamanho dos poros é altamente correlacionada com o armazenamento de água no solo. A retenção e a disponibilidade de água às plantas em diferentes sistemas de manejo do solo dependem da porosidade e da presença da palha em cobertura (KUNZ et al., 2007). Desta maneira, aqueles sistemas de preparo que provocam

maior revolvimento do solo e, portanto, aumenta o seu volume, armazenam menos água na camada revolvida em relação à outra camada idêntica sem revolvimento.

Na Figura 30 estão apresentados os valores da umidade do solo a uma profundidade de 0,40 m. Nesta profundidade os valores da umidade do solo no plantio direto foram sempre superiores aos valores da capacidade de campo, sendo o valor médio da umidade durante 134 dias de cultivo de  $0,235 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$  e o valor médio para o sistema de preparo convencional foi de  $0,195 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$ .

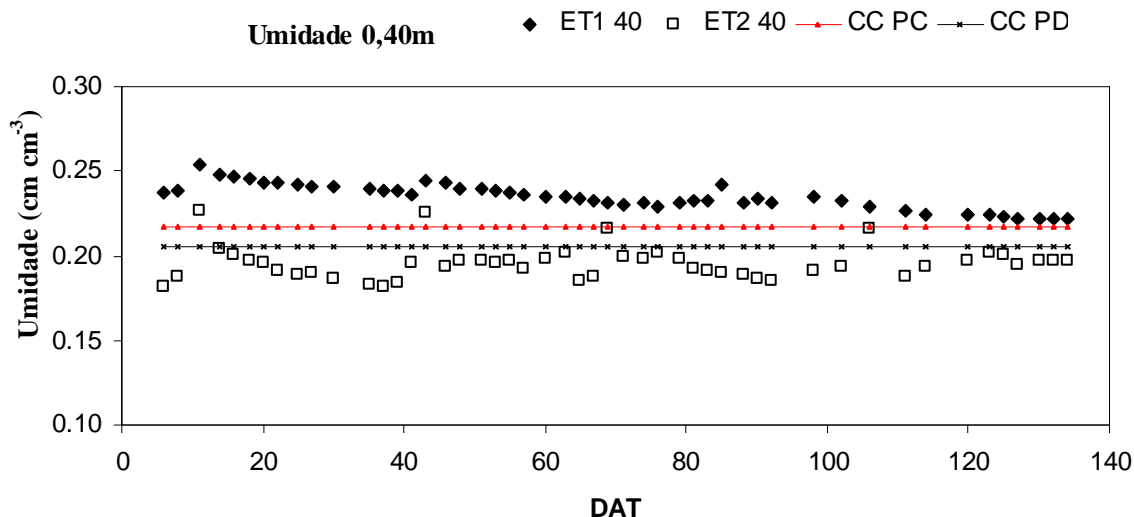


Figura 30 - Umidade do Solo na profundidade de 0,40 m durante o cultivo da berinjela em cultivo orgânico no sistema de preparo do solo direto com acréscimo de palhada (ET1) e preparo convencional do solo com aração e gradagem (ET2) na região de Seropédica-RJ.

O sistema de preparo do solo influencia a dinâmica do sistema solo-água-plantas, pois algumas práticas, como o plantio direto, podem influenciar na evaporação, reduzindo a taxa de evapotranspiração das culturas, proporcionando um aumento no intervalo de irrigações, e assim reduzindo a quantidade de água aplicada. Importante lembrar que somente a utilização do plantio direto sem um manejo adequado da irrigação não é suficiente para que a cultura expresse seu potencial produtivo. Assim, recomenda-se a associação de técnicas conservacionista e o manejo da irrigação para manutenção da umidade ideal para as culturas.

#### 9.4. Evapotranspiração da Cultura

As Figuras 31 e 32 apresentam os valores da evapotranspiração diária da cultura da berinjela durante os 134 dias de cultivo bem como o saldo de radiação para os dois sistemas de cultivo adotados.

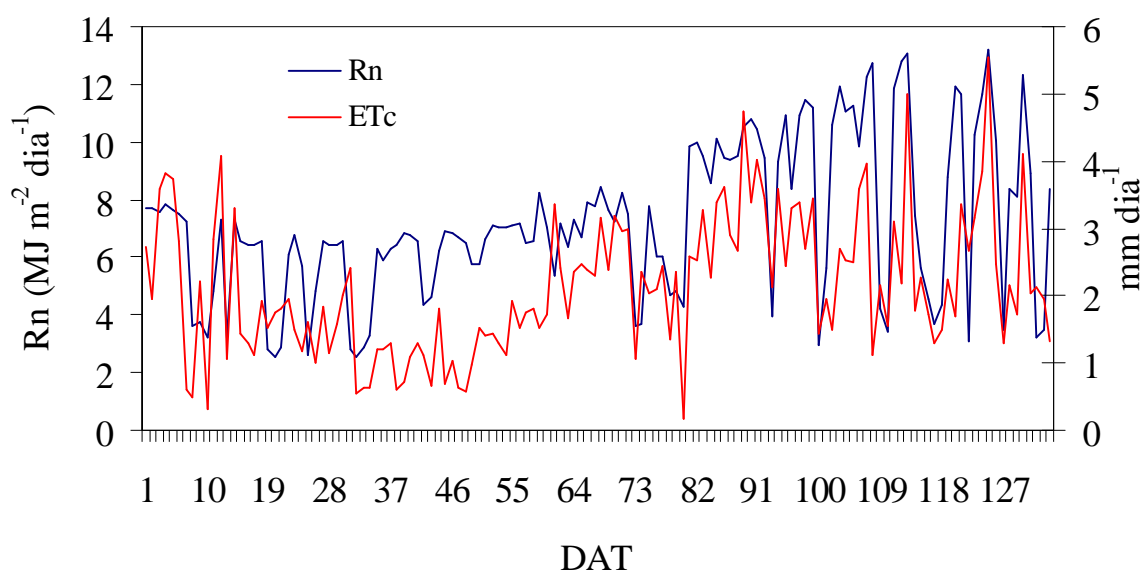


Figura 31 - Saldo de radiação estimado ( $\text{MJ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$ ) e evapotranspiração da cultura ( $\text{mm dia}^{-1}$ ) durante todo o ciclo para o sistema de plantio direto.

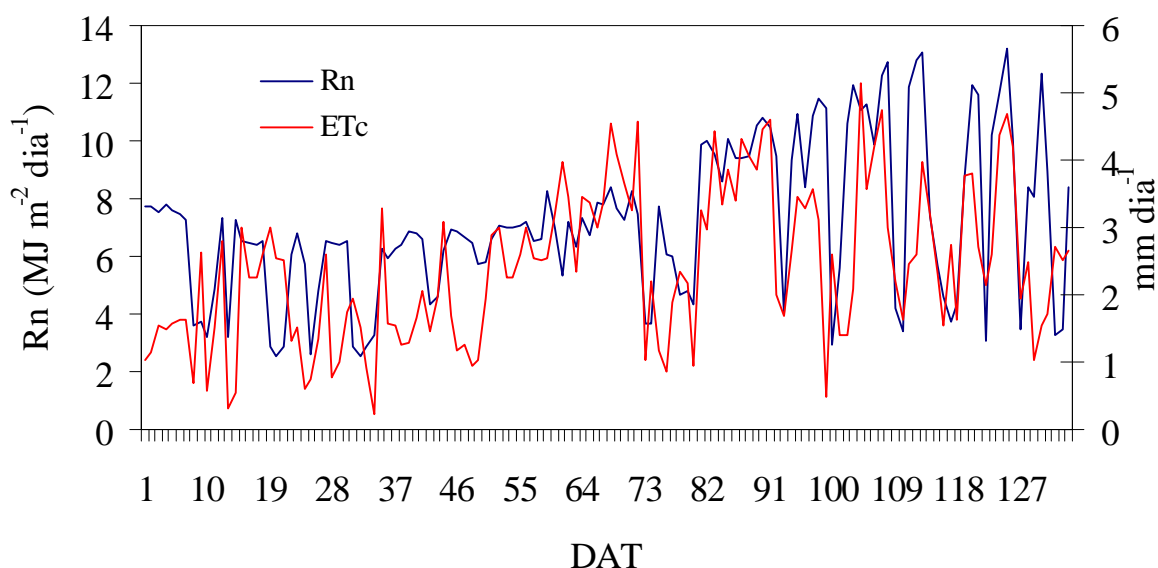


Figura 32 – Saldo de radiação estimado ( $\text{MJ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$ ) e evapotranspiração da cultura ( $\text{mm dia}^{-1}$ ) durante todo o ciclo para o sistema convencional.

Observa-se um gradativo aumento do saldo de radiação e da evapotranspiração da cultura ao longo do seu ciclo. Porém, ao final, do ciclo houve uma tendência de decréscimo de ETc, sendo essa redução associada com a diminuição da área foliar, podendo também estar associada as chuvas ocorridas neste período, comportamento esse observado para os dois lisímetros.

O saldo de radiação podem ser considerado o elemento meteorológico mais importante entre aqueles que afetam a evapotranspiração máxima dos vegetais (YANG et al., 1989; NERDERHOFF et al., 1992) porque constituem a fonte de energia para o processo. No presente trabalho houve uma relação positiva entre o saldo de radiação (Rn) e a ETc da berinjela ao longo do ciclo, a qual foi mais acentuada e com maiores amplitudes após 60 DAT, independente do sistema de plantio. O ajuste inicial entre ETc e Rn no início do ciclo da cultura foi menor provavelmente porque a cultura apresentava um pequeno IAF ( $<1,0$ ) e, consequentemente, uma baixa superfície transpirante.

A Figura 33 apresenta os valores da ETc acumulada da berinjela durante os dias de cultivo, nos sistemas de plantio direto e convencional. Houve uma tendência da evapotranspiração do sistema de cultivo convencional ser maior, a partir dos 44 DAT, provavelmente pelo fato de neste sistema não ter sido adicionada palhada proporcionando uma maior transferência de água para atmosfera.

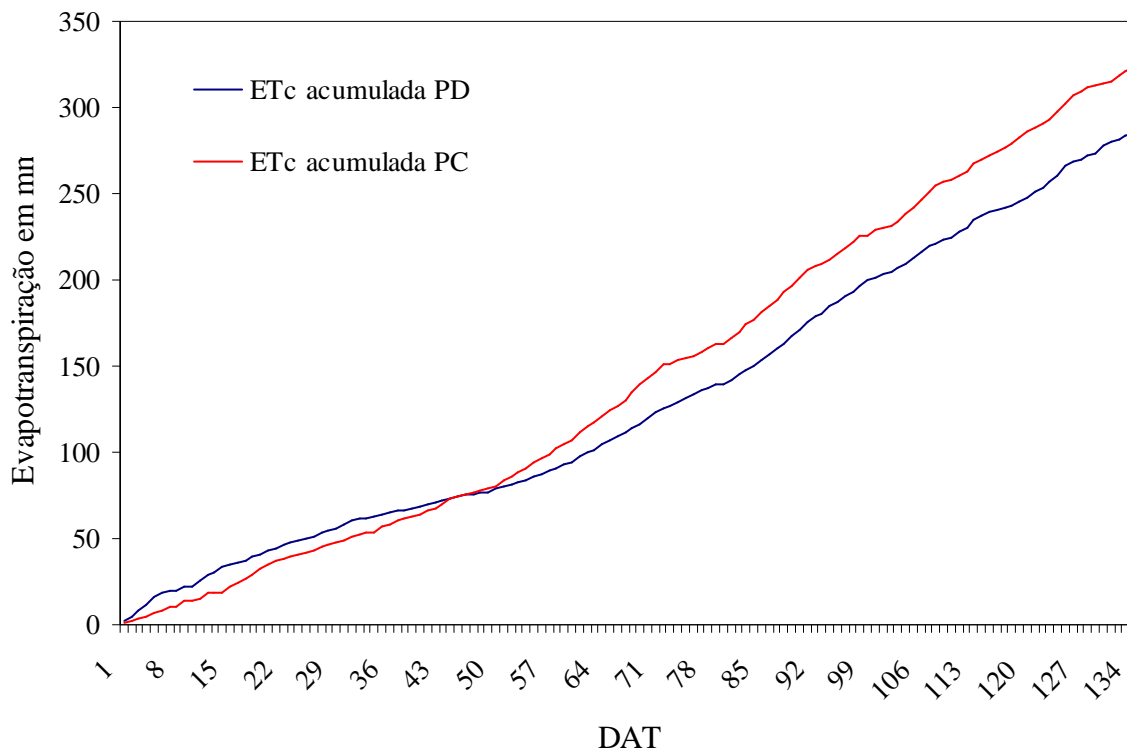


Figura 33 – Evapotranspiração da cultura acumulada (mm) no sistema de Plantio Direto (ETc PD) e Plantio com Preparo Convencional do Solo (ETc PC) medida pelo lisímetro de pesagem durante o cultivo da berinjela na região de Seropédica-RJ de 23/maio a 03/outubro de 2008.

A ETc acumulada da berinjela durante o cultivo foi de 285,15 e 323,44 mm para o sistema PD e PC, respectivamente.

Considerando o sistema de irrigação, utilizado neste estudo, com eficiência de aplicação de 80% o consumo total de água foi de 342,2 e de 388,1 mm durante 134 dias de cultivo nos sistemas de plantio direto (PD) e convencional (PC), respectivamente. Com base nesses números, observa-se que adição de cobertura vegetal resultou em uma redução na aplicação de água de 13,41 %, que representa uma economia 45,9 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> de água. A média diária total consumida foi de 2,55 mm dia<sup>-1</sup> (PD) e 2,90 mm dia<sup>-1</sup> (PC). Esses valores médios encontram-se acima do observado por MALDANER et al. (2007) que avaliaram o consumo de água da berinjela cultivada em estufa na região de Santa Maria – RS medindo a ETc com microlisímetros e observaram um valor médio de consumo de água de 1,93 mm dia<sup>-1</sup> durante 92 dias de cultivo. DUARTE (2002) também cultivando berinjela no inverno em casa de vegetação observaram valores de 1,74 mm dia<sup>-1</sup>. Para o período de primavera em Santa Maria, DRESCH et al. (1999) encontraram um consumo médio diário de 1,78 mm.

Para exemplificar a importância da cobertura na cultura em relação à evapotranspiração acumulada até o 29º DAT, a média da ETc PD era de 1,93 mm dia<sup>-1</sup> e da ETc PC de 1,63 mm dia<sup>-1</sup>, ou seja o PC tinha um consumo reduzido em 16% quando comparado com o PD. Esse maior consumo do PD se justifica pelo fato da área ter sido somente roçada e a vegetação mantida viva sobre a superfície do solo, uma vez que no

sistema de produção orgânica não existe herbicida registrado para formação da palhada. Dessa forma, a vegetação na entre linha continua evapotranspirando, ao contrário do PC onde ocorreu incorporação da vegetação ao solo, ocorrendo somente evaporação do solo e transpiração das mudas de berinjela, que apresentavam tamanho reduzido nesta fase. Do 30° DAT em diante o total ETc no sistema de PD foi de 229 mm e para o sistema PC foi de 276,28 mm ocorrendo uma redução total de 15% do consumo de água para o sistema de PD que corresponde a 0,4 mm dia<sup>-1</sup>, demonstrando a importância da palha para economia de água no sistema de plantio direto.

As variações na evapotranspiração diária da cultura da berinjela (ETc) no sistema de plantio direto (PD) e plantio convencional (PC) e na evapotranspiração de referência estimada pelo método de Penman-Monteith FAO (ETo - PM) estão mostradas na Figura 34. Até o 30° DAT, que coincide com o início do florescimento da cultura da berinjela, ambos os sistemas de cultivo apresentaram 18 dias, não consecutivos, em que a ETo superou a ETc. Vale lembrar que a cobertura morta foi adicionada aos 29° DAT no sistema de PD, para o qual é possível observar que, a partir desta data, a ETc apresentou valores inferiores a ETo até aos 61° DAT. Já para o sistema de PC observa-se uma maior oscilação nos valores de ETc seguindo uma tendência de, partir do 15° DAT, apresentar valores superiores a ETo. Até aos 74° DAT observa-se um aumento da ETc, após esta data há uma queda nos valores da ETc até aos 80° DAT, justamente no período em que foi observado uma maior ocorrência de precipitação. Do 127° DAT em ambos os sistemas foi observado um decréscimo na ETc apresentando o final do ciclo de produção da cultura para a região sendo que nesta época ocorre um aumento da temperatura do ar diurna na região de Seropédica-RJ e uma maior ocorrência de precipitação.

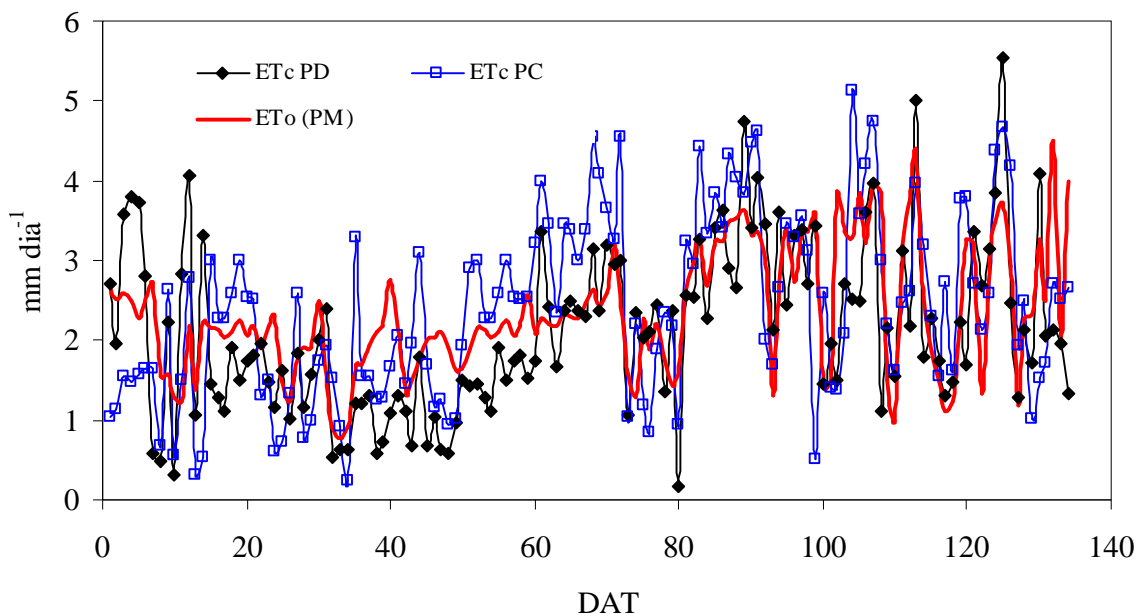


Figura 34 – Valores médios da evapotranspiração cultura (ETc) da berinjela em sistema de Plantio Direto (PD) e Plantio Convencional (PC) comparados com a evapotranspiração de referência - ETo (P-M) na região de Seropédica-RJ, do transplantio até aos 134 dias de cultivo no campo.

Na Figura 35 estão apresentados os valores da evapotranspiração da cultura da berinjela medidos pelo lisímetro de pesagem (ETc PD e ETc PC) e estimados pelos métodos do Tanque Classe A (ETc TC A) e Penman-Monteith FAO (ETc - PM), na região de Seropédica-RJ. Importante ressaltar que o manejo da irrigação neste estudo foi realizado com base na evapotranspiração da cultura medida pelo lisímetro de pesagem sendo os outros métodos somente utilizados para efeito de comparação.

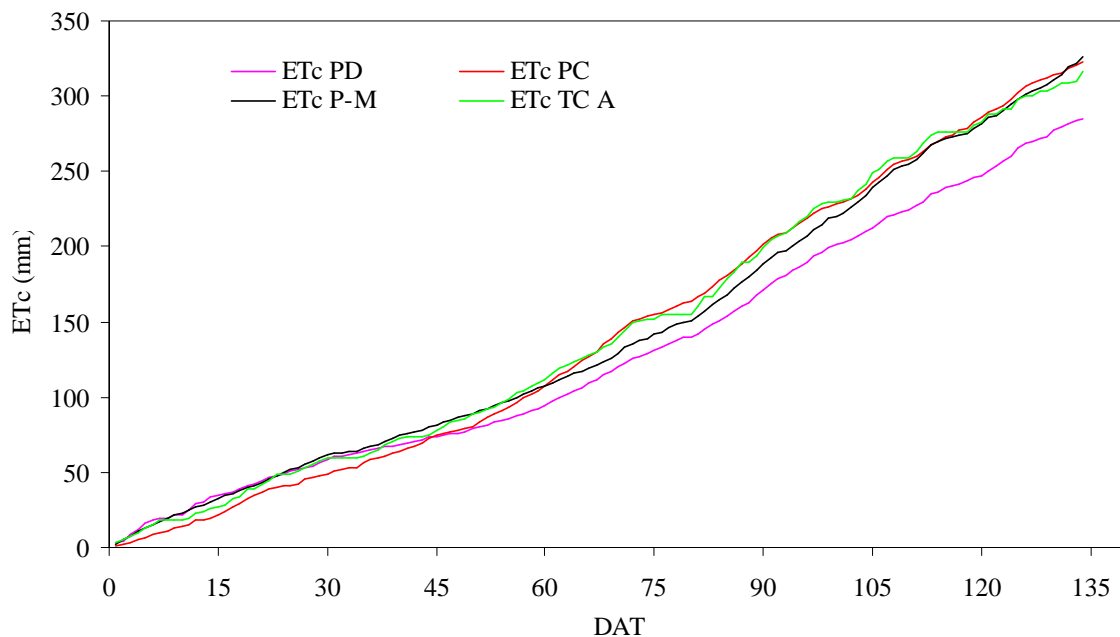


Figura 35 – Valores da evapotranspiração da cultura da berinjela medidos pelo lisímetro de pesagem no sistema de plantio direto (ETc-PD) e preparo convencional (ETc PC) e estimada pelo método do tanque classe A (ETc TC A) e pelo método de Penman-Monteith FAO (ETc - PM) para a região de Seropédia-RJ.

Os valores acumulados, de ETc, dos métodos foram de 285,15; 323,44; 326,08; 316,25 mm para ETc PD; ETc PC; ETc P-M; ETc TC A, respectivamente, correspondendo a uma média diária de 2,13; 2,44; 2,43; 2,36 mm dia<sup>-1</sup> na mesma ordem. Os valores medidos pelo lisímetro de pesagem no sistema de preparo convencional ficaram muito próximo dos valores estimados pelo método Penman-Monteith FAO e Tanque Classe A, sendo esses dois métodos recomendados para estimativa da evapotranspiração da cultura da berinjela na região de Seropédia-RJ, desde que seja realizada a correção diária do kc.

A Figura 36 apresenta os detalhes da área experimental, mostrando como foram mantidos os lisímetros ao longo do ciclo da cultura e o detalhe do tutoramento realizado com bambu após os 44 DAT nas duas áreas.





(a)



(b)



(c)



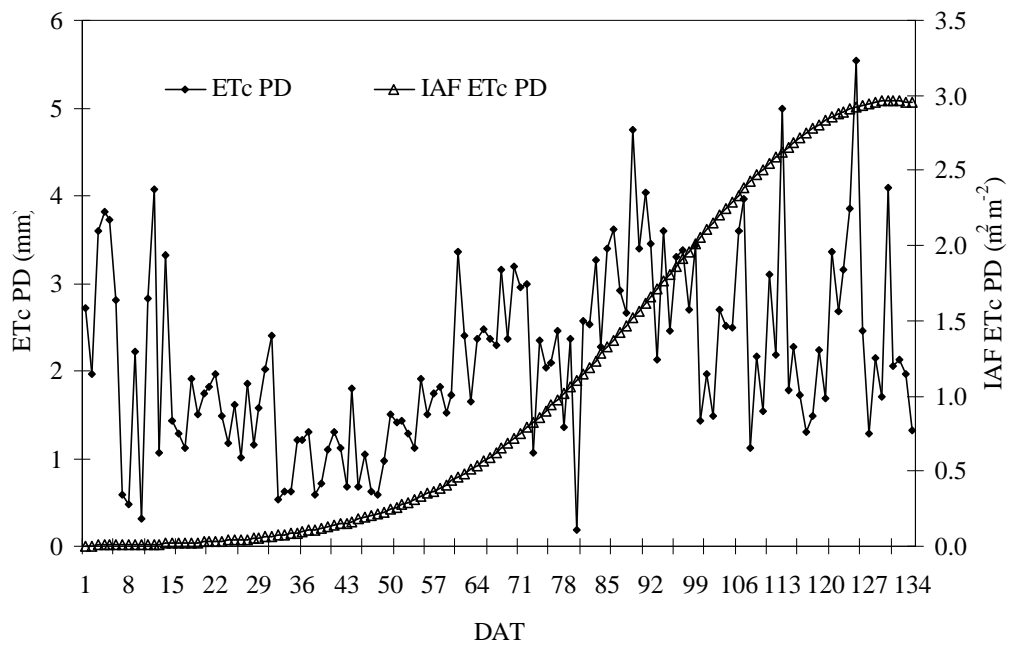
(d)

Figura 36 – Detalhes das áreas experimentais e dos lisímetros em dois sistemas de plantio: convencional (a e b) e direto (c e d).

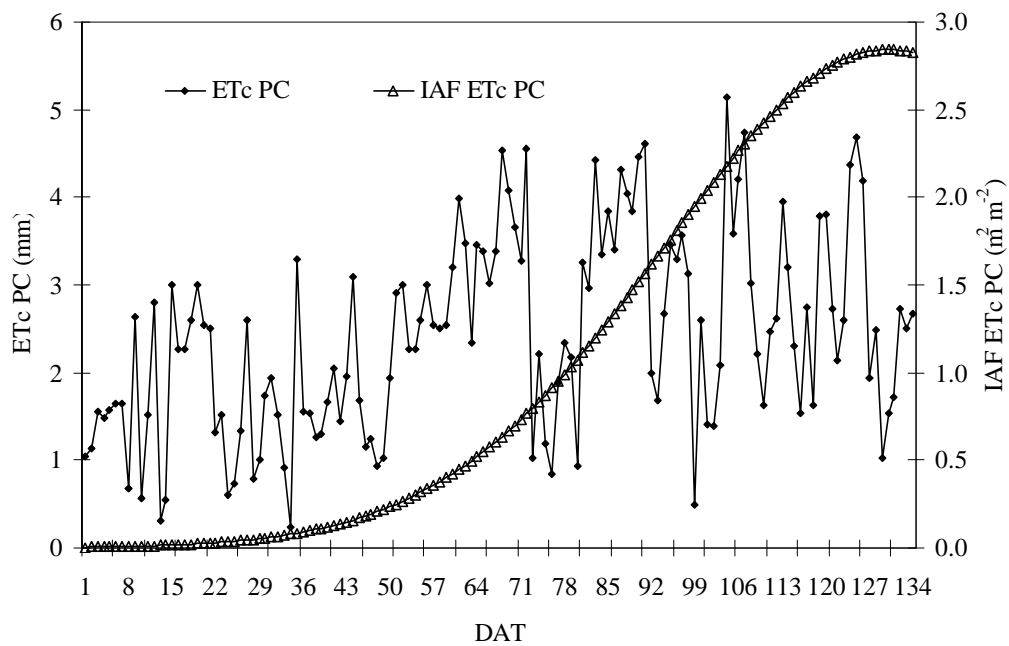
#### 9.4.1. Relação entre a evapotranspiração da cultura e o índice de área foliar (IAF)

Na Figura 37 observa-se que a evapotranspiração da cultura diária apresentou forte relação com o índice de área foliar (IAF), pois ambas as variáveis apresentaram tendência de crescimento em função do número de dias após o transplante ao longo do período experimental.

A tendência de aumento da  $ET_c$  seguiu o incremento do índice de área foliar, principalmente depois dos 30 DAT, momento em que foi observado o início de crescimento do IAF. É importante lembrar que a  $ET_c$  apresenta flutuações diárias, devido, em parte, às próprias variações dos elementos meteorológicos. Os valores máximos de IAF chegaram a  $2,96 \text{ m}^2 \text{ m}^{-2}$  aos 132 DAT no plantio direto, enquanto no sistema convencional atingiu  $2,84 \text{ m}^2 \text{ m}^{-2}$  aos 130 DAT, com posterior decréscimo em ambos os sistemas. De forma semelhante, a  $ET_c$  atingiu valores máximos de  $5,54$  e  $5,14 \text{ mm dia}^{-1}$ , aos 125 e 104 DAT nos plantios direto e convencional, respectivamente.



(a)



(b)

Figura 37 – Comportamento da evapotranspiração da cultura diária (ETc1) no sistema de plantio direto e (ETc2) no sistema de plantio convencional e sua relação com o índice de área foliar (IAF), em função do número de dias após o transplante.

MALDANER et al. (2007) encontraram valores de  $5,14 \text{ mm dia}^{-1}$  e de  $3,63 \text{ m}^2 \text{ m}^{-2}$  para evapotranspiração máxima e IAF, respectivamente, para a cultura da berinjela cultivada em estufa plástica no mesmo subperíodo do presente trabalho (colheita).

#### 9.4.2. Evapotranspiração da cultura e coeficiente de cultura (kc) por subperíodos de desenvolvimento

Os valores da evapotranspiração da cultura por subperíodos de desenvolvimento encontram-se na Figura 38, na qual é possível verificar que entre os sistemas de plantio direto e convencional, houve uma tendência da ETc do cultivo convencional nos subperíodos floração-frutificação (após 30 DAT) e frutificação-1ª colheita (57-71 DAT) ser maior. O maior valor de ETc para o sistema de PC foi de 5,14 mm dia<sup>-1</sup> aos 104 DAT e para o sistema PD, o maior valor foi de 5,54 aos 125 DAT.

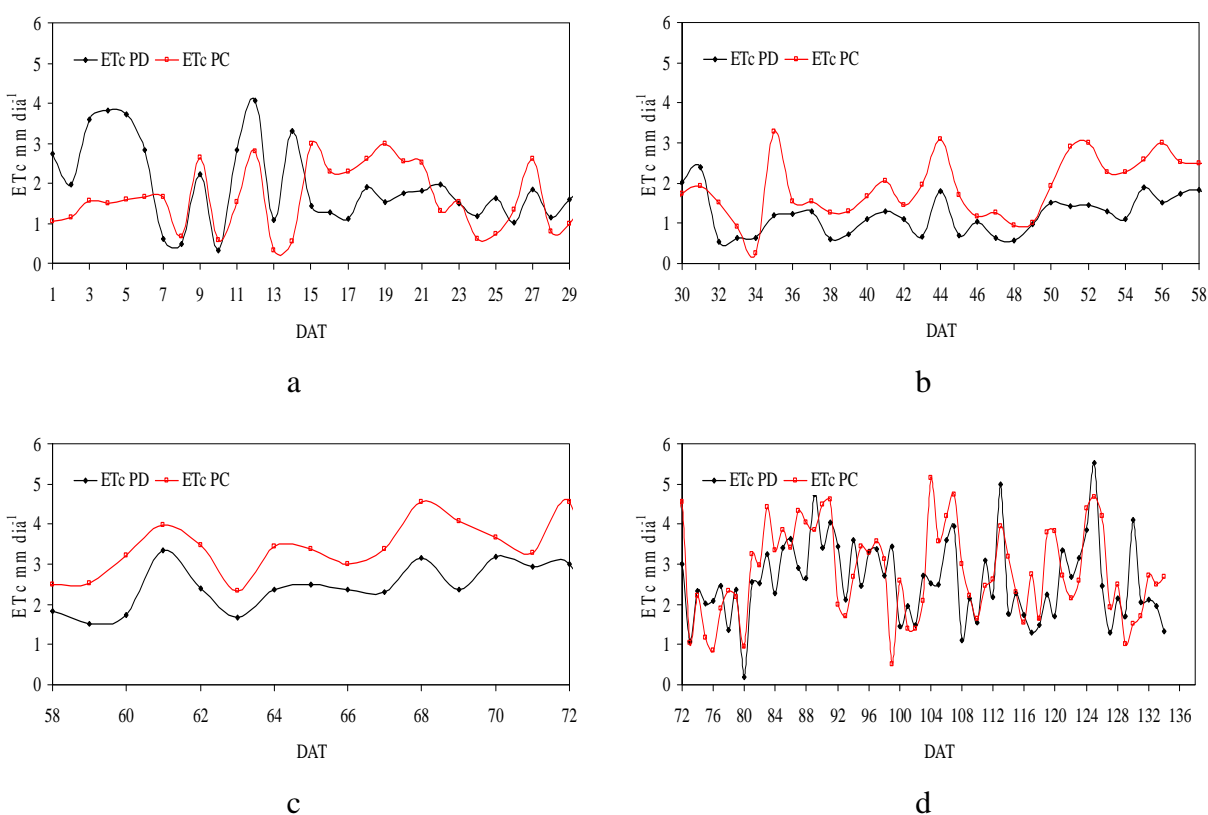


Figura 38 – Evapotranspiração da cultura acumulada por subperíodos (1. Transplântio-floração (a); 2. floração-frutificação (b); 3. frutificação-1ª colheita (c) e 4. 1ª a última colheita (d)) em dois sistemas de plantio: direto (ETc PD) e convencional (ETc PC) na região de Seropédica-RJ.

DUARTE (2002) também encontraram o valor máximo de 5,14 dia<sup>-1</sup> mm durante o período da colheita de berinjela. Os autores ressaltaram, que a cultura apresentou-se pouco exigente em água no período inicial de cultivo (0,85 mm dia<sup>-1</sup>), atingindo consumo máximo no subperíodo frutificação-colheita (2,9 mm dia<sup>-1</sup>). MOURA et al. (2004) também observaram maiores consumos de água nesse subperíodo.

Os valores médios do coeficiente de cultura (kc) obtidos para os diferentes períodos de desenvolvimento estão apresentados na Tabela 18. O menor valor do coeficiente de cultura ocorreu nos primeiros dias após o transplântio (DAT) para ambos os sistemas de plantio (PD e PC). Segundo STRECK et al. (2003), isto é resultado dos baixos valores iniciais de ETc,

devido à pequena área foliar da cultura. É possível observar uma expressiva diferença nos valores do kc médios dos dois sistemas de cultivo. O valor do kc inicial observados foram menores que apresentado por ALLEN ET AL. (1998) para o sistema PD e para o sistema PC o valor encontrado do kc foi superior ao tabelado. Já o valor do kc médio observados no sistema de plantio direto foi bem inferior a tabelado, quanto ao kc médio do sistema de plantio convencional foi muito semelhante ao tabelado. Quando se analisa o valor do kc fim os valores observados nos dois sistemas (Plantio Direto e Convencional) foram superiores ao kc tabela pela FAO.

Tabela 18 – Coeficiente de cultura (kc) da cultura da berinjela apresentados pela FAO e encontrados no sistema de Plantio Direto (PD) e Plantio com preparo Convencional do solo (PC) para diferentes períodos de desenvolvimento na região de Seropédica, RJ, 2008.

Períodos de desenvolvimento	Coeficiente de cultura (kc)		
	FAO <sup>1</sup>	Plantio Direto	Plantio Convencional
Transplante – 45 DAT (kc início)	0,85	0,81	0,89
46 – 110 DAT (kc médio)	1,15	0,94	1,14
111 – 134 DAT (kc fim)	0,80	0,95	1,05

<sup>1</sup> Fonte: ALLEN et al. 1998

A Figura 39 apresenta a variação diária dos valores diários de kc obtidos para os diferentes subperíodos. Embora não tenham ocorrido diferenças significativas (na produção) entre os sistemas de plantio, pode-se observar que a partir da floração, o sistema convencional proporcionou os maiores valores de kc, possivelmente em virtude da ausência de cobertura do solo. BISCARO et al. (2008) também observaram que a partir da floração o valor de kc para a berinjela aumentou de 0,8 até o valor de 1,10 em plena frutificação e que, posteriormente, reduziu para 0,90 no período final de cultivo.

PAULA et al. (2003) estudaram a ETC e o kc da berinjela para as condições de Pelotas-RS, em ambiente protegido, encontrando um consumo médio de 1,7 mm dia<sup>-1</sup>, com um total acumulado de 228,97 mm para um ciclo de 131 dias. Na fase vegetativa, o kc determinado foi de 0,12, confirmando outros resultados descritos anteriormente e atingiu no subperíodo da colheita, kc de 2,28.

Nesse trabalho, os valores médios para o kc transplantio-florescimento (Figura 39. a) foram de 0,83 e 0,81 para PD e PC, respectivamente. Já para a fase de florescimento-frutificação (Figura 39. b) os valores foram de 0,77 (PD) e 1,14 (PC), sendo o valor do PD inferior ao da primeira fase em virtude da adição da cobertura morta. Na fase frutificação-1º colheita (Figura 39. c) foi obtida a maior diferença entre os sistemas de cultivo PD e PC sendo os valores de 0,90 e 1,17, respectivamente. Já no final do ciclo houve uma redução da diferença entre os dois plantios provavelmente pela diminuição da palhada sobre a superfície, havendo, dessa forma, uma tendência de igualdade entre os sistemas, sendo obtido o valor de 0,97 para PD e de 1,05 para o PC.

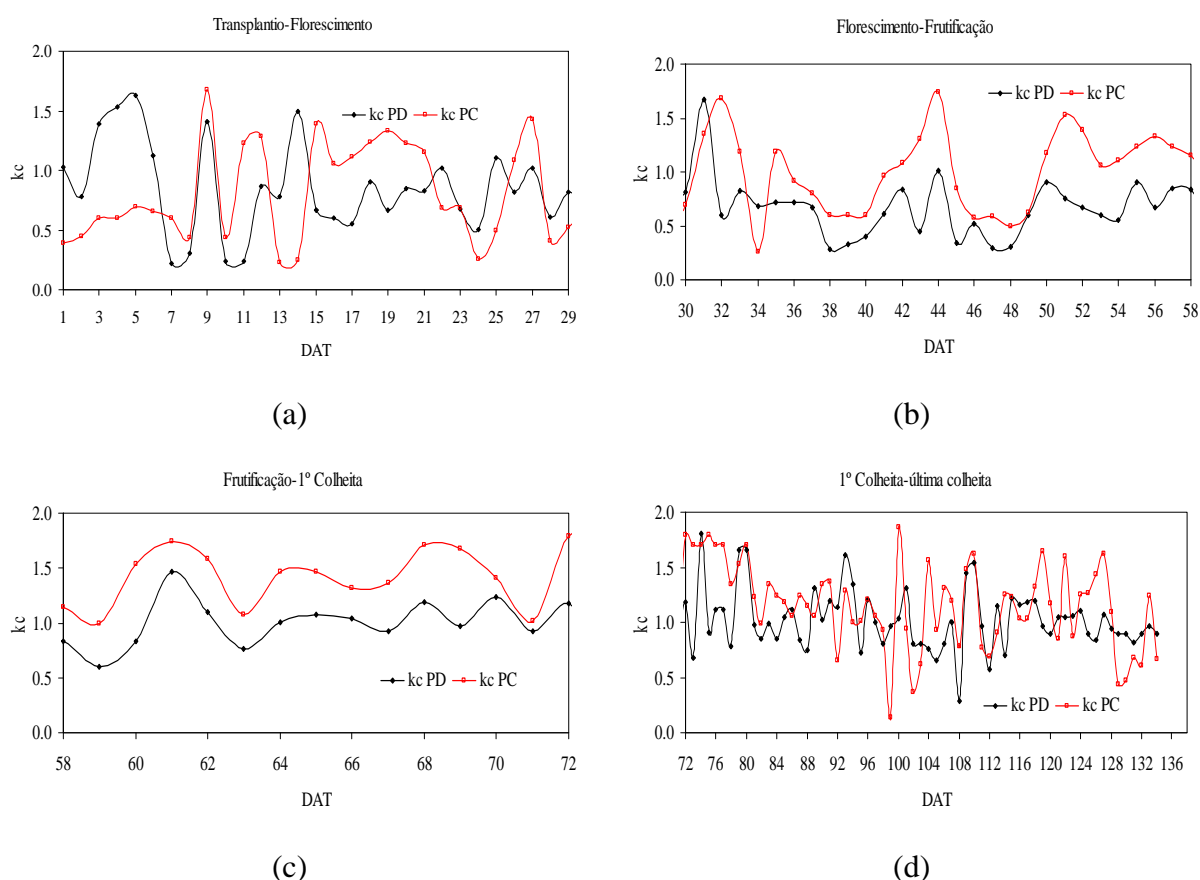


Figura 39 - Valores diários por subperíodo do coeficiente de cultura (kc) para a berinjela (1. Transplântio-florescimento (a); 2. florescimento-frutificação (b); 3. frutificação-1ªcolheita (c) e 4. 1ª a última colheita (d)) em dois sistemas de plantio: direto (kc1) e convencional (kc2).

MAROUELLI et al. (2001) determinaram valores de kc para a berinjela para diferentes subperíodos e verificaram que no período inicial, o kc foi de 0,95, diminuindo para 0,85 no vegetativo e atingindo valor máximo na frutificação de 1,15 com posterior decréscimo (0,85) no subperíodo final.

### 9.5. Eficiência do uso da água (EUA)

Na Tabela 19 estão apresentados os valores das precipitações acumulada ocorrida durante a condução do estudo, as lâminas de irrigação aplicadas, as evapotranspirações da cultura (ETc) e a produtividades acumuladas para o sistema de Plantio Direto (PD) e Plantio Convencional (PC).

A Tabela 20 apresenta os valores das eficiências do uso da água – EUA, considerando as lâminas totais –  $EUA^1$  (irrigação + precipitação) e somente irrigação  $EUA^2$  para o sistema de plantio direto e convencional. O valor máximo para  $EUA^1$  no plantio convencional (PC) foi de  $7,66 \text{ kg m}^{-3}$  aos 134 DAT, enquanto no plantio direto foi de  $8,17 \text{ kg m}^{-3}$  obtidos aos 121 DAT. Os valores médios obtidos foram de 4,73 e  $4,33 \text{ kg m}^{-3}$  para PD e PC, respectivamente. Estes valores são superiores aos valores de 3,9 e 4,5 encontrados por PEREIRA (2006) nas mesmas condições de cultivo para a cultura do pimentão e com valor médio de  $0,8 \text{ kg m}^{-3}$  para todo o ciclo.

Tabela 19 – Valores de precipitação pluviométrica, lâminas irrigadas aplicadas, evapotranspiração da cultura da berinjela e produtividade em kg ha<sup>-1</sup> durante o ciclo da berinjela em dois sistemas de plantio, direto (PD) e convencional (PC).

DAT	Precipitação (mm)	Irrigação (mm)		ETc acumulada (mm)		Produtividade (kg ha <sup>-1</sup> )	
		PD	PC	PC	PD	PD	PC
		72	57,6	151,09	180,76	125,91	150,63
79	62,0	167,52	194,77	139,60	162,31	2.101,4	1.663,0
86	106,8	188,94	221,39	157,45	184,49	5.728,1	5.812,4
93	121,0	216,93	251,38	180,77	209,48	10.697,8	9.672,5
100	143,8	241,31	274,42	201,09	228,68	15.477,0	16.654,2
107	148,0	263,79	301,43	219,82	251,23	22.355,2	22.979,2
114	150,6	284,07	324,38	236,72	270,32	30.747,7	30.780,4
121	174,2	300,94	346,62	250,78	288,85	38.825,9	38.465,4
128	202,6	326,26	373,52	271,88	311,27	42.290,6	41.832,7
134	219,4	342,18	388,13	285,15	323,44	45.840,3	46.507,0

Tabela 20 – Valores da produtividade acumulada (kg ha<sup>-1</sup>) e eficiência no uso da água (kg m<sup>-3</sup>) considerando as diferentes lâminas aplicadas durante o ciclo da berinjela em sistema de plantio convencional (PC) e direto (PD).

DAT	Irrigação+Precipitação (mm)		EUA <sup>1</sup>		EUA <sup>2</sup>	
	PD	PC	PD	PC	PD	PC
	72	208,7	238,4	0,43	0,45	0,60
79	229,5	256,8	0,92	0,65	1,25	0,85
86	295,7	328,2	1,93	1,77	3,03	2,63
93	337,9	372,4	3,17	2,60	4,93	3,85
100	385,1	418,2	4,02	3,98	6,41	6,07
107	411,8	449,4	5,43	5,11	8,47	7,62
114	434,7	475,0	7,07	6,48	10,82	9,50
121	475,1	520,8	8,17	7,39	12,90	11,10
128	528,9	576,1	8,00	7,28	12,96	11,20
134	561,6	607,5	8,16	7,66	13,40	11,98
Média			4,73	4,33	7,48	6,54

SOUSA et al. (2000) determinaram para cultura do meloeiro que a frequência de irrigação de 0,96 e 1,1 dias proporcionaram a maximização da produtividade comercial, total e a maior EUA e EUAI com a máxima EUAIc (comercial) de 23,2 kg m<sup>-3</sup>. Os autores comentam que a distribuição da água também é um fator a se considerar para obtenção da maior eficiência do uso da água e não somente a redução dela. Sendo importante a observação do turno de rega utilizado para comparação da EUA em diferentes sistemas.

Com relação à eficiência do uso da água em função da lâmina de irrigação aplicada (EUA2), os valores máximos obtidos foram de 13,40 e 11,98 kg m<sup>-3</sup>, para os sistemas de plantio direto e convencional, aos 134 DAT. Enquanto os valores médios foram de 7,48 e 6,54 kg m<sup>-3</sup>, bem superiores à metodologia anterior, porém mantendo a mesma tendência nos dois sistemas de plantio. LOVELLI et al. (2007) cultivando berinjela na região de Potenza, na Itália observaram uma EUA<sup>2</sup> para a cultura berinjela de 10,3 kg m<sup>-3</sup> aplicando 100% ETC, valor esse próximo ao observado neste estudo.

O controle de irrigação associado aos sistemas de manejo mais eficientes no uso da água levam a resultados de produção com maior economia deste recurso. Em sistemas de plantio direto com cobertura morta, há maior eficiência no uso da água devido ao aumento na retenção de água no solo e à redução na evaporação, obtendo-se maiores produtividades com menor quantidade de água aplicada (MOREIRA & STONE, 1995).

## 9.6. Produtividade da cultura da berinjela

Foi realizada a análise de variância não sendo detectada nos parâmetros analisados nenhuma diferença significativa, foi aplicado também o teste de Scott-Knott (1974) ao nível de 5 % de probabilidade, mas nenhuma diferença foi observada. Os valores da produção média das duas parcelas são apresentados na Tabela 21, vale lembrar que essa produção é referente a dez colheitas (até 134 DAT).

Considerando uma densidade de 10.204 plantas ha<sup>-1</sup> a produtividade comercial da berinjela cultivada na parcela com plantio direto foi de 45,84 Mg ha<sup>-1</sup>, valor esse igual ao obtido no sistema convencional. A produtividade total foi de 47,42 e 47,91 Mg ha<sup>-1</sup> respectivamente no sistema PD e PC, produção essa muito superior à encontrada por CASTRO et al. (2004) que cultivaram berinjela sob manejo orgânico de produção em diferentes sistemas de cultivo (monocultivo e consorciada com leguminosa) obtendo produtividade próxima da média nacional de 25 Mg ha<sup>-1</sup> no sistema convencional de cultivo.

Tabela 21 – Variáveis analisadas na produtividade da berinjela nos diferentes sistemas de cultivo

Parcela	Produção Comercial (kg Planta <sup>-1</sup> )	Produção Total (Mg ha <sup>-1</sup> )	Nº Frutos Comercial Planta	Nº Frutos Total Planta
Plantio direto	4,49261	47,42	13,92	14,34
Plantio convencional	4,49243	47,91	14,51	15,10

SANTOS et al. (2006) obtiveram produtividade de berinjela diferenciada

estatisticamente no sistema de plantio direto e plantio com preparo convencional do solo, sendo os valores observados pelo autores de 58,20; 22,11; 55,84 Mg ha<sup>-1</sup> para o sistema de plantio direto/amendoim forrageiro, plantio direto/grama batatais e preparo convencional do solo, respectivamente, utilizando uma dosagem suplementar de esterco aviário de 480 g planta<sup>-1</sup> comum para todos os tratamentos.

Na Figura 40 esta apresentada a distribuição dos frutos dentro das classes de classificação do CEAGESP no sistema de Plantio Direto e Convencional, não sendo observadas diferenças significativas entre os dois sistemas de cultivo. Em relação à distribuição dentro das classes observa-se uma tendência na produção de 34% dos frutos em média na Classe 17 e 35% na Classe 20 independente do sistema de cultivo. De modo geral a produção de frutos iguais ou maiores que 17 cm foi próximo de 70% nos dois sistemas, sendo o descarte de por defeito ou má forma de 4,7% no PD e de 4,3% no PC.

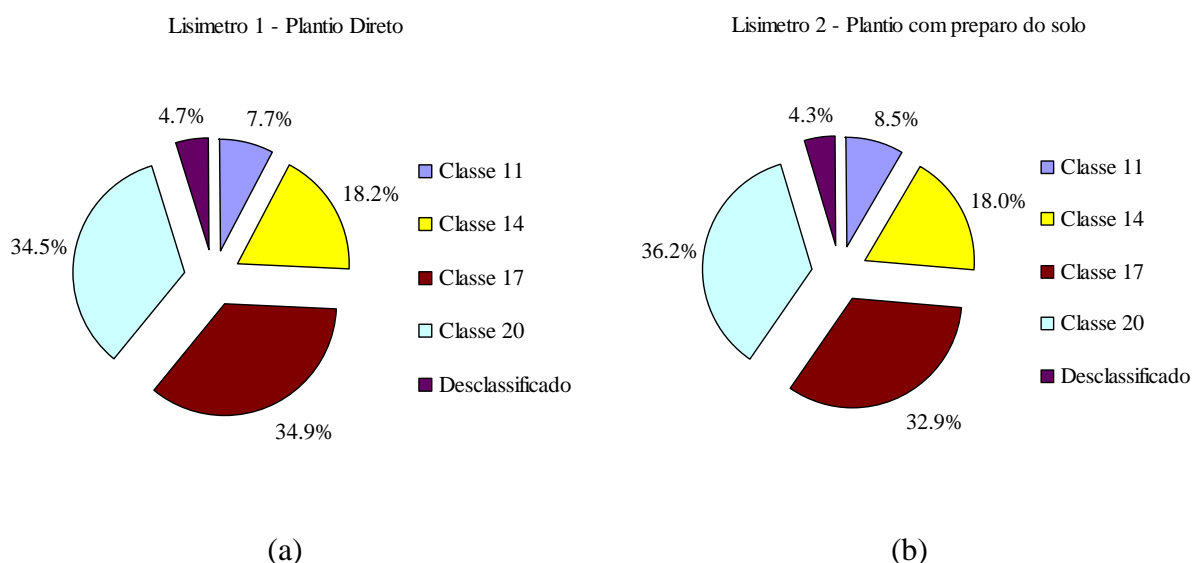


Figura 40 – Classificação quanto ao comprimento dos frutos de berinjela para dois sistemas de plantio – Plantio Direto-PD (a) e Plantio Convencional-PC (b) para a região de Seropedica-RJ.

Na avaliação o efeito da palha sobre o surgimento da vegetação espontânea, foi quantificada a presença de vegetação espontânea aos 30, 62 e 99 dias após colocar a palhada de capim no campo, sendo verificadas 880, 868 e 357 plantas m<sup>-2</sup> para o plantio convencional e 0, 183 e 199 plantas m<sup>-2</sup> para o plantio direto; respectivamente, para as três coletas. Notadamente, percebe-se expressiva redução do surgimento de ervas daninhas associada à presença da cobertura de palha, reduzindo gastos com tratos culturais no que se refere a capinas, apesar de não ter sido realizada análise estatística dos dados.



## 10 CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos foi possível concluir que:

1 – Não houve diferenças significativas na produtividade da cultura da berinjela nos dois sistemas de cultivo (plantio direto acrescido de palha de capim Cameron e no sistema de plantio convencional).

2 – Independente do sistema de cultivo a produção de frutos comercial de berinjela foi de 95,5% distribuídos nas diferentes classes, com predomínio das classes 17 e 20.

3 – O plantio direto proporcionou uma economia na aplicação de água pela irrigação de 13,41% comparado com o sistema de plantio convencional, sendo esse efeito refletido nos coeficientes de cultivo calculados.

4 – As máximas eficiências do uso da água (considerando irrigação+precipitação) foram de  $8,17 \text{ kg m}^{-3}$  e de  $7,66 \text{ kg m}^{-3}$ , para o PD e PC, respectivamente.

## **CAPÍTULO III**

### **ANALISE QUANTITATIVA DO CRESCIMENTO DA BERINJELA (*Solanum melongena* L.) EM DIFERENTES SISTEMAS DE CULTIVO SOB MANEJO ORGÂNICO NA REGIÃO DE SEROPÉDICA-RJ**

## RESUMO

O objetivo deste estudo foi de avaliar, por meio da análise de crescimento, o efeito do sistema de cultivo (plantio direto acrescido de palha de capim Cameron e plantio com preparo convencional do solo com aração e gradagem) no desenvolvimento e produtividade da cultura berinjela em sistema orgânico de produção, para as condições edafoclimáticas de Seropédica-RJ. O experimento foi conduzido no ano de 2008, no Sistema de Produção Integrada (SIPA), utilizando o delineamento inteiramente casualizado, com dois tratamentos (plantio direto e plantio com preparo convencional). Foram realizadas 9 avaliações destrutivas de plantas durante o ciclo de desenvolvimento a fim de quantificar a área foliar e a produção de matéria seca total, correspondente aos dias 0, 18, 32, 46, 67, 88, 102, 123, e 138 DAT. A análise de crescimento evidenciou que o sistema de plantio convencional apresentou o máximo de acúmulo de matéria seca estimada aos 127 DAT, com valor de 454,28 g m<sup>-2</sup>. Para o sistema plantio direto, o valor máximo estimado foi de 369,81 g m<sup>-2</sup> aos 124 DAT. O maior índice de área foliar (IAF) estimado foi de 2,84 m<sup>2</sup> m<sup>-2</sup> aos 130 DAT, para o plantio convencional, e de 2,96 m<sup>2</sup> m<sup>-2</sup> para o plantio direto. O sistema de plantio convencional apresentou a maior taxa de crescimento da cultura (TCC) aos 96 DAT, com valor de 8,66 g m<sup>-2</sup> dia<sup>-1</sup>. Para o sistema de plantio direto, a maior TCC foi observada aos 93 DAT, com valor de 7,06 g m<sup>-2</sup> dia<sup>-1</sup>, decrescendo sistematicamente a partir desta data para os dois sistemas. Não houve diferenças significativas para a produtividade da cultura da berinjela nos dois sistemas de cultivo, sendo a produtividade de 47,42 Mg ha<sup>-1</sup> para o plantio direto e 47,91 Mg ha<sup>-1</sup> para o plantio convencional. Aos 138 DAT, a altura máxima das plantas foi de 88,66 cm e 95,20 cm, para o PD e PC, respectivamente.

**Palavras-chave:** área foliar, acúmulo de matéria seca, dinâmica do crescimento.

## ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate, through analysis of growth, the effect of cropping system (tillage plus straw and grass planting Cameron with conventional tillage with plowing and harrowing) on development and yield of eggplant organic system for soil and climatic condition of Seropédica-RJ. The experiment was conducted in 2008, the Integrated Production System (SIPA) using a completely randomized design with two treatments (tillage and planting with conventional tillage). Evaluations were conducted in September destructive plant during the development cycle in order to quantify the leaf area and total dry matter production, corresponding to days 0, 18, 32, 46, 67, 88, 102, 123, and 138 DAT. The growth analysis showed that the conventional tillage system showed maximum accumulation of dry matter estimated to 127 DAT, with a value of  $454.28 \text{ g m}^{-2}$ . For the tillage system, the maximum estimated value was  $369.81 \text{ g m}^{-2}$  at 124 DAT. The largest leaf area index (LAI) was estimated to be  $2.84 \text{ m}^2 \text{ m}^{-2}$  to 130 DAT, for conventional tillage, and  $2.96 \text{ m}^2 \text{ m}^{-2}$  for the till. The conventional tillage system had the highest growth rate in culture (TCC) at 96 DAT, with a value of  $8.66 \text{ g m}^{-2} \text{ day}^{-1}$ . For no-tillage system, most TCC was observed at 93 DAT, with a value of  $7.06 \text{ g m}^{-2} \text{ day}^{-1}$ , decreasing systematically from that date for both systems. There were no significant differences in yield of eggplant in the two cropping systems, with a yield of  $47.42 \text{ Mg ha}^{-1}$  for no-till and  $47.91 \text{ Mg ha}^{-1}$  for conventional tillage. At 138 DAT, the maximum height of plants was 88.66 cm and 95.20 cm for NT and CT, respectively.

**Key words:** leaf area, dry matter accumulation, growth dynamics.

## 11 - INTRODUÇÃO

A berinjela (*Solanum melongena* L.) pertence à família Solanaceae e foi introduzida no Brasil no século XVI pelos portugueses (FIGUEIRA, 2003). A família Solanaceae é composta de 83 gêneros que englobam cerca de 1400 espécies, com ampla distribuição geográfica. O gênero *Solanum* é o mais numeroso, contendo espécies tuberosas e não tuberosas. O fruto de *S. melongena* é uma baga de formato variável predominando aquelas ovóides, subglobosas e globosa. Sua coloração é também variável, incluindo: verde, roxa, negra, amarela e branca. O epíteto *melongena* significa “portador de manchas” que ocorrem nos frutos zebrados de algumas variedades (NUEZ et al., 2002).

Geralmente, o preparo do solo mais utilizado para o cultivo da berinjela é o convencional, com aração e gradagem (CASTRO et al., 2005) e, em alguns casos, com a passagem da enxada rotativa, podendo em muita das vezes ocorrer um preparo excessivo do solo. Em geral, o preparo inadequado do solo resulta em compactação e remoção da camada superficial do solo que, entre outras consequências, favorecem o aumento do processo erosivo. Isto ocorre em razão da destruição dos agregados do solo, tornando as partículas menores e mais dispersas. A evolução do diâmetro médio dos agregados demonstra o processo de degradação física do solo imposto pelos cultivos realizados. Nesse sentido, o preparo intensivo reduz o valor do diâmetro dos agregados por efeito mecânico e/ou, pela rápida perda da matéria orgânica do solo e dos restos culturais (BARBOSA et al., 1998). As operações de manejo utilizadas na agricultura modificam algumas condições físicas do solo associadas à estrutura, como a disponibilidade de água, a aeração e a resistência ao crescimento das raízes, características essas diretamente relacionadas ao crescimento e a produtividade das plantas (PETRY et al., 2007).

A atividade agrícola teve importantes modificações em relação ao manejo do solo nas últimas décadas, entre as quais se pode destacar o plantio direto (SILVA, et al., 2006). A retenção e a disponibilidade de água às plantas em diferentes sistemas de manejo do solo dependem da porosidade e da presença da palha de cobertura (KUNZ et al., 2007). De acordo com SILVA et al. (2006), se por um lado a palha do plantio direto protege o solo, por outro lado, a água por ela interceptada e armazenada é perdida diretamente para a atmosfera, sem ser absorvida pelo sistema radicular da planta.

Nos países desenvolvidos é maior a consciência sobre as distorções ambientais de sistemas de produção e de conservação de alimentos. Com isso, é crescente a preocupação com a preservação dos recursos naturais utilizados na produção, requerendo novos métodos na exploração agropecuária, que venham a reduzir os impactos ambientais adversos, enquadrando-se aí a “agricultura sustentável” (DAROLT, 2000). Por ser o solo um dos recursos de fundamental importância para a produção de alimentos e matéria-prima, a conservação e recuperação para manutenção de sua qualidade são primordiais para a preservação das suas características.

Do ponto de vista agrônomo, a análise de crescimento e o acúmulo de nutrientes podem ser úteis no estudo do comportamento vegetal sob diferentes condições ambientais, de forma a selecionar híbridos que apresentem características desejáveis e avaliar a resposta de cultivares ao ambiente de cultivo. Permite também avaliar o crescimento final da planta como um todo e a contribuição dos diferentes órgãos no crescimento (FELTRIMAL et al., 2008) sendo também uma importante ferramenta na avaliação dos efeitos de sistemas de manejo sobre as plantas, pois descreve as mudanças na produção vegetal em função do tempo, o que não é possível com o simples registro do rendimento da produção final (URCHEI et al., 2000).

Os parâmetros de desenvolvimento e crescimento vegetal estão relacionados com a

produtividade da cultura, sendo processos independentes e sincronizados que podem ocorrer simultaneamente ou não (WILHELM & McMASTER, 1995). A diferenciação celular, a iniciação e o aparecimento de órgãos até a senescência da cultura estão relacionados com o desenvolvimento vegetal, enquanto o aumento irreversível de uma grandeza física como massa, área foliar, altura, diâmetro e volume compõem o crescimento vegetal (HODGES, 1991).

Os principais fatores de estresse das culturas agrícolas são a temperatura do ar, a disponibilidade de água e de nutrientes (ANDRIOLO et al., 2003). O efeito do estresse sobre a planta se caracteriza pela redução da fotossíntese e do crescimento, alterações no padrão de repartição da massa seca entre órgãos e modificações no balanço hormonal (SAURE, 2001).

Com base no exposto, desenvolveu-se este trabalho com o objetivo de avaliar o efeito do sistema de cultivo (Plantio Direto acrescido de palha de capim Cameron e Plantio com preparo convencional do solo com aração e gradagem) no desenvolvimento e na produtividade da berinjela em sistema orgânico de produção, para as condições edafoclimáticas de Seropédica-RJ.

## 12 - MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no período de 23/05/2008 a 03/10/2008 no SIPA (Sistema Integrado de Produção Agroecológica), localizado no município de Seropédica-RJ (latitude 22°48'00''S; longitude 43°41'00''W; altitude de 33m), com área de 59 ha destinada à experimentação e desenvolvimento da agroecologia. Essa área experimental é fruto de uma parceria entre a Embrapa Agrobiologia, UFRRJ e PESAGRO-RIO. O solo desta área experimental foi classificado como Argissolo Vermelho Amarelo (ALMEIDA et al. 2003) e, de acordo com CARVALHO et al. (2006), o clima da região é do tipo Aw na classificação de Köppen, com inverno seco.

O experimento foi desenvolvido em duas parcelas experimentais de 144 m<sup>2</sup> (12 x 12 m) de área disponível, contendo um lisímetro de pesagem no centro. As parcelas foram denominadas ET1 e ET2 (plantio direto e plantio com preparo do solo respectivamente).

A análise química (Tabela 22) foi efetuada no laboratório de solos da Embrapa-Agrobiologia, após coleta de amostra de solo na área experimental antes do preparo inicial do solo nas camadas de 0 a 0,10 m e 0,10 a 0,20 m.

Tabela 22 - Resultado da análise de solo realizada na Embrapa Agrobiologia Seropédica-RJ

Tratamento	Prof. (m)	pH(H <sub>2</sub> O)	Al	Ca+Mg	Ca	Mg	P	K
			cmoc dm <sup>-3</sup>			mg dm <sup>-3</sup>		
ET1	0,10	6,8	0,0	4,3	3,5	0,8	146,6	375,0
	0,20	6,3	0,0	4,2	3,4	0,8	82,7	215,0
ET2	0,10	6,2	0,0	4,6	3,8	0,8	117,0	325,0
	0,20	6,4	0,0	4,3	3,7	0,6	114,7	105,0

O preparo da área denominada ET1 consistiu de uma roçada, deixando sobre o solo toda palhada proveniente de vegetação espontânea. Logo em seguida foram preparadas as covas com auxílio de uma enxada na profundidade de 0,20 m, sendo efetuada uma adubação orgânica com esterco bovino na dosagem de 0,540 kg cova<sup>-1</sup> de matéria seca que apresentava umidade de 55%, e com as características químicas descritas na Tabela 23.

Para a área ET2, foi utilizado o sistema de preparo convencional, com uma aração (arado de disco) na profundidade de 0,2 m e duas gradagens de nivelamento. Logo em seguida foram preparadas as covas e realizada adubação seguindo o mesmo critério do plantio direto (ET1).

Tabela 23 - Resultado da análise química do esterco bovino utilizado na adubação de plantio.

Ca	Mg	P	K	N
g kg <sup>-1</sup>				
6,00	5,0	1,03	28,20	11,81

Para a produção das mudas foram utilizadas sementes do híbrido Ciça (híbrido desenvolvido pela Embrapa, frutos oblongos, coloração roxo escuro brilhante), sendo as

mesmas produzidas em casa de vegetação, sendo semeadas em 15/04/2008 em bandejas de isopor com 128 células, abastecidas com substrato constituído de subsolo argiloso, areia lavada, esterco bovino curtido, “cama” de aviário e vermicomposto, na proporção respectiva de 4:2:2:1:1 (base em volume). As bandejas foram mantidas em casa de vegetação e irrigadas diariamente de forma manual. O transplântio das mudas foi realizado 38 dias após a semeadura (DAS), quando as mudas apresentando em média 5 folhas e área foliar de 72,83 cm<sup>2</sup>, utilizando o espaçamento de 1,4 m entre linhas e 0,7 m plantas. Para melhor distribuição das mesmas no campo, foi utilizada uma linha guia com os espaçamentos previamente definido.

Durante o cultivo foram realizados os seguintes tratos culturais: capina na linha das plantas, roçada na entre linha e adubação de cobertura com torta de mamona na dosagem de 0,2 kg planta<sup>-1</sup> mensalmente e, semanalmente, realizada a pulverização da mistura de óleo de Nim a 1% e sulfocálcica a 1%.

O delineamento adotado foi o inteiramente casualizado com dois tratamentos: ET1 (plantio direto sob vegetação espontânea acrescido da palhada de capim Cameron aos 29 DAT) e ET2 (plantio com preparo do solo com aração e duas gradagens neste estudo chamado de Plantio Convencional) (Figura 23) com 5 repetições. Com a finalidade de estudar o efeito dos diferentes sistemas de plantio sobre o desenvolvimento e produtividade da cultura da berinjela, foram realizadas nove avaliações destrutivas de plantas durante o ciclo de desenvolvimento da cultura, correspondente aos: 0, 18, 32, 46, 67, 88, 102, 123, e 138 DAT. Após cada coleta, as plantas foram embaladas em sacos plásticos e mantidas à sombra não permanecendo no campo por mais de uma hora. Todas as plantas coletadas foram levadas para laboratório a fim de serem determinadas as variáveis relativas ao seu crescimento: área foliar, massa fresca e massa seca. Em cada coleta, foram analisadas duas plantas por parcela com a finalidade de se evitar a existência de variação entre plantas da mesma parcela. Aos 138 DAT foi realizada a coleta final das plantas.

A determinação da massa fresca das plantas foi realizada individualmente, utilizando uma balança digital 0,01 g de precisão, quantificando separadamente a massa de folhas, caule, flores e frutos, não sendo analisadas as raízes das plantas. Para determinação do número de folhas foram destacadas todas as folhas rentes aos pecíolos que apresentavam tamanho maior que 0,03 m da planta e contadas separadamente e em seguida foi determinada a área foliar de cada planta com auxílio do integrador fotoelétrico LI-3000, LICOR (Figura 41). Todas as folhas foram passadas no integrador, possibilitando, posteriormente, a determinação da área foliar total da planta (AF).

A massa seca (MST) foi obtida colocando as plantas na estufa de ventilação forçada, em temperatura constante de 65°C, durante 72 horas e posteriormente pesadas em balança digital de precisão 0,01 g.

A partir dos dados de AF e MST foram calculados os parâmetros fisiológicos: a) Índice de Área Foliar (IAF – m<sup>2</sup> m<sup>-2</sup>), determinado pela relação entre a AF média de uma planta, em m<sup>2</sup>, e a superfície correspondente de terreno considerando o espaçamento 1,4 m x 0,7 m, sendo as curvas ajustadas, em função do tempo por uma equação exponencial quadrática (PORTES & CASTRO JUNIOR, 1991) por melhor representar o crescimento das plantas e das taxas calculadas neste estudo; b) Biomassa (WS - g m<sup>-2</sup>), determinado pela relação entre a MST (g) e a superfície correspondente de terreno (m<sup>2</sup>), sendo as curvas ajustadas pelo mesmo modelo, em função do tempo.

Para o cálculo das taxas de crescimento da cultura da berinjela foram ajustadas curvas de área foliar e massa seca da parte aérea acumulada pelas plantas:

$$\text{LnWS} = a + b\text{DAT} + c\text{DAT}^2 \quad (10)$$

$$\text{Ln IAF} = a' + b'\text{DAT} + c'\text{DAT}^2 \quad (11)$$



em que a, b, c, a', b' e c' são os coeficientes ajustados.

As taxas foram calculadas utilizando as equações:

$$\text{TCR} = b + 2c\text{DAT} \quad (12)$$

$$\text{TCC} = \frac{\text{TCR}}{\text{Ln WS}} \quad (13)$$

$$\text{TAL} = \frac{\text{TCC}}{\text{Ln IAF}} \quad (14)$$

em que,

TCR = taxa de crescimento relativo, em  $\text{g g}^{-1} \text{dia}^{-1}$ ;

TCC = taxa de crescimento da cultura, em  $\text{g m}^{-2} \text{dia}^{-1}$ ; e

TAL = taxa de assimilação líquida, em  $\text{g m}^{-2} \text{dia}^{-1}$ .

Após a tabulação de todos os dados, foram realizadas a análise de variância das médias e análise de regressão para as variáveis (área foliar e massa seca) em função dos DAT e calculadas as taxas de crescimento. Para os parâmetros fisiológicos calculados na análise de crescimento não foram feitas as análise de variâncias, pois sendo variáveis calculadas, não é possível afirmar que as mesmas obedeçam às pressuposições básicas para esse tipo de análise (BANZATTO & KRONKA, 1989). Todas as análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do aplicativo do Excel (2003) e do programa estatístico SISVAR versão 4.6. Os modelos estatísticos para determinação das taxas foram escolhidos de acordo com a melhor explicação biológica (de acordo com os dados observados) do crescimento das plantas e das taxas calculadas.



Figura 41 - Integrador fotoelétrico LI-3000, LICOR utilizado para determinação da área foliar das plantas de berinjela.

Os dados climáticos utilizados na condução do experimento foram obtidos numa estação automática, localizada no próprio SIPA. Nesta estação, as variáveis climáticas foram registrados continuamente em um dispositivo Datalogger, que armazenava as informações a cada 3 segundo, com emissão de média a cada 30 minutos (CARVALHO et al, 2006). As

estimativas de ETo foram realizadas pelo método padrão FAO, conhecido como Pennam-Monteith (FAO-56) apresentado por ALLEN et al., (1998).

Foi utilizado o sistema de irrigação por aspersão, composto de aspersores setoriais (Pingo 3 mm da FABRIMAR), posicionados nos quatros vértices da parcelas distanciados de 12m, (4 na área de plantio direto e os outros 4 na área de preparo convencional do solo), sendo esses regulados com ângulo de 90° para proporcionar distribuição mais uniforme da água. Antes da implantação da cultura da berinjela foi avaliada a distribuição de precipitação e determinados os coeficientes de uniformidade de aplicação de água (CUC), sendo obtida uma precipitação média de 9,8 mm h-1, uma eficiência de aplicação de 80% e um CUC de 86%, para aspersores instalados a uma altura de 1,0 m e pressão de serviço regulada com auxílio de uma válvula reguladora de pressão do fabricante FABRIMAR® a 210 kPa.

O manejo da irrigação foi realizado com base nas leituras do lisímetro de pesagem seguindo metodologia proposta por CARVALHO et al. (2007), seguindo a variação diária da massa do lisímetro. Assim o manejo da irrigação foi realizado de forma que, no transplântio o solo do lisímetro estando na capacidade de campo, as lâminas de água posteriormente aplicadas em cada irrigação seria equivalente a 100% da evapotranspiração da cultura indicada pelo lisímetro em toda a área cultivada. As irrigações foram realizadas a cada dois dias, sendo sempre no horário de menor incidência de ventos (parte da manhã 04:30 as 6:00 ou das 18:00 as 20:00 horas).

Durante o cultivo realizaram-se 11 medições fenométricas correspondentes aos dias: 23; 36; 40; 48; 51; 53; 55; 60; 67; 75; 81 DAT sendo avaliada, altura das plantas no campo com auxílio de uma fita métrica e número de folhas.

### 13 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 24 estão apresentados os valores médios da temperatura máxima, temperatura mínima, velocidade do vento e umidade relativa e os valores totais da evapotranspiração de referencia, evapotranspiração da cultura no sistema de plantio direto (PD) e plantio convencional (PC) e a precipitação total nos 14 decêndios de cultivos da berinjela no campo. Observa-se que a maior precipitação ocorreu no 8º decêndio que corresponde 71 aos 80 DAT, sendo o maior volume precipitado aos 80 DAT totalizando 44,8 mm. A média da temperatura máxima foi de 27,3° C o maior valor observado foi no 9º decêndio de 30,4° C. A média da temperatura mínima foi de 17,2° C com o menor valor de 13,9° C no 6º decêndio que corresponde do 51 ao 60º DAT.

Tabela 24 – Dados climáticos decenias medidos durante o experimento, no período de 23 de maio a 4 de outubro de 2008.

Dec.	T máx (°C)	T mín (°C)	U <sub>2</sub> (m s <sup>-1</sup> )	UR (%)	ET <sub>o</sub> (P-M)	ET <sub>c</sub> PD	ET <sub>c</sub> PC	Precipitação (mm)
1º	27,5	17,8	1,93	77,2	22,2	22,2	13,9	19,4
2º	27,7	17,9	2,10	72,3	19,7	20,3	20,8	0,0
3º	27,4	17,3	2,10	74,9	19,4	15,7	14,1	8,6
4º	25,0	16,9	1,80	80,5	16,4	10,3	15,2	13,2
5º	25,8	15,4	1,80	80,4	18,1	10,3	16,6	14,2
6º	27,7	13,9	2,24	70,5	21,5	15,5	26,8	0,0
7º	28,0	16,6	2,70	66,7	23,7	25,7	35,3	1,0
8º	27,1	17,9	1,73	79,1	19,7	19,8	20,5	60,2
9º	30,4	18,4	2,13	65,8	32,0	31,4	37,9	1,2
10º	27,7	17,1	2,04	75,3	28,3	29,9	27,5	26,0
11º	27,5	17,2	2,40	74,2	29,3	23,6	29,4	8,8
12º	25,6	17,6	2,14	81,1	25,1	22,8	28,1	23,6
13º	27,2	16,4	2,03	76,0	26,7	30,3	27,7	31,0
14º	28,3	20,0	2,21	73,4	13,3	7,5	9,6	14,2
Média Total	27,3	17,2	2,10	74,8				
					315,4	285,2	323,4	221,4

Dec – Decêndio; T máx - Temperatura máxima; T mín - Temperatura mínima; U<sub>2</sub> - Velocidade do vento; UR – Umidade Relativa do ar; ET<sub>o</sub> PM – Evapotranspiração de referencia Pennam-Monteith; ET<sub>c</sub> PD – Evapotranspiração da cultura no sistema de plantio direto em mm e ET<sub>c</sub> PC – Evapotranspiração da cultura no sistema de plantio convencional em mm.

A maior diferença entre a ET<sub>c</sub> PD e ET<sub>o</sub> foi no 7º decêndio de 2 mm ou seja neste período a ET<sub>c</sub> PD da berinjela foi superior a evapotranspiração de referencia em 8%. Ainda comparando a ET<sub>c</sub> PD e ET<sub>o</sub> a menor diferença entre ET<sub>o</sub> e ET<sub>c</sub> PD foi de -7,8 mm no 5º decêndio em que ET<sub>c</sub> PD foi inferior a ET<sub>o</sub> em 43%. Comparando a ET<sub>c</sub> PC e ET<sub>o</sub> no 11º decêndio a ET<sub>c</sub> PC foi superior a ET<sub>o</sub> em 40% e o período em que houve a menor diferença foi no 1º decêndio em que ET<sub>o</sub> foi de 37% superior a ET<sub>c</sub> PC.

Na Tabela 25 estão apresentados os valores das irrigações aplicadas acumulados em períodos de 5 dias, para os sistemas de cultivo plantio direto (PD) e plantio com o preparo convencional do solo (PC) durante o cultivo da berinjela na região de Seropédica-RJ. O total de água aplicada por irrigação durante os 138 dias de cultivo foi de 342,2 mm para o PD e 388,1 mm para o PC, considerando um sistema de irrigação por aspersão com eficiência de

aplicação de 80%, que foi utilizado neste estudo.

Tabela 25 – Valores das irrigações realizadas durante cultivo de berinjela no sistema de cultivo em plantio direto (PD) e plantio com o preparo convencional do solo (PC) na região de Seropédica-RJ, no período de 23/05/2008 a 03/10/2008.

DAT	Irrigações		DAT	Irrigações	
	PD (mm)	PC (mm)		PD (mm)	PC (mm)
1 – 5	19,0	8,1	71 – 75	13,7	14,7
6 – 10	7,7	8,6	76 – 80	10,1	9,8
11 – 15	15,3	9,8	81 – 85	16,9	21,4
16 – 20	9,1	15,2	86 – 90	20,8	24,1
21 – 25	9,7	8,0	91 – 95	18,8	17,3
26 – 30	9,1	9,0	96 – 100	17,1	15,7
31 – 35	6,5	9,5	101 – 105	13,4	16,3
36 – 40	5,9	8,8	106 – 110	14,9	19,0
41 – 45	6,7	12,3	111 – 115	17,2	17,5
46 – 50	5,7	7,6	116 – 120	10,2	16,2
51 – 55	8,6	15,6	121 – 125	22,3	19,8
56 – 60	10,0	16,6	126 – 130	14,0	13,4
61 – 65	14,7	19,9	131 – 135	9,9	12,3
66 – 70	16,2	22,4	136 - 138	7,3	11,5
Total (mm)				342,2	388,1

A Figura 42 apresenta as curvas de produção de matéria seca da berinjela (WS) estimados e observados, cujos comportamentos sugerem que o sistema PC possibilitou melhor desenvolvimento da cultura da berinjela a partir dos 64 DAT, sendo essa diferença mais acentuada aos 125 DAT. A reposição de água para os dois sistemas de cultivo foi sempre 100% ETc, apesar de no sistema de cultivo PD ter se aplicado 45,9 mm a menos de água durante todo o ciclo. O preparo do solo favoreceu um maior desenvolvimento da cultura da berinjela no acúmulo de matéria seca no sistema PC. Solos manejados sob semeadura direta adquirem condições físicas diferentes daqueles solos submetidos ao preparo convencional (REINERT et al., 1984). As principais alterações verificadas são: redução da erosão hídrica devido ao aumento na infiltração de água no solo (DAO, 1993; FRAZLUEBBERS, 2002), aumento na densidade e diminuição no volume de macroporos na camada superficial. Essa condição pode se tornar limitante ao crescimento radicular das plantas, devido à redução na porosidade de aeração e menor disponibilidade de água, nutrientes e oxigênio, ocasionando diminuição no rendimento das culturas (SECCO et al., 2005).

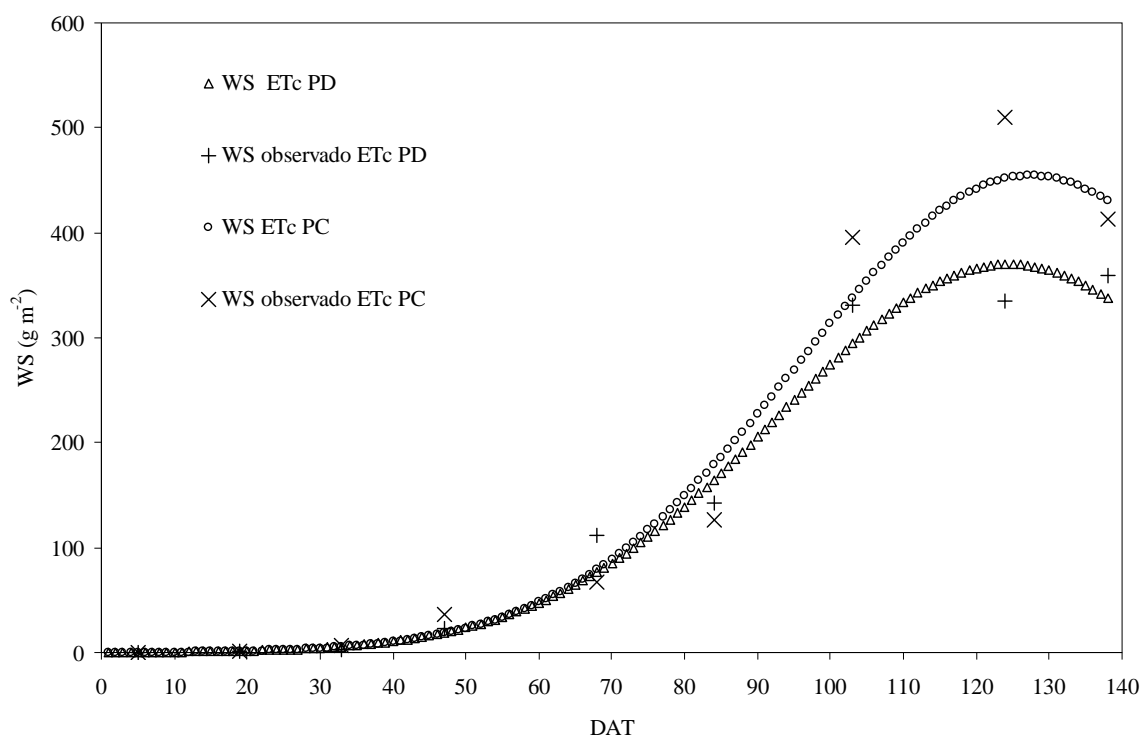


Figura 42 – Produção de matéria seca total (WS – g m<sup>-2</sup>) da cultura da berinjela observado e estimado, em dois sistemas de cultivo: ETc PD plantio direto acrescido de capim cameron e ETc PC plantio com preparo convencional do solo.

A intensa movimentação, necessária para realização dos tratos culturais na cultura, associado ao não revolvimento do solo usualmente ocasiona a compactação da camada superficial do solo, alterando a magnitude do conteúdo de água (TORMENA et al., 1998). O maior armazenamento de água no solo sob semeadura direta pode não representar maior disponibilidade de água às plantas, principalmente devido à ocorrência de limitações físicas ao crescimento das raízes e, conseqüentemente, da parte aérea das plantas (PETRY et al., 2007). Menor produção de outras culturas foi verificada em semeio direto comparado com o plantio em solo arado e gradeado em razão da menor porosidade total e estrutura da superfície do solo que proporcionaram menor volume de exploração das raízes e movimentação de água (SCHIMIDT & BELFORD, 1994; FERRERAS et al., 2001).

A maior produção de matéria seca (WS) estimada no sistema PD foi de 369,81 g m<sup>-2</sup> aos 124 DAT e a observada de 359,14 g m<sup>-2</sup> aos 138 DAT, para o sistema PC a máxima estimada foi de 454,28 g m<sup>-2</sup> aos 127 DAT e a observada de 509,94 g m<sup>-2</sup> aos 124 DAT. PEREIRA (2006) cultivando pimentão verificou que a biomassa acumulada pelas plantas nos dois sistemas de plantio foram muito semelhante até aos 80 DAT. Ocorrendo a partir dos 80 DAT diferenças mais facilmente visualizadas, com tendência a um maior acúmulo pelo sistema de plantio direto, onde a cultura atingiu o máximo de 634,29 g m<sup>-2</sup> de biomassa aos 157 DAT. No plantio convencional, o valor máximo foi de 511,44 g m<sup>-2</sup> de biomassa aos 161 DAT.

A evolução do índice de área foliar (IAF) no tempo seguiu um padrão característico de plantas anuais, porém quando iniciou um decréscimo no IAF foi finalizado o ciclo de cultivo da berinjela, não sendo observada uma total senescência de folhas (Figura 43). Para os dois sistemas de cultivo, os valores estimados do IAF foram semelhantes, ocorrendo uma pequena variação no final do ciclo aos 110 DAT. Na condição de PD, o IAF máximo da

berinjela estimado atingiu valores de  $2,96 \text{ m}^2 \text{ m}^{-2}$  aos 131 DAT, sendo o maior valor observado de  $2,94 \text{ m}^2 \text{ m}^{-2}$  aos 138 DAT. Na condição de PC, o valor máximo estimado do IAF foi de  $2,84 \text{ m}^2 \text{ m}^{-2}$  aos 130 DAT e o maior valor observado no campo de  $3,00 \text{ m}^2 \text{ m}^{-2}$  aos 138 DAT.

MALDANER et al. (2009) cultivaram berinjela híbrido ciça, em casa de vegetação durante 108 dias e obtiveram valores de IAF de  $2,5 \text{ m}^2 \text{ m}^{-2}$ , valor esse próximo ao observado neste estudo. Esses autores relatam ainda que o modelo logístico, com os coeficientes ajustados para o genótipo Ciça do IAF em função do número de folhas, apresentou resultado satisfatório, indicando uma alternativa para estimar o IAF da berinjela sendo necessário apenas contar o número de folhas da planta, o que é uma vantagem em relação ao método tradicional, que precisa mensurar a largura das folhas (COSTA et al., 2007), demandando mão-de-obra e tempo.

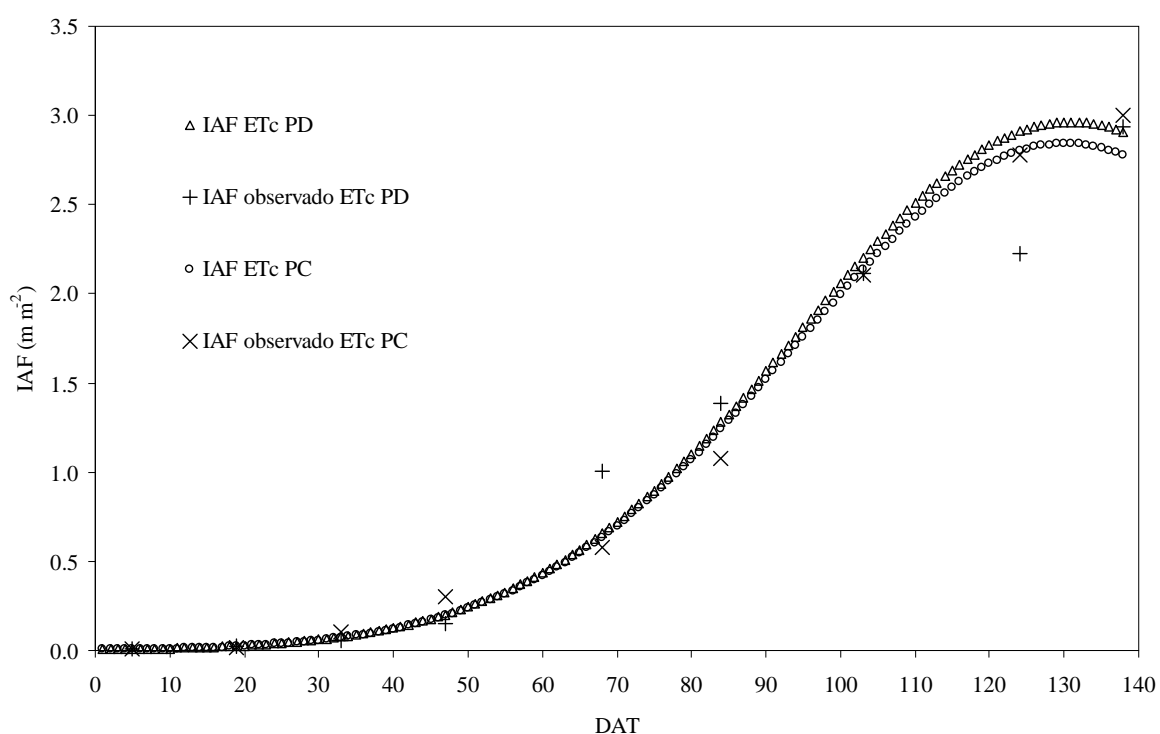


Figura 43 – Evolução do índice de área foliar (IAF –  $\text{m}^2 \text{ m}^{-2}$ ) medido e estimado da cultura berinjela, em dois sistemas de cultivo: ETc PD plantio direto acrescido de palhada de capim cameron e ETc PC plantio com preparo convencional do solo.

URCHEI et al. (2000) avaliando os efeitos do plantio direto (PD) e do preparo convencional (PC) no desenvolvimento de cultivares de feijão na região de Senador Canedo-GO, concluíram que no sistema plantio direto a cultura do feijoeiro aumenta a produção de matéria seca total, o índice de área foliar, a taxa de crescimento da cultura, a taxa de crescimento relativo, a taxa assimilatória líquida e a duração de área foliar.

MONTE et al. (2009) cultivando tomate em campo em Seropédica-RJ, observaram o máximo de área foliar de  $0,8 \text{ m}^2 \text{ m}^{-2}$  aos 90 DAT para um turno de rega diário, e o menor valor de  $0,5 \text{ m}^2 \text{ m}^{-2}$  aos 85 DAT para um turno de rega alternado em três dias. Na mesma região e utilizando os mesmos sistemas de cultivo, PEREIRA (2006) observou que até os 63 DAT, os dois sistemas de plantio apresentaram o mesmo comportamento com relação ao IAF. Entretanto, a partir deste período, as plantas no plantio direto apresentam maior incremento em área foliar em relação ao plantio convencional, atingindo o IAF máximo de 1,61 aos 142

DAT, ao passo que no convencional o IAF máximo foi de 1,31 aos 147 DAT.

Com base nas equações ajustadas (Tabela 26), pode-se estimar a quantidade de matéria seca total da parte aérea em qualquer momento durante o experimento, permitindo estimar diariamente o acréscimo e/ou diminuição da matéria seca das plantas e consequentemente suas taxas de crescimento absoluto e relativo.

Tabela 26 – Equações de regressão para estimativa do índice de área foliar (IAF), produção de matéria seca total (WS), nos diferentes sistemas de plantio (SP) na região de Seropédica-RJ.

SP	IAF (m <sup>2</sup> m <sup>-2</sup> )	WS (g m <sup>-2</sup> )
PD	IAF= exp <sup>(-0,0003817DAT<sup>2</sup> + 0,099941DAT - 5,455391)</sup> R <sup>2</sup> = 0,99	WS= exp <sup>(-0,000496DAT<sup>2</sup> + 0,123441DAT - 1,767192)</sup> R <sup>2</sup> = 0,99
PC	IAF= exp <sup>(-0,000388DAT<sup>2</sup> + 0,101017DAT - 5,530188)</sup> R <sup>2</sup> = 0,98	WS= exp <sup>(-0,000494DAT<sup>2</sup> + 0,125959DAT - 1,910351)</sup> R <sup>2</sup> = 0,98

As curvas da taxa de crescimento da cultura – TCC (Figura 44) em função do tempo, para os diferentes tratamentos, evidenciam um maior acúmulo e produção de matéria seca da berinjela no sistema PC, ficando o sistema PD com valor mais baixo desde os 60 DAT. Durante o desenvolvimento fenológico da cultura, verificou-se que as curvas da TCC dos diferentes tratamentos apresentaram comportamento semelhante àquelas observadas para WS. Assim, a maior TCC foi verificada aos 96 DAT para o PC com valor de 8,66 g m<sup>-2</sup> dia<sup>-1</sup> e aos 93 DAT para o PD, com valor de 7,06 g m<sup>-2</sup> dia<sup>-1</sup>, decrescendo sistematicamente a partir desta data para os dois sistemas. Esses resultados sugerem que a cultura no sistema convencional pode apresentar menor dificuldade ao crescimento radicular (PETRY, et al., 2007), favorecendo o desenvolvimento das plantas e aumentando a síntese de fotoassimilados (URCHEI et al., 2000), o que provavelmente levou a maior taxa de produção de matéria seca.

A partir do valor máximo da TCC houve um decréscimo acentuado para os dois sistemas, fato que pode ser atribuído aos diversos mecanismo de respostas diretas e indiretas no final do ciclo da cultura, como diminuição da interceptação e fixação da energia luminosa por unidade de superfície do terreno (KUNZ et al., 2007), além da absorção de nutrientes e alteração no mecanismo hormonal (BERGAMASCHI et al., 1988). Isso porque, sendo a TCC o somatório das taxas de crescimento dos diversos componentes da planta, ou seja, da matéria seca com o tempo, representa a capacidade de produção de fitomassa da cultura, isto é, sua produtividade primária (PEREIRA & MACHADO, 1987).

FONTES et al. (2005) cultivando pimentão em ambiente protegido, obtiveram uma TCC de 4,11 g m<sup>-2</sup> dia<sup>-1</sup> aos 224 DAT. BEESE et al. (1982) para a mesma cultura, obtiveram valor de 16,4 g m<sup>-2</sup> dia<sup>-1</sup> entre 100 e 140 dias após a emergência das plantas. Valores diferentes na taxa de crescimento da cultura podem ser causados por diversos fatores entre os quais variedades, densidades de plantio, sistemas de manejo, condições ambientais, entre outros (FONTES et al., 2005).

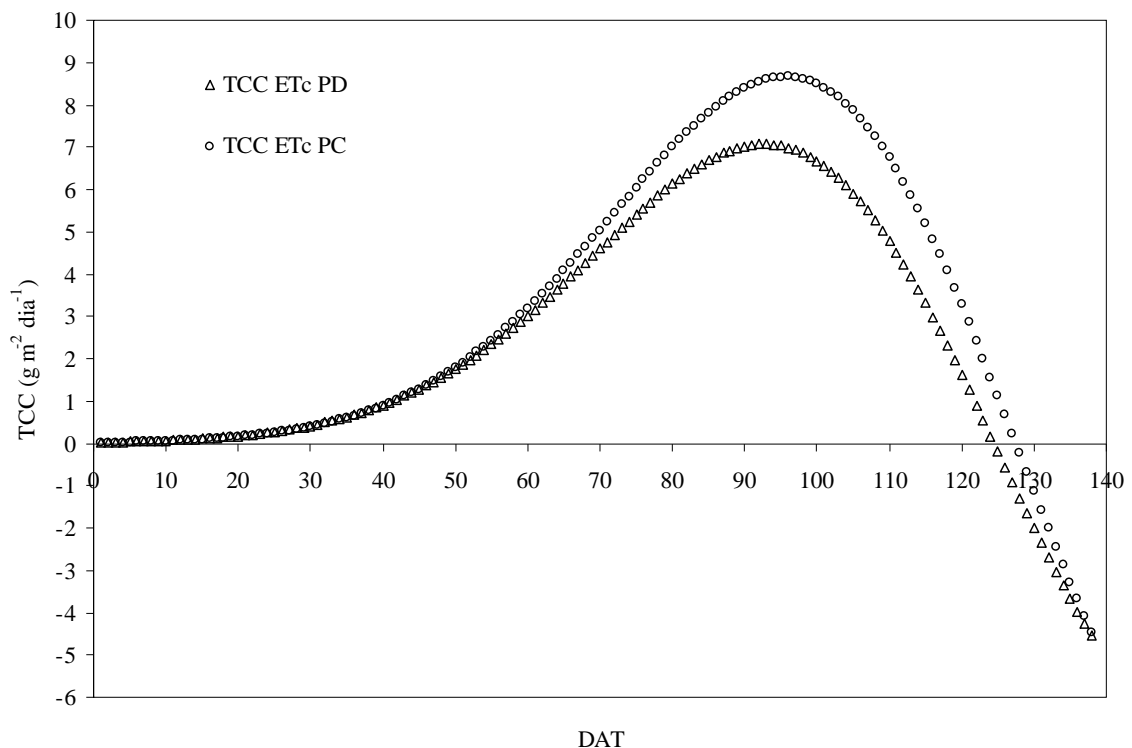


Figura 44 – Taxa de crescimento da cultura da berinjela (TCC - g m<sup>-2</sup> dia<sup>-1</sup>) cultivada em dois sistemas de cultivo plantio direto (PD) e plantio convencional (PC), na região de Seropédica-RJ.

A TCR, representada na Figura 45, torna-se decrescente com o passar dos dias do cultivo. Essa diminuição contínua da TCR pode ser explicada pela elevação da atividade respiratória e pelo auto sobreamento, cuja importância aumenta com a idade da planta. Além disso, no final do ciclo da cultura, o crescimento se torna negativo em função da morte de folhas e gemas (URCHEI et al., 2000). A TCR reflete o aumento da matéria seca das plantas num período de tempo em função do tamanho inicial, ou seja, do material pré-existente e da eficiência da planta na produção de novos produtos fotossintéticos. Assim, percebe-se uma fase inicial de rápido acúmulo de material, seguida de uma com menor incremento. Esse comportamento de TCR é amplamente reportado na literatura, como em AGUIAR NETO et al. (2000) e BENINCASA (2003). Essa variação da TCR pode ser explicada pelo aumento da competição intraespecífica pelos principais fatores ambientais responsáveis pelo crescimento (GAVA et al., 2001).



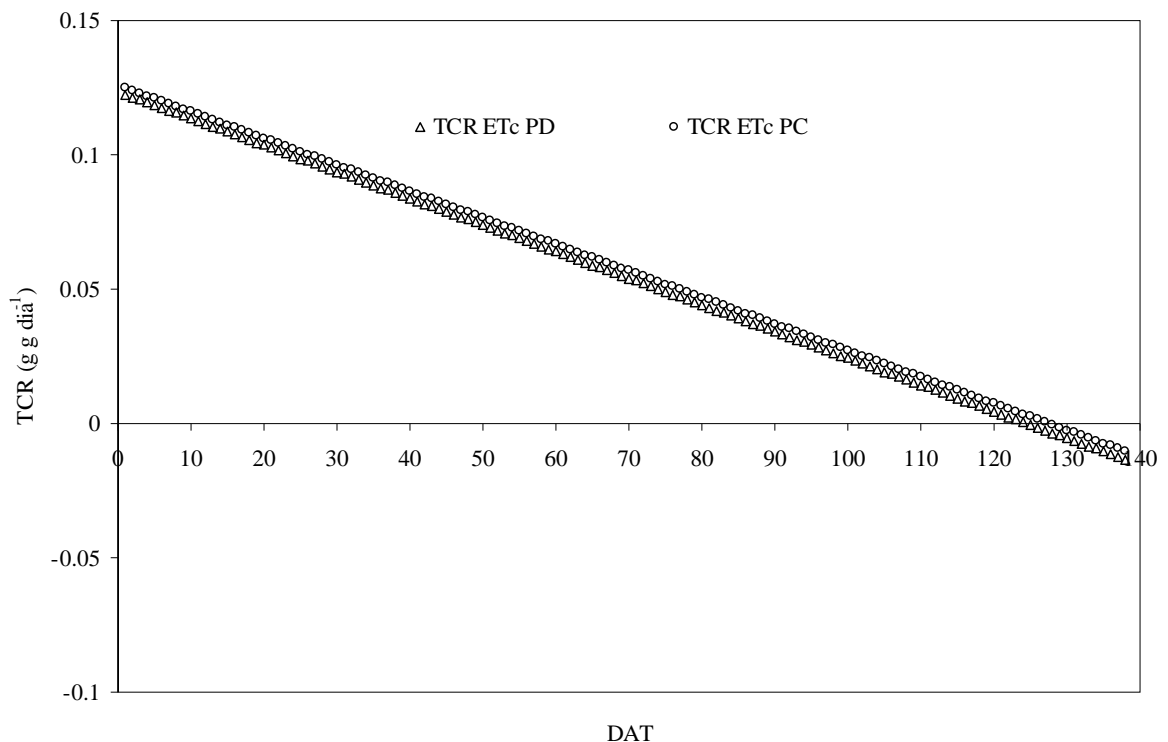


Figura 45 – Taxa de crescimento relativo da cultura da berinjela (TCR – g g dia<sup>-1</sup>) cultivada em dois sistemas de cultivo plantio direto (PD) e plantio convencional (PC), na região de Seropédica-RJ.

AGUIAR NETO et al. (2000) observam na cultura da batata, uma tendência geral de redução da TCR em relação ao tempo. Esses autores, estudando o comportamento da cultura sob estresse hídrico, observaram de um modo geral, uma fase inicial de rápido acúmulo de material, seguida de uma com menor incremento, com um posterior período de valores próximos a zero.

As maiores taxas de assimilação líquida (TAL) ocorreram aos 47 e 54 DAT para os sistemas PD e PC respectivamente, sendo os valores de 7,20 e 7,65 g m<sup>-2</sup> dia<sup>-1</sup> (Figura 46). A partir destas ocorreu uma diminuição dos valores da TAL, esta tendência de redução mais brusca da TAL no plantio direto, acarretou redução no acúmulo de biomassa. Este fato pode ser explicado pelo maior IAF atingido pela planta no plantio direto, aumentando, portanto, o auto sombreamento, que provavelmente contribuiu para a diminuição mais acentuada da TAL. PEREIRA (2006) observou na cultura do pimentão que as taxas máximas de assimilação líquida ocorreram aos 33 DAT no sistema convencional e aos 68 DAT no plantio direto, quando foram alcançados os valores de 7,2 e 8,6 g m<sup>-2</sup> dia<sup>-1</sup>, respectivamente.

Esses resultados representam o balanço entre o material produzido pela fotossíntese e o perdido por meio da respiração, expressando a eficiência das folhas na produção de matéria seca e possibilitando estimar a fotossíntese líquida (PEREIRA & MACHADO, 1987). Assim, as diferenças na TAL entre tratamentos (Figura 46) sugerem que o sistema PC proporcionou elevação da fotossíntese líquida (BERGAMASCHI et al., 1988), com maior assimilação de C, aliado, provavelmente, à maior absorção de nutrientes.

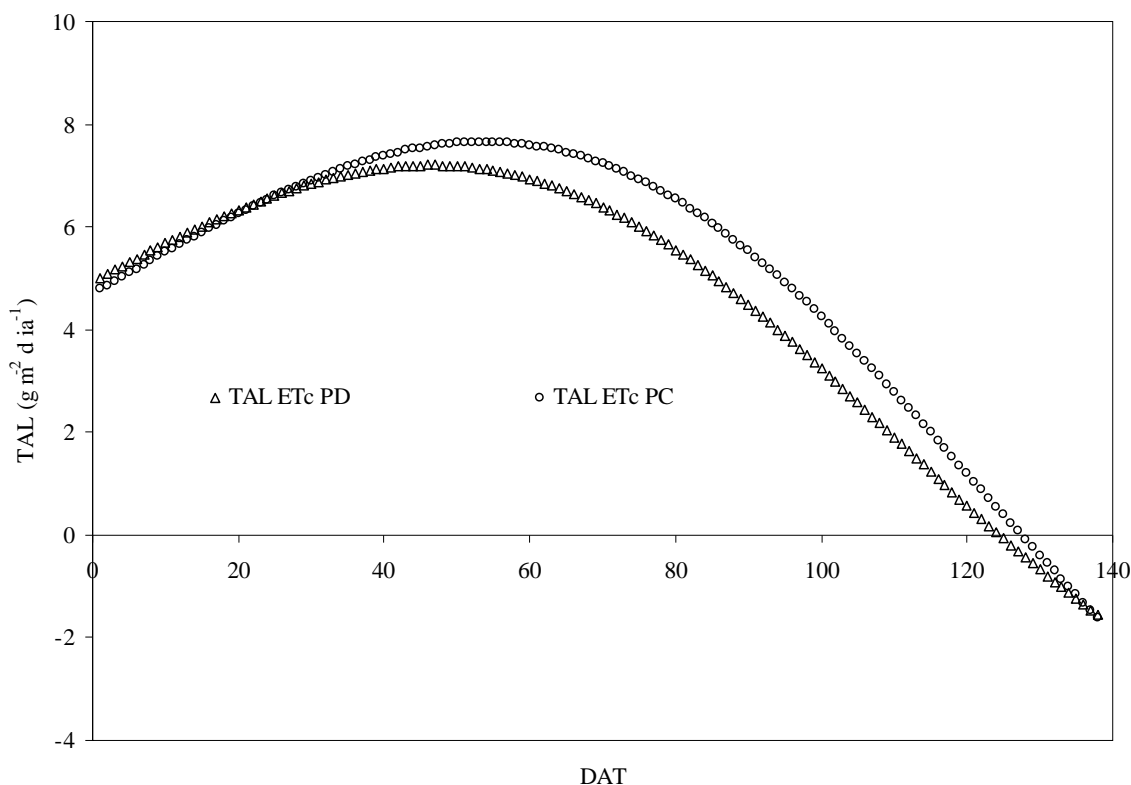
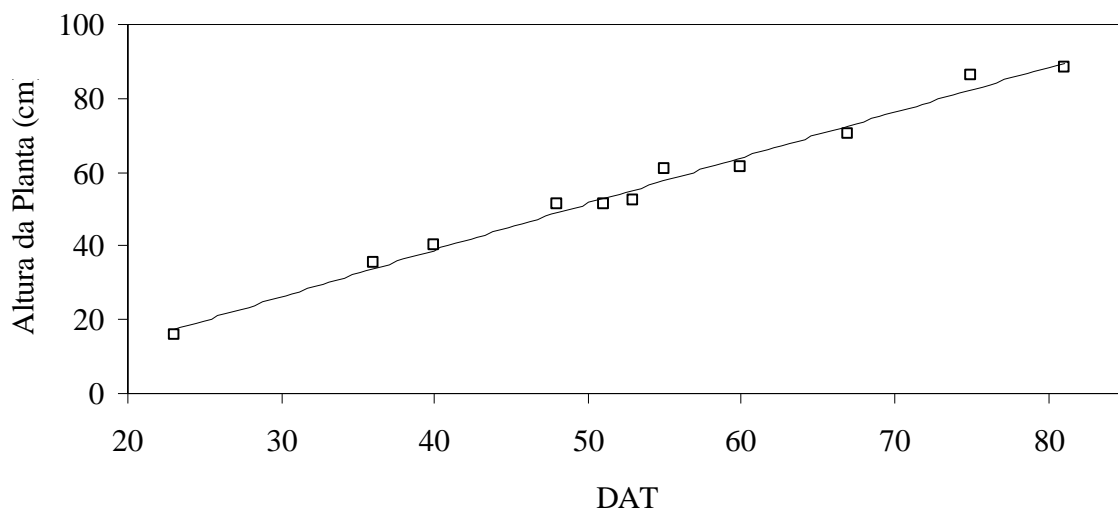


Figura 46 – Taxa de assimilação líquida (TAL -  $\text{g m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$ ) cultivada em dois sistemas de cultivo plantio direto (PD) e plantio convencional (PC), na região de Seropédica-RJ.

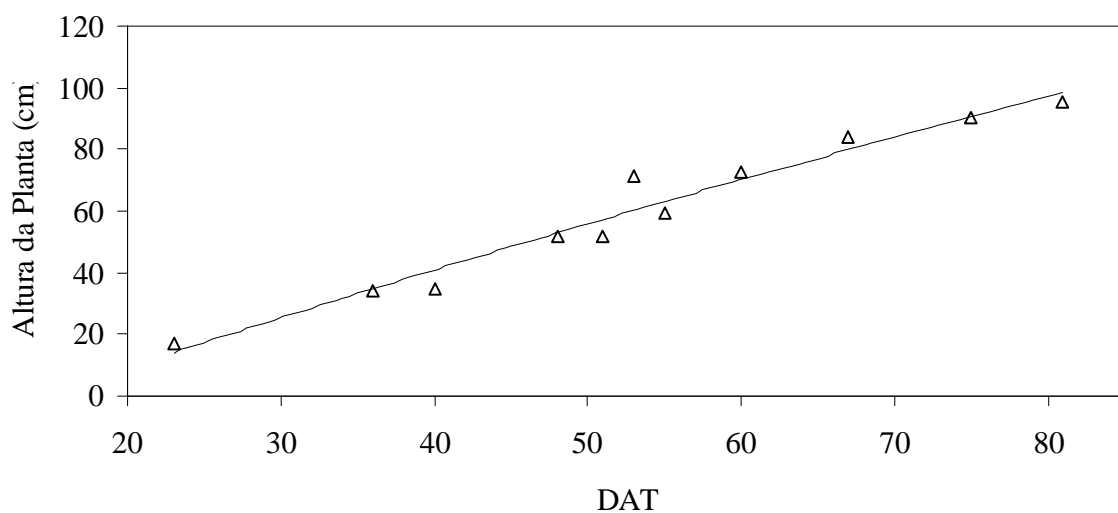
Na Figura 47 estão apresentados os dados referentes à altura das plantas de berinjela nos dois sistemas de cultivo. No final do ciclo, a altura média das plantas no sistema PD foi de 88,6 cm e para o sistema de PC o valor foi de 95,2 cm, sendo esses valores não diferenciados estatisticamente ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

VIEIRA (1994), cultivando berinjela submetida ao estresse hídrico nos diferentes estádios de desenvolvimento, observou, aos 89 DAT, altura média de 89 cm para as parcelas que sofreram estresse hídrico no início da frutificação, e para as parcelas que não sofreram estresse hídrico durante desenvolvimento, o comprimento médio foi de 96 cm.

CASTRO (2004) não observou efeito significativo das plantas de cobertura do solo ou daquelas consorciadas sobre a altura das plantas de berinjela, relatando que as plantas de berinjelas cultivadas após o preparo convencional do solo apresentaram maior altura aos demais tratamentos.



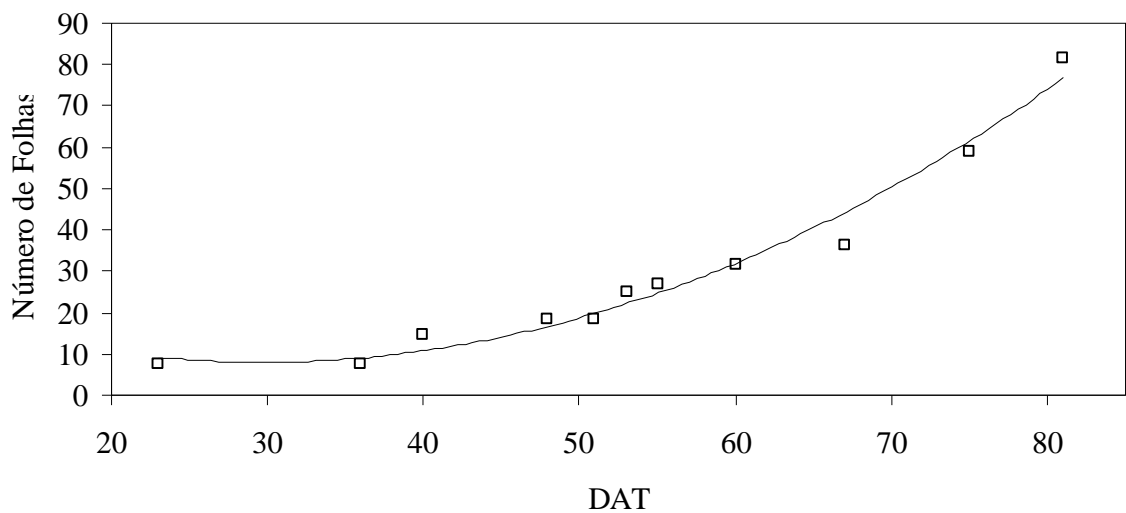
(a)



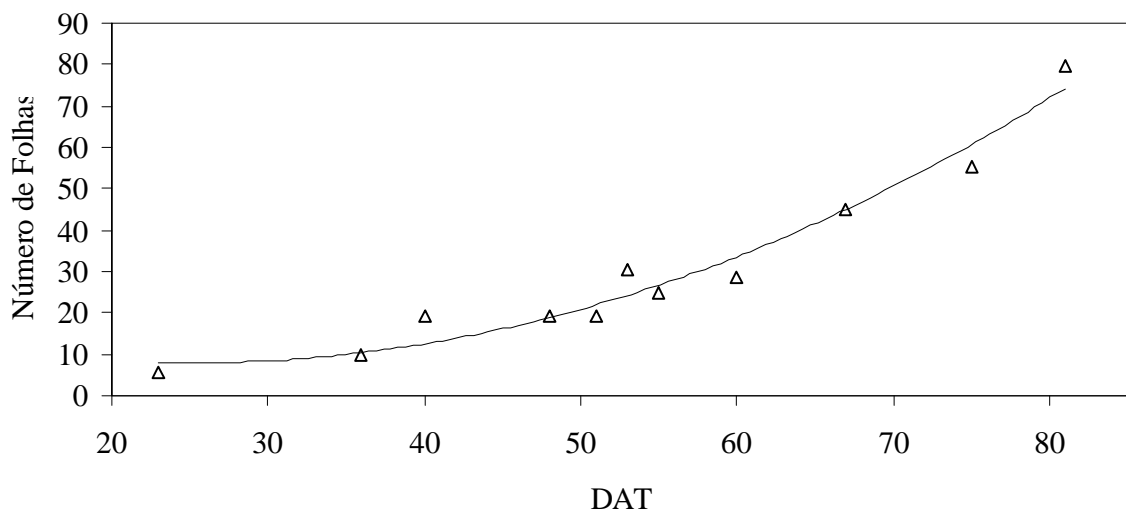
(b)

Figura 47 – Altura de planta de berinjela ao longo do ciclo de cultivo no sistema de plantio direto (ET1 PD) (a) e no sistema de plantio com preparo convencional do solo (ET2 – PC) (b) na região de Seropédica-RJ.

Para a variável número de folhas por planta (Figura 48), os valores aos 81 DAT foram de, aproximadamente, de 82 e 80 folhas para o PD e PC, respectivamente. Esses valores confirmam a tendência do IAF (Figura 43) serem muito próximos. Utilizando a equação de estimativa do IAF (Tabela 26), para os diferentes sistemas aos 81 DAT obteve-se valores de  $1,14 \text{ m}^2 \text{ m}^{-2}$  para o PD e  $1,11 \text{ m}^2 \text{ m}^{-2}$  para o PC. MALDANER et al. (2009) observaram o número de 39 e 63 folhas por planta para a berinjela conduzida em ambiente protegido com uma e duas hastes, respectivamente.



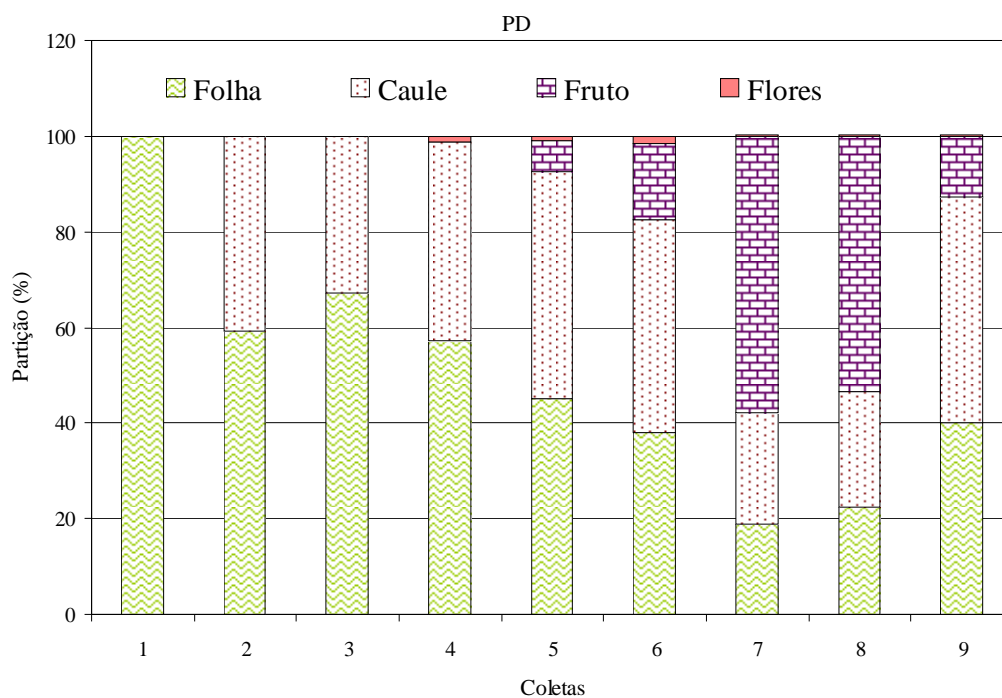
(a)



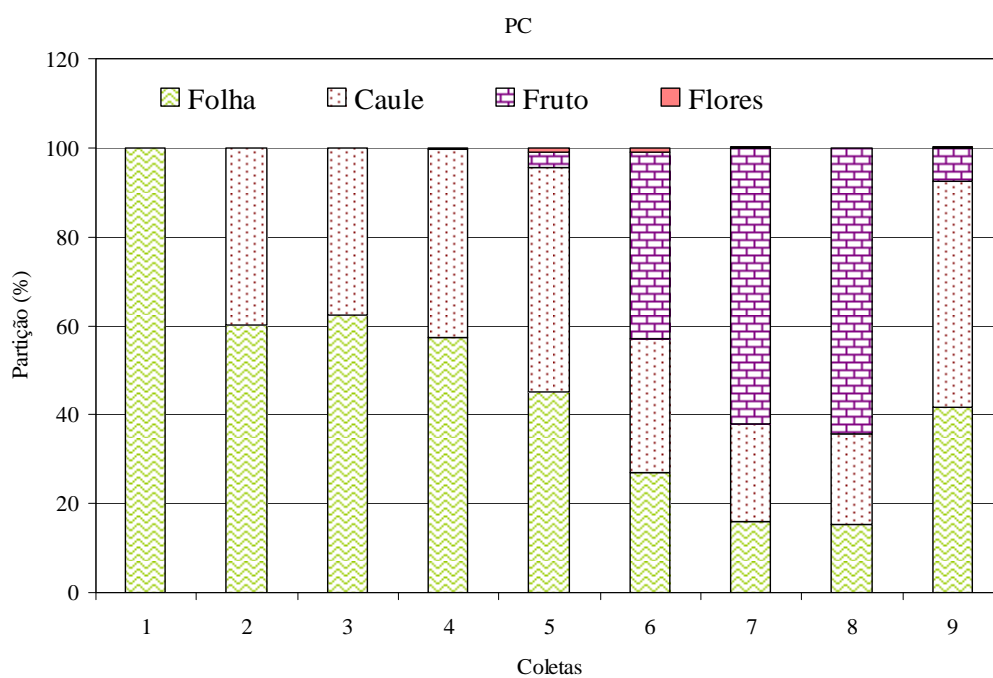
(b)

Figura 48 – Número de Folhas da planta de berinjela ao longo do ciclo de cultivo no sistema de plantio direto (ET1 PD) (a) e no sistema de plantio com preparo convencional do solo (ET2 – PC) (b) na região de Seropédica-RJ.

Analisando a biomassa acumulada por diferentes partes da planta (Figura 49), foi possível constatar que aos 33 DAT, 67% e 62,4% da biomassa total acumulada pela planta no PD e PC, respectivamente, foram destinada às folhas. Aos 68 DAT no sistema de PD a partição foi de 47,6% de caule e 45% de folhas, resultado semelhante ao PC, no qual 50,4% caule e 45,2% na folha. Portanto, a partição não diferenciou significativamente ao nível de 5% probabilidade pelo teste F. Após os 68 DAT verificou-se uma redução da biomassa total acumulada por estas partes da planta, em benefício da formação e crescimento dos frutos, caracterizando que a planta na fase inicial de desenvolvimento, tende a priorizar a concentração de fotoassimilados no caule e folhas, para serem disponibilizadas aos frutos na fase intensiva de produção.



(a)



(b)

Figura 49 - Biomassa acumulada pelas diferentes partes da planta nos sistemas de plantio direto (a) e convencional (b), em diferentes fases de desenvolvimento da cultura da berinjela, (1 – transplântio; 2- 18 DAT; 3 – 32 DAT; 4 - 46 DAT; 5 – 67 DAT; 6 – 88 DAT; 7 – 102 DAT; 8 – 123 DAT; 9 – 138 DAT) na região de Seropédica-RJ.

Pela análise de variância não foi detectada, nos parâmetros de produtividade

analisados, nenhuma diferença significativa ao nível de 5 % de probabilidade pelo teste F. Os valores da produção média das duas parcelas estão apresentados na Tabela 27. Considerando uma densidade de 10.204 plantas ha<sup>-1</sup>, a produtividade comercial da berinjela cultivada na parcela com plantio direto foi de 45,84 Mg ha<sup>-1</sup>. Para a parcela com sistema de preparo convencional, a produtividade foi de 45,84 Mg ha<sup>-1</sup>. A produtividade total foi de 47,42 e de 47,91 Mg ha<sup>-1</sup>, respectivamente, para o PC e PD. MALDANER et al. (2009) cultivaram berinjela híbrido ciça, em casa de vegetação durante 108 dias e obtiveram produtividade 37,67 Mg ha<sup>-1</sup> para o sistema de condução com 1 haste e 74,82 Mg ha<sup>-1</sup> para a condução com 2 hastes.

ANTONINI et al. (2002) cultivando berinjela na região de Piracicaba-SP utilizando uma densidade de 6.660 plantas ha<sup>-1</sup>, durante 10 colheitas obtiveram uma produção comercial superior a observada neste estudo de 5,85 kg planta<sup>-1</sup> para o híbrido ciça e uma produção comercial de 38,96 Mg ha<sup>-1</sup>. Para a variável número de frutos esses mesmos autores relatam que obtiveram valores bem superiores ao observado neste estudo de 23 frutos comerciais por planta, sendo uma média de 2,3 frutos por colheita.

Tabela 27 – Variáveis analisadas na produtividade da berinjela nos diferentes sistemas de cultivo

Tratamento	Produção Comercial (kg Planta <sup>-1</sup> )	Produção Total (Mg ha <sup>-1</sup> )	Nº Frutos Comercial Planta	Nº Frutos Total Planta
PD	4,49	47,42	13,92	14,34
PC	4,49	47,91	14,51	15,10

## 14 CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos é possível concluir que:

1 - A análise de crescimento evidenciou diferenças expressivas da cultura da berinjela para os sistemas de cultivo adotados.

2 - O sistema de plantio convencional apresentou a maior TCC aos 96 DAT com valor de  $8,66 \text{ g m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$  e para o sistema de plantio direto a maior TCC foi observada aos 93 DAT, com valor de  $7,06 \text{ g m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$ , decrescendo sistematicamente a partir desta data para os dois sistemas.

## 15 CONCLUSÃO GERAL

Com base nos resultados obtidos foi possível concluir que:

- 1 - O consórcio berinjela-feijão caupi não influenciou significativamente a produtividade da cultura da berinjela em manejo orgânico no sistema de plantio direto, tornando-se uma alternativa para o agricultor na região de Seropédica-RJ.
- 2 - A cultura da berinjela responde a diferentes lâminas de irrigação afetando a produtividade comercial e total, não sendo observadas diferenças significativas no número de frutos por planta. A máxima produção comercial da cultura da berinjela estimada neste estudo foi de  $6,41 \text{ kg planta}^{-1}$  com uma lâmina total de 690,04 mm correspondendo a 107% da ETc, sendo essa produção correspondente a uma produtividade de  $65,41 \text{ Mg ha}^{-1}$  considerando uma densidade de  $10.204 \text{ plantas ha}^{-1}$ .
- 3 - A eficiência do uso da água (EUA) foi alterada em função do sistema de cultivo adotado consorciada e solteira).
- 4 - O plantio direto proporcionou uma economia na aplicação de água pela irrigação de 13,41% comparado com o sistema de plantio convencional, sendo esse efeito refletido nos coeficientes de cultivo calculados.
- 5 - Pode-se adotar os coeficientes de cultivo (kc) da cultura da berinjela proposta pela FAO para o sistema de cultivo convencional desde que realize as correções diária.
- 6 - As máximas eficiências do uso da água (considerando irrigação+precipitação) foram de  $8,17 \text{ kg m}^{-3}$  e de  $7,66 \text{ kg m}^{-3}$ , para o PD (acrescido de palha) e PC, respectivamente.
- 7 - A análise de crescimento evidenciou diferenças expressivas da cultura da berinjela para os sistemas de cultivo adotados.



## 16 REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

- AGUIAR NETTO, A.O.; RODRIGUES, J.D.; PINHO, S.Z. Análise de crescimento na cultura da batata submetida a diferentes laminas de irrigação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 5, p. 901-907, 2000.
- AGUIAR, J.V. de. **A Função de Produção na Agricultura Irrigada**. Fortaleza: Imprensa Universitária, 2005. 196p.
- ALEXANDRIS, S.; KERKIDES, P. New empirical formula for hourly estimations of reference evapotranspiration. **Agricultural Water Management**. Amsterdam, v.60. p.157-180, 2003.
- ALLEN, R.G.; PEREIRA, L.S.; RAES, D., SMITH, M. Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements. Rome: FAO, 1998. **Irrigation and Drainage Paper**, 56. 300p.
- ALLEN, R.G., NSEN, M.E., WRIGHT, J.L. et al. Operational estimates of reference evaporation. **Agronomy Journal**, Madison, v. 81, p. 650-662, 1989.
- ALMEIDA, D.L; GUERRA, J.G. M.; RIBEIRO, R.L.D. **Sistema integrado de produção agroecológica: uma experiência de pesquisa em agricultura orgânica**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, (Documento 169), 2003. 39p.
- ALMEIDA, D.L.; AZEVEDO, M.S.F.R; CARDOSO, M.O.; DE-POLLI, H.; GUERRA, J.G.M; MEDEIROS, C.A.B.; NEVES, M.C.P.; NUNES, M.U.C; RODRIGUES, H.R.; SAMINEZ, T.CO., VIEIRA, R.C.M. **Agricultura Orgânica: Instrumento para a Sustentabilidade dos Sistemas de Produção e Valoração de Produtos Agropecuários**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, dez. 2000. 22p. (Embrapa Agrobiologia. Documentos, 122).
- ALVAREZ, R. C. F.; RODRIGUES, J.D.; MARUBSYASHI, O.M.; ALVAREZ, A.C.C.; CRUSCIOL, C.A.C. Análise de crescimento de duas cultivares de amendoim (*Arachis hypogaea* L.). **Acta Science Agrononica**, Maringá, v. 27, n. 4, p. 611-616, Oct./Dec., 2005.
- ANDRADE JUNIOR, A.S.; RODRIGUES, B.H.N.; FRIZZONE, J.A.; CARDOSO, M.J.; BASTOS, E.A.; MELO, F.B.; Níveis de irrigação na cultura do feijão caupi. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.6, n.1, p.17-20, 2002.
- ANDRADE, C.L.T.; COELHO, E.F.; COUTO, L.; SILVA, E.L. Manejo da Irrigação. Parâmetros de solo-água para engenharia de irrigação e ambiental. XXVII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, p. 1-45. Poços de Caldas, MG, 1998.
- ANDRIOLO, J.L.; ESPINDOLA, M.C.G.; STEFANELLO, M.O. Crescimento e desenvolvimento de plantas de alface provenientes de mudas com diferentes idades fisiológicas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.33, n.1, p.35-40, 2003.
- ANGELOCCI, L.R. **Água na planta e trocas gasosas/energéticas com a atmosfera: Introdução ao tratamento biofísico**. Piracicaba, Edição do Autor, 2002. 272p.
- ANTONINI, A.C.C.; ROBLES, W.G.R.; TESSARIOLI NETO, J.; KLUGE, R.A. Capacidade produtiva de cultivares de berinjela. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 4, p. 646-648, dezembro 2002.

Anvisa - Resoluções: 43 (20/02/2002); 115 (19/07/2002); 2266 (27/11/2002) 93 (16/05/2003); 153 (20/08/2003). Disponível em: <<http://www.anvisa.gov.br>> acesso em: out/2007.

ARAÚJO, W.F.; SAMPAIO, R.A.; MEDEIROS, R.D. Irrigação e adubação nitrogenada em milho. **Scientia Agrícola**, Piracicaba. v.56, n.4. p.909-914. 1999.

BACCHI, O.O.S.; REICHARDT, K.; CALVACHE, M. Sondas de neutrones y gamma y sus aplicaciones en agronomia. Viena: **International Atomic Energy Agency**, 1998. 94p. (Curso de Treinamento).

BARBOSA Z; BAHIA V.G; PAULA M.B. Atuação da biota do solo na formação e estabilização de agregados e na estruturação dos solos, influenciando o controle da erosão. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, 19: 59-65. 1998.

BARNES, D. K. Managing root systems for efficiency water use: breeding plants for efficient water use. In: TAYLOR, H.M.; JORDAN, W.R.; SINCLAIR, T.R. (ed) **Limitations to efficient use in crop production**. Madison, WI, ASA. 127-135pp. 1983.

BARONI, E.A.; NATALI, M.R.M.; BATISTA, M.R.; SANTOS, E.R. Efeito da berinjela (*Solanum melongena*) nos lipídeos plasmáticos e na morfologia do fígado de coelhos hipercolesterolêmicos. **International Journal of Morphology**, v. 22, n. 1, p. 35-101, 2004.

BEESE, F.; HORTON, R.; WIERENGA, P.J. Growth and yield response of chile pepper to trickle irrigation. **Agronomy Journal**, v.74, p.556 - 561, 1982.

BEIRSDORF, M.I.C.; MOTA, F.S. Evapotranspiração do arroz irrigado em Pelotas, Rio Grande do Sul. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 28, p. 1329-1334, 1976.

BELTRÁN, J.M. **Drenaje Agrícola**. Madrid: Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación. Cidade; Intituto Nacional de Reforma y Desarrollo Agrario, 1986. 239 p. (Manual Técnico, 5).

BENINCASA, M.M.P. **Análise de crescimento de plantas (noções básicas)**. 2. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2003. 41p.

BERGAMASCHI, H.; VIEIRA, H.J.; OMETTO, J.C.; ANGELOCCI, L.R.; LIBARDI, P.L. Deficiência hídrica em feijoeiro. I. Análise de crescimento e fenologia. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.23, n.7, p.733-743, jul. 1988.

BERNARDO, S. **Manual de irrigação**. Viçosa, MG: UFV, 1995. 657p. 6ª edição.

BERNARDO, S.; SOUSA, E.F.; CARVALHO, J.A. Estimativa da evapotranspiração de referência (ET<sub>o</sub>), para as “áreas de baixada e de tabuleiros” da região Norte Fluminense. Campos dos Goytacazes: UENF - **Boletim Técnico**, 1996, 14 p.

BISCARO, G. A., LEAL FILHO, O. M., ZONTA, T.T., MENDONÇA, V.; MAIA, S.M. Adubação fosfatada na cultura do jiló irrigado nas condições de Cassilândia-MS. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 21, Supl. 1, p. 69-74, dez/2008.

BIZARI, D. R. **Diferentes sistemas de cultivo na economia de água produtividade do feijão de inverno irrigado**. Dissertação (mestrado) UNESP, Campinas-SP, 2007

BONIN, V. Reguladores de crescimento, florescimento e frutificação da berinjela (*Solanum melongena* L.). In: CASALI, V. W. D. (Coord.). **Seminários de olericultura**. Viçosa: UFV, 1988. v. 15, p.38-57.

BRANDELERO E.; PEIXOTO, C.P.M.; SANTOS, J.M.B.; MORAES, J.C.C., PEIXOTO, M. F.S.P.; SILVA, V. Índices fisiológicos e rendimento de cultivares de soja no Recôncavo Baiano. **Magistra**, v.14, p. 77-88, 2002.

BURMAN, R., POCHOP, L.O. **Evaporation, evapotranspiration and climatic data**, 2 ed. Amsterdam, Elsevier, 1994.

BURMAN, R.D., NIXON, P.R., WRIGHT, J.L. et al. O. Water Requeriments. IN : JENSEN, M. E. ed. **Design and operation of farm irrigation systems** . St. Joseph : ASAE, 1983. cap. 6, p. 189-232.

CÂMARA, M. J. T.; NEGREIROS, M.Z.; MEDEIROS, J.F.; NETO, F.B.; JUNIOR, A.P.B. Produção e qualidade de melão amarelo influenciado por coberturas do solo e lâminas de irrigação no período chuvoso. **Ciências Rural**, Santa Maria, v.37, n.1, p.58-63, jan-fev, 2007.

CAMARGO, A.M.P.; CASER, D.V.; CAMARGO FILHO, W.P.; CAMARGO, F.P.; COELHO, P.J. Área cultivada com agricultura orgânica no estado de São Paulo, 2004. **Informações Econômicas**, SP, v.36, n.3, p.33-62, 2006.

CAMARGO, A.M.P.; CAMARGO, M.B.P. Definição e esquematização das fases fenológicas do cafeeiro arábica nas condições tropicais do Brasil. **Bragantia**, Campinas-SP, 60: 65-68. 2001.

CARDOSO, G. D.; ALVES, P.L.C.A.; BELTRÃO, N.E.M.; BARRETO, A.F. Uso da análise de crescimento não destrutiva como ferramenta para avaliação de cultivares. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**. Vol. 6, nº 2 – 2º semestre 2006, Universidade Estadual da Paraíba, . ISSN 1519-5228.

CARLESSO, R. Absorção de água pelas plantas: água disponível versus extraível e a produtividade das culturas. **Ciências Rural**, Santa Maria, n.1, p. 183-188, 1995.

CARVALHO, D.F., SILVA, L.D.B., GUERRA, J.G.M., CRUZ, F.A., SOUZA, A.P. Instalação, calibração e funcionamento de um lisímetro de pesagem. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal. v.27, n.2, p.363 - 372, 2007.

CARVALHO, D.F; SILVA, L.D.D.; FOLEGATTI, M.V.; COSTA, J.R.; CRUZ, F.A.. Avaliação da evapotranspiração de referência na região de Seropédica-RJ utilizando lisímetro de pesagem. **Revista Brasileira Agrometeorologia**, Santa Maria, v.14, n.1, p.97-105, 2006.

CARVALHO, J.A.; SANTANA, M.J.; PEREIRA, G.M.; PEREIRA, J.R.D.; QUEIROZ, T.M. Níveis de déficit hídrico em diferentes estádios fenológicos da cultura da berinjela (*Solanum melongena* L.). **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 24, n. 2, p. 320-327, maio/ago, 2004.

CASSEL, D.K.; NIELSEN, D.R.; Field capacity and available water capacity: In: KLUTE, A. (Ed.) *Methods of soil analysis*. Madison: American Society of Agronomy, Soil Science Society of América. 1986. pt 1: Physical and mineralogical methods, p. 901-926.

CASTRO, M. C.; ALMEIDA, D.L.; RIBEIRO, R.L.D.; CARVALHO, J.F. Plantio direto, adubação verde e suplementação com esterco de aves na produção orgânica de berinjela. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.40, n.5, p.495-502, maio 2005.

CASTRO, M. C.; ALVES, B. J. R.; ALMEIDA, D. L.; RIBEIRO, R. L. D. Adubação verde como fonte de nitrogênio para a cultura da berinjela em sistema orgânico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, n.8, p. 779-785, ago. 2004.

CHOUDHURY, E.N.; MILLAR, A. A. Retenção e movimento de água em latossolo vermelho-amarelo irrigado de Petrolina (PE). **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Campinas, v.7, 1983. p.21-26.

CHRISTOFIDIS, D. A água e a crise alimentar. <http://www.iica.org.br/Aguatab/Demetrios%20Christofidis/P2TB01.htm>. 1997. Fev. 2002.

- COELHO, E.F.; SOUZA, V.A.B de; CONCEIÇÃO, M.A.F; DUARTE, J. de O. Comportamento da cultura do tomateiro sob quatro regimes de irrigação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v.29, n.12, p.1959-1968, 1994.
- COELHO, E. F.; SOUZA, V. A. B.; CONCEIÇÃO, M. A. F. Comportamento da cultura da cebola em três regimes de irrigação e cinco espaçamentos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.31, n.8, p.585-591, agosto 1996.
- COSTA, M. da. et al. Modelos de determinação não destrutiva da área foliar da berinjela cultivada em estufa plástica. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 15., 2007, Aracaju-SE. **Anais...** Aracaju: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 2007. CD-ROOM.
- COSTA, R.N.T.; VASCONCELOS, J.P.; SILVA L.A.; NESS, R.L.L. Interferência do excesso de água no solo e componentes de produção em beterraba. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.26, p.074-077, 2008.
- CRUCIANI, D.E. Caracterização agrônômica de coeficientes de drenagem para elaboração de projetos. In: Simpósio Brasileiro de Hidrologia e Recursos Hídricos, 4, 1981, Fortaleza. **Anais...**Fortaleza: ABRH, 1981. p.500-514.
- CRUZ, F.A. **Instalação e calibração de lisímetro de pesagem e determinação da evapotranspiração de referência para a região de Seropédica-RJ**. Seropédica, RJ, Dissertação (mestrado) 56f. 2005. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – UFRRJ.
- DALMAGO, G.A.; BERGAMASCHI, H.; BERGONCI, J.I.; BIANCHI, C.A.M.; HECKLER, B.M.M. Evapotranspiration in maize crops as function of soil tillage systems. In: INTERNATIONAL SOIL CONSERVATION ORGANISATION CONFERENCE, 13., 2004, Brisbane. **Conference Proceedings...** Brisbane: Australian Society of Soil Science Incorporated and International Erosion Control Association, 2004. p.1-4 (Paper n. 780).
- DAO, T.H. Tillage and winter wheat residue management effects on water infiltration and storage. **Soil Soc. Am. J.**, v.57, p.1586-1595, 1993.
- DAROLT, M. R. **As dimensões da sustentabilidade: Um estudo da agricultura orgânica na região metropolitana de Curitiba - PR**. Curitiba, 2000. Tese de Doutorado em Meio Ambiente e Desenvolvimento, Universidade Federal do Paraná/Paris VII. 310 p.
- DERIVI, S.C.N.; MENDEZ, M.H.M.; FRANCISCONI, A.D.; SILVA, C.S.; CASTRO, A.F.; LUZ, D.P. Efeito hipoglicêmico de rações à base de berinjela (*Solanum melongena*, L) em ratos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.22, n.2, p.164-169, 2002.
- DERPSCH, R.; SIDIRAS, N. ROTH, C.H. Results of studies made from 1977 to 1984 to control erosion by cover and no-tillage techniques in Parana, Brasil. **Soil & Tillage Research**, v.8, p.253-263, 1986.
- DONG WANG, D.; YATES, S.R. & ERNST, F.F. Determining soil hydraulic properties using tension infiltrometers, time domain reflectometry, and tensiometers. **Soil Sci. Soc. Am. J.**, v.62, p.318-325, 1998.
- DOORENBOS, J. & A.H. KASSAN. 1979. Yield response to water. FAO, Rome. 193 p. (Irrigation and Drainage Paper 33).
- DOORENBOS, J.; PRUITT, J. O. Guidelines for predicting crop water requirements. Rome, FAO, 1977. 179p. (**FAO Irrigation and Drainage Paper**, nº 24).

DRESCH, L. et al. Consumo água da berinjela em estufa plástica. In. JORNADA ACADÊMICA INTEGRADA, 14., 1999, Santa Maria, RS. **Anais...**, PRPGP/UFMS, 1999. p.504.

DUARTE, G.R.B. **Consumo hídrico da berinjela (*Solanum Melongena L.*) em ambiente protegido: medida e estimativa através de métodos combinados**. Pelotas: Universidade Federal de Pelotas, 2002. 73p. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Curso de Pós-Graduação em Agronomia. Pelotas – RS. 2002.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro, 1997. 212 p.

ERTEK, A.; SENSOY, S.; KUÇUKYUMUK, C.; GEDIK, I. Determination of plant-pan coefficients for field-grown eggplant (*Solanum melongena L.*) using class A pan evaporation values. **Agricultural Water Management**, Amsterdam, v.85, p.58-66, 2006.

ESPINDOLA, J.A.A.; GUERRA, J.G.M.; ALMEIDA, D.L.; TEIXEIRA, M.G.; URQUIAGA, S. Evaluation of perennial herbaceous legumes with different phosphorus sources and levels in a Brazilian Ultisol. **Renewable Agriculture an Food Systems**, Wallingford, v.20, n.1, p.56-62, 2005.

ESPÍNDOLA, J. A. A.; ALMEIDA, D. L.; MENEZES, E. L.; GUERRA, J. G. M; NEVES, M. C. P.; FERNANDES, M. C. A.; RIBEIRO, R. L. D.; ASSIS, R. L.; PEIXOTO, R. T. G.. Boas Práticas de Produção Orgânica Vegetal na Agricultura Familiar. In: NETO, F.N.(organizador). **Recomendações Básicas para a Aplicação das Boas Práticas Agropecuárias e de Fabricação na Agricultura Familiar**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2006. 117-128p.

FARIA, R.T.; COSTA, A.C. **Tensiômetro: construção, instalação e utilização; um aparelho simples para se determinar quando irrigar**. Londrina: IAPAR, 1987. 24p. Il. (IAPAR, circular, 56).

FEIDEN, A. **Conversão de Sistemas de Produção Convencionais para Sistemas de Produção Orgânicos**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 20p. (Embrapa Agrobiologia. Documentos, 139), dez. 2001.

FELTRIMAL, A.L.; CECÍLIO FILHO, A.B.; REZENDE, B.L. A; BARBOSA, J.C. Crescimento e acúmulo de macronutrientes em chicória coberta e não coberta com polipropileno. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.26, p.050-055. 2008.

FERREIRA, F.A.; PEDROSA, J.F.; ALVARENGA, M.A.R. Melão: cultivares e métodos culturais. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte-MG, v.8, n.85, p.26-28, 1982.

FERRERAS L.A.; DE BATTISTA J.J.; AUSILIO A.; PECORARI C. Parâmetros físicos del suelo en condiciones no perturbadas y bajo laboreo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, 36: 161-170, 2001.

FHECHA, P.A.N. **Sensibilidade das culturas da batata (*Solanum tuberosum L.*) a da alface (*Lactuca sativa.*) ao excesso de água no solo**. Piracicaba, 2004. 68p. Dissertação (mestrado). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz.

FIGUERÊDO, S.F. **Estabelecimento do momento de irrigação com base na tensão de água no solo para a cultura do feijoeiro**. 1998. 94 f. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1998.

FILGUEIRA, F.A.R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa-MG, 2ª ed., UFV, 2003.

- FOLEGATTI, M.V.; SILVA, T.J.A.; CASARINI, E. O manejo da irrigação como elemento essencial na utilização racional dos recursos hídricos. In THAME, L. C. M. (Ed.). *A COBRANÇA PELO USO DA ÁGUA NA AGRICULTURA*. Embu: IQUAL Editora, 2004. p. 213-219.
- FONTES, P.C.R.; DIAS, E.N.; SILVA, D.J.H. Dinâmica do crescimento, distribuição de matéria seca na planta e produção de pimentão em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.23, n.1, p.94-99, jan./mar. 2005.
- FRANKE, A.E.; MARTINI, L.C.P.; KONING, O.; POZZEBON, E.; LIBERALESSO, R.A. Efeito da irrigação no rendimento e na qualidade dos tubérculos na cultura da batata (*Solanum tuberosum* L.). **Revista Ceres**, Viçosa, v.41, n.236, p.367-78, 1994.
- FRANZLUEBBERS, A.J. Water infiltration and soil structure related to organic matter and its stratification with depth. **Soil Till.** v.66, p.197-205, 2002.
- GALLARDO, M.; JAKSON, L.E.; SCHULBACH, K.; SNYDER, R.L.; THOMPSON, R.B.; WYLAND, L.J. Production and water use in lettuces under variable water supply. **Irrigation Science**, Springer Berlin/Heidelberg. v.16, p.125-137, 1996.
- GAVA, G. J. C.; TRIVELIN, P. C. O.; OLIVEIRA, M. W. Growth and accumulation of nitrogen by sugarcane cultivated in soil covered with cane trash. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.36, n.11, p. 1347- 1354, nov. 2001.
- GOLDBERG, D.; TEIXEIRA, A. S. **Drip irrigation: principles and agricultural practices**. Kfar Shamaryahu/Israel: Ed. Drip Irrigation Scientific Publications. 300p. 1976.
- GOMES, T.M.; BOTREL, T.A.; MODOLO, V.A.; OLIVEIRA, R.F. Aplicação de CO<sub>2</sub> via água de irrigação na cultura da alface. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.23, n.2, p.316-319, abr-jun 2005.
- GONÇALVES, M. C. R., DINIZ, M. F. F. M., BORBA, J. D. C., NUNES, X. P., BARBOSA-FILHO, J. M. Berinjela (*Solanum melongena* L.) – mito ou realidade no combate as dislipidemias? **Brazilian Journal of Pharmacognosy**, v.16, n.2, p.252-257, 2006.
- HAAG, H. P.; MINAMI, K. **Nutrição mineral em hortaliças**. 2. Ed. Campinas: Fundação Cargil, 1988. 538 p.
- HANKS, R. J.; HILL, R. W. **Modeling crop responses to irrigation in relation to soils, climate and salinity**. Utah, International irrigation Information Center, 1980, 66p. (Publication, 6).
- HEGDE, D. M. **Nutrient requirements of solanaceous vegetable crops**. Food & Fertilizer Technology Center. Maharashtra, 1997.
- HODGES, T.F. **Predicting crop phenology**. Boca Raton: CRC, 1991. 233p.
- HUNT, R. Plant growth analysis. London, Edward Arnold, 1978. 69p.
- HUNT, R. Plants growth curves – The functional to plant growth analysis. Editora Edward Londres, 247 pp. 1982.
- IMTIYAZ, M.; MGADLA, N.P.; MANASE, S.K.; CHENDO, K.; MOTHABI, E.O.. Yield and economic return of vegetable crops under variable irrigation. **Irrigation Science**, Springer Berlin/Heidelberg. v.19, p.87-93, 2000.
- JORGE, P. A. R.; NEYRA, L. C., OSAKI, R. M., ALMEIDA, E., BRAGAGNOLO, N. Efeito da berinjela sobre os lípides plasmáticos, a peroxidação lipídica e a reversão da

disfunção endotelial na hipercolesterolemia experimental. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v.70, n.2, p.87-91, 1998.

KASHYAP, P.S.; PANDA, R.K. Evaluation of evapotranspiration estimation methods and development of crop-coefficients for potato crop in a sub-humid region. **Agricultural Water Management**. Amsterdam. v.50, n.1. p.9-25, 2001.

KEMBLE, J. M., SIKORA, E.J., SIMONNE, E.H., ZEHNDER, G.W., PATTERSON, M.G., Guide to Commercial Eggplant Production. Agronomy and Soils, all at Auburn Univ. ANR-1098, 1998.

KEMPER, W.D.; CHEPIL, W.S. Size distribution of aggregates. In: BLACK, C.A.; EVANS, D.D.; WHITW, J.L.; ENSMINGER, L.E.; CLARK, F.E. (Ed.). *Methods of soil analysis: physical and mineralogical properties, including statistics of measurement and sampling*. Madison: **American Society of Agronomy**, Part 1 p.499-510, 1965

KIEHL, E.J. **Manual de edafologia, relações solo-planta**. Editora Agrônica Ceres, São Paulo, 1979, 262p.

KLAR, A.E.A. **A água no sistema solo-planta-atmosfera**. São Paulo. Nobel. 408p. 1984.

KOECH, E.K.; WHITBREAD, R. Disease incidence and severity on beans in alleys between leucaena hedgerows in Kenya. **Agroforestry Systems**, v.49, p.85-101, 2000.

KUNZ, J.H.; BERGONCI, J.I.; BERGAMASCHI, H. DALMAGO, G.A., HECKLER, B.M.; COMIRAN, F. Uso da radiação solar pelo milho sob diferentes preparos do solo, espaçamento e disponibilidade hídrica. **Pesquisa agropecuária Brasileira**, Brasília, v.42, n.11, p.1511-1520, nov. 2007.

KVET, J.; ONDOCK, J.P.; NECAS, J.; JARVIS, P.G. Methods of growth analysis. In: SESTÁK, Z.; CATSKÝ, J.; JAVIS, P.G. (Ed.). *Plant photosynthetic production: Manúal of methods*. **The Hague**: 1971. p.341-391.

LAMPKIN, N.H.; PADEL, S. Agricultural policy in westem Europe: an overview. In: *The economics of organic farming*: **CAB International**, p.437-456, 1994.

LAWSON, T.L.; KANG, B.T. Yield of maize and cowpea in alley cropping system in relation to available light. **Agricultural and Forest Meteorology**, v.52, p.347-357, 1990.

LEME, E.J.A. **Otimização da irrigação da cana-de-açúcar via coeficientes culturais, função de produção e programação dinâmica**. São Carlos, 1991. 339p. (Doutorado – UFSCar).

LESSA, L.S. **Avaliação agronômica, seleção simultânea de caracteres múltiplos em híbridos diplóides (aa) e desempenho fisiológico de cultivares de bananeira** . 2007. 92 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) – Centro de Ciências Agrárias e Ambientais. Universidade Federal da Bahia, Salvador.

LIMA, R.C.M.; STAMFORD, N.P.; SANTOS, E.R.S.; DIAS, S.H.L. Rendimento da alface e atributos químicos de um Latossolo em função da aplicação de biofertilizantes de rochas com fósforo e potássio. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 25,n. 2, p. 224-229, 2007.

LOVELLI, S.; PERNIOLA, M.; FERRARA, A.; TOMMASO, T. Di; Yield response factor to water (ky) and water use efficiency of *Carthamus tinctorius* L. and *Solanum melongena* L. **Agricultural Water Management**, Amsterdam, v.92, p. 73-80, 2007.

LUENGO, R.F.A.; JUNQUEIRA, A. **Distribuição de hortaliças no Brasil**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 1999. 7p. (Circular Técnica, 16).

- MACÊDO, L.S.; ALVARENGA, M.A.R. Efeito de lâminas de água e fertirrigação potássica sobre o crescimento, produção e qualidade do tomate em ambiente protegido. **Ciências Agrotecnologia**, Lavras, v.29, n.2, p.296-304, mar./abr., 2005
- MALAVOLTA, E. **Manual de calagem e adubação das principais culturas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1987. 496p.
- MALAVOLTA, E.; HAAG, H. P.; MELLO, F. A. F.; BRASIL SOBRO, M. O. C. **Nutrição mineral e adubação de plantas cultivadas**. São Paulo: Pioneira, 1974. 752p.
- MALDANER, I.C.; GUSE, F.I.; STRECK, N.A.; HELDWEIN, A.B.; LUCAS, D.D.P.; LOOSE, L.H. Filocrono, área foliar e produtividade de frutos de berinjela conduzidas com uma e duas hastes por planta em estufa plástica. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.39, n.3, p.671-677, mai-jun, 2009.
- MALDANER, I. C.; RADONS, S. Z.; WEBLER, A. R. COSTA, M. L.; PIVETTA, C. R.; Heldwein, A. B. Evapotranspiração máxima e coeficiente de cultura de berinjela cultivada em estufa plástica. In: Anais XV Congresso Brasileiro de Agrometeorologia. CD ROM. Aracaju – SE, 2007.
- MAROUELLI, W.A., SILVA, W.L.C. Frequência de irrigação por gotejamento durante o estágio vegetativo do tomateiro para processamento industrial. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.40, n.7, p.661-666, jul. 2005
- MAROUELLI, W.A., SILVA, W.L.C., SILVA, H. R. **Irrigação por aspersão em hortaliças: qualidade da água, aspectos do sistema e método prático de manejo**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica: Embrapa Hortaliças, 2001. 111p.
- MAROUELLI, W.A.; SILVA, W.L. C.; MORETTI, C.L. Production, quality and water use efficiency of processing tomato as affected by the final irrigation timing. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.22, n.2, p.226-231, abril-junho 2004.
- MEDEIROS, S. S.; SOARES, A.A.; RAMOS M.M.; MANTOVANI, E.C.; SOUZA, J.A.A. Avaliação do manejo de irrigação no perímetro irrigado de Pirapora MG. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB. v.7, n.1, p.80-84, 2003.
- MENDONÇA, J.C.; SOUSA, E.F.; BERNARDO, S.; DIAS, G.P.; GRIPPA, S. Comparação entre métodos de estimativa da evapotranspiração de referência (ET<sub>o</sub>) na região Norte Fluminense, RJ. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, PB. v.7, n.2, p.275-279, 2003.
- MENDONÇA, J.C.; SOUSA, E.F.; BERNARDO, S.; SUGAWARA, M.T.; PEÇANHA, A.L.; GOTTARDO, R.D. Determinação do coeficiente cultural (kc) do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, PB, v.11, n.5, p.471, 2007.
- MINGOTI, R.; FLECHA, P.A.N., DUARTE, S.N. Efeito de velocidades de rebaixamento do nível freático em diferentes períodos de desenvolvimento da cultura da alface. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB, v.10, n.1, p.10-16, mar. 2006.
- MIYAZAWA, M., KHATOUNIAN, C.A. & ODENATH-PENHA, L.A. Teor de nitrato nas folhas de Alface produzida em cultivo convencional, orgânico e hidropônico. **Agroecologia Hoje**. Ano II. N. 7, Fev./Mar. 2001, p.23.
- MONTE, J.A. **Manejo da Irrigação na cultura do tomateiro em campo na região de Seropédica-RJ**. Seropédica-RJ: Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. 2007. 52 p. (Dissertação de mestrado).



- MONTE, J.A., SOUZA, A.P., CARVALHO, D.F., PIMENTEL, C. Influência do turno de rega no crescimento e produção do tomateiro de verão, em Seropédica-RJ. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF v.27, p.212 - 217, 2009.
- MOREIRA, J.A.A. & STONE, L.F. Sistema radicular do feijoeiro afetado pelo preparo do solo e pela lâmina de irrigação. p.1746-1748. In **Congresso Brasileiro de Ciência do Solo**, 25, Viçosa-MG. 2429p. Resumos. 1995.
- MOREIRA, R.M. **Transição agroecológica: conceitos, bases sociais e a localidade de Botucatu/SP – Brasil**. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Agrícola. Campinas, SP: [s.n.], 2003
- MORGAN, K.T.; PARSONS, L.R.; WHEATON, T.A. Comparison of laboratory – and field – derived soil water retention curves for a fine sand soil using tensiometric resistance and capacitance methods. **Plant and Soil**, Dordrecht, v.234, n.2, p.153-157, 2001.
- MOURA, D.C.M.; CARVALHO, J.A.; GOMES, L.A.A. Evapotranspiração da cultura da berinjela (*Solanum melongena* L.) irrigada com diferentes concentrações de sais na água. **Revista Engenharia Rural**, Piracicaba, v.15, n. único, p1-6, 2004.
- NASCIMENTO, J.L.; STONE, L.F.; OLIVEIRA, L.F.C. Demanda total de água do feijoeiro nos sistemas de plantio convencional e direto. **Pesquisa Agorpecuaria Tropical**, 31(2): 159-161, 2001.
- NERDERHOFF, E.M.; RIJSDIJK, A.A.; GRAAF, R. Leaf conductance and rate of crop transpiration of greenhouse grown sweet pepper (*Capsicum annum* L.) as affected by carbon dioxide. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v.52, p.283-301, 1992.
- NUEZ, F.; PROHENS, J.; VLACÂRCEL, J. V.; CÔRDOVA, P. F. **Coleccion de semillas de berrenejan del centro de conservación y mejora de la agrobiodiversidad valenciana**. MADRID/ESPAÑA. Ed. Instituto Nacional de Investigacion y Tecnologia Agrária y Alimenta. Ministério de Ciência y Tecnolgia. 95p. 2002. (Monografias INIA: AGRICOLA N. 11).
- OLIVEIRA NETO, D. H. **Necessidade hídrica, função de resposta e qualidade da beterraba (*Beta vulgaris* L.), sob diferentes lâminas de irrigação e coberturas do solo em sistema orgânico de cultivo**. Seropédica-RJ: Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. 2009. 120 p. (Dissertação de mestrado Fitotecnia - UFRRJ).
- OLIVEIRA, F.F. **Influência da Cobertura morta com palha de leguminosas e gramíneas no desempenho de alface (*Lactuca sativa*.) sob manejo orgânico**. Seropédica, RJ. 2005. 55p. Dissertação (Mestrado em Agronomia Ciência do Solo – UFRRJ)
- OLIVEIRA, F. L.; GUERRA, J.G.M.; JUNQUEIRA, R.M.; SILVA, E.E.; OLIVEIRA, F.F.; ESPINDOLA, J.A.A.; ALMEIDA, D.L.; RIBEIRO, R.L.D.; URQUIAGA, S. Crescimento e produtividade do inhame cultivado entre faixas de guandu em sistema orgânico. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF., Mar 2006, vol.24, no.1, p.53-58.
- ORTOLANI, A.A.; CAMARGO, M.B.P. Influência dos fatores climáticos na produção. In: Castro, P.R.C.; Ferreira, S.O.; Yamada, T. **Ecofisiologia da produção agrícola**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potássio e do Fosfato, p.71-81, 1987.
- PAULA, V. A. de; SCHUCK, M. R.; DUARTE, G.; DEIBLER, A.; ALDRIGHI, C. COSTA, A. V. da; MENDEZ, M. G. Evapotranspiração máxima e coeficiente de cultura da berinjela em ambiente protegido. In: **Anais XII Congresso de Iniciação Científica**. CD ROM. Pelotas – RS, 2003.

- PAZ, V. P. S.; TEODORO, R. E. F.; MENDOÇA, A. F. C. Recursos hídricos, agricultura irrigada e Meio ambiente. Comunicado Técnico. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.4, n.3, p.465-473, 2000 Campina Grande, PB, DEAg/UFPB.
- PELTON, W.L., KING, K.M., TANNER, C.B. An evaluation of the Thornthwaite and mean temperature methods for determining potential evapotranspiration. **Agronomy Journal**, Madison, v.52, p.387-395, 1960.
- PENMAN, H. L. Natural evaporation from open water, bare soil and grass. **Proceedings Royal Society of London**. Serie A, v. 193,p. 120-45, 1948.
- PEREIRA, A.R.; MACHADO, E.C. **Análise quantitativa do crescimento de comunidades vegetais**. Campinas, SP: Instituto Agronômico. 1987. 33p. (IAC Boletim técnico nº 114).
- PEREIRA, A.R.; VILLA NOVA, N.A.; SEDIYAMA, G.C. **Evapo(transpi)ração**. Piracicaba, SP: FEALQ, 1997. 183 p.
- PEREIRA, A.R.; SENTELHAS, P.C.; FOLEGATI, M.V.; VILLA NOVA, N.A.; MAGGIOTTO, S.R.; PEREIRA, F.A.C. Substantion of the daily FAO-56 reference evapotranspiration with data from automatic and convencional weather stations. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, RS, v.10, n.2, p.251-257, 2002.
- PEREIRA, A.R.; MACHADO, E.C. **Análise quantitativa do crescimento de comunidades vegetais**. Campinas : IAC, 1987. 33p. (IAC. Boletim Técnico, 114).
- PEREIRA, J. B. A. **Avaliação do crescimento, necessidade hídrica e eficiência no uso da água pela cultura do pimentão (*Capsicum anum* L), sob manejo orgânico nos sistema de plantio com preparo do solo e direto – Seropédica, RJ**. Seropédica, 2006. 129p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia). Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.
- PEREIRA, L. S.; ALLEN, R. G. Novas aproximações aos coeficientes culturais. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.16, n.4, p.118-143. 1997.
- PEREIRA, R. C. A.; VALENTIM SÁ, C. P.; SALES, F. de. **Efeito da cobertura do solo com amendoim forrageiro (*Arachis pintoii* e *Arachis glabata*) na produtividade de café no Acre**. Embrapa, Rio Branco, Brasil, 4p, 1987.
- PETRY, M.T.; ZIMMERMANN, F.L.; CARLESSO, R. MICHELON,C.J. KUNZ. Disponibilidade de água do solo ao milho cultivado sob sistemas de semeadura direta e preparo convencional. **Revista Brasileira de Ciências dos Solos**, Viçosas, MG. v.31, p.531-539, 2007.
- PIMENTEL, C. **A relação da planta com a água**. Seropédica, RJ: Edur, 2004. 191p.
- PIRES, R. C. M., SAKAI, E.; ARRUDA, F. B.; FOLEGATI, M. V. **Necessidades hídricas das culturas e manejo da irrigação**. In: MIRANDA, J.H., PIRES, R.C.M. Irrigação. Piracicaba: FUNEP, v.1, p.121-194, 2001.
- PIRES, R. C. M.; SAKAI, E.; ARRUDA, F. B. et al. Manejo da irrigação em hortaliças. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v.18, p.147-158, jul. 2000. Suplemento.
- PORTES, T.A.; CASTRO JUNIOR, L.G. Análise de crescimento de plantas: um programa computacional auxiliar. **Revista Brasileira Fisiologia Vegetal**. v.3 (1), p.53-56, 1991.
- QUINTÃO, E. C. R. Da berinjela às estatinas: uma viagem entre ficção e realidade. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia e Metabologia**, v.48, n.3, 2004.
- REICHARDT, K. **A água em sistemas agrícolas**. São Paulo: Manole, 1990. 188p.

- REICHARDT, K.; TIMM L.C. **Solo, Planta e Atmosfera: conceitos, processos e aplicações**. Barueri, SP. Ed. Manole, p.323-340, 2004.
- REINERT, D.J.; MUTTI, L.S.M.; ZAGO, A.; AZOLIN, M.A.D. & HOFFMANN, C.L. Efeito de diferentes métodos de preparo do solo sobre a estabilidade de agregados em solo Podzólico Vermelho-Amarelo. **Ciencia Rural**, Santa Maria, RS, v.14, p.19-25, 1984.
- RIBEIRO, C. S. C. da; BRUNE, S.; REIFSCHNEIDER, F. J. B. **Cultivo da berinjela (Solanum melongena L.)** Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 1998. 23 p. (Instruções Técnicas, 15).
- RITCHI, J. T. Soil water availability. **Plant and Soil**. Dordrecht, v.58, p.327-338, 1981.
- RODRIGUES, E. T. **Efeito das adubações orgânica e mineral sobre o acúmulo de nutrientes e sob o crescimento da alface (Lactuca sativa.)**. Viçosa, MG: UFV, 1990, 60p. Dissertação de mestrado.
- RODRIGUEZ, R. G., PRUSKI, F. F., NOVAES, L. F. DE, SILVA, D. D. DA, RAMOS M. M., TEXEIRA, A. F. "Impacto de vazões retiradas pela irrigação e pelos abastecimentos animal e humano na bacia do Paracatu". In: XVI **Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos**, João Pessoa, Nov. 2005
- SANTOS, C. A. B.; ESPINDOLA, J.A.A.; ROCHA, M.V.C.; ALMEIDA, D.L.; GUERRA, J.G.M.; RIBEIRO, R.L.D. **Plantio direto de Berinjela (Solanum melongena), sob manejo orgânico, em solo com cobertura viva permanente de gramínea e leguminosa. Seropédica-RJ**: Embrapa-Cnpab, 2006. 4p. (Embrapa Agrobiologia, Comunicado Técnico, 91).
- SANTOS, C.A.B.; ROCHA, M.V.C.; ESPINDOLA, J.A.A.; ALMEIDA, D.L. Plantio direto de berinjela (*Solanum melongena*), sob manejo orgânico, em cobertura viva permanente de gramínea e leguminosa. **Anais do Congresso Brasileiro de Agroecologia**, Florianópolis, Brasil, CD-Rom. 2005.
- SARKER, B.C., HARA, M., UEMURA, M. Proline synthesis, physiological responses and biomass yield of eggplants during and after repetitive soil moisture stress. **Scientia Horticulturae**. v.103, p.387-402. 2005
- SAURE, M.C. Blossom-end rot tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) - a calcium - or a stress-related disorder? **Scientia Horticulturae** v.90, p.193-208, 2001.
- SCHMIDT, C.P; BELFORD, R.K. Increasing the depth of soil disturbance increases yields of direct drilled wheat on the sandplain soil of Western Australia. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v.34, p.777-781, 1994.
- SECCO, D.; DA ROS, C.O.; SECCO, J.K. & FIORIN, J.E. Atributos físicos e produtividade de culturas em um Latossolo Vermelho argiloso sob diferentes sistemas de manejo. **Revista Brasileira Ciências do Solo**, Campinas, SP. v.29, p.407-414, 2005.
- SEDIYAMA, G. C.; RIBEIRO, A.; LEAL, B. G. Relações clima-água-plantas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 27, 1998. Poços de Caldas. Simpósio Manejo de Irrigação. Poços de Caldas: SBEA, 1998. p.46-85.
- SEDIYAMA, G.C. Estimativa da evapotranspiração: histórico, evolução e análise crítica. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, RS, v.4, n.1, p.i-xii, 1996.
- SGANZERLA, E. A cultura da berinjela. In: **Nova agricultura: a fascinante arte de cultivar com os plásticos**. Porto Alegre, Petroquímica Triunfo, 1990. p. 157-159.

- SILVA, A. M. S.; PINTO, H.S.; SCOPEL, M.; CORBEELS, M.; AFHOLDER, F. Dinâmica da água nas palhadas de milho, milheto e soja utilizadas em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.41, n.5, p.717-724, maio 2007.
- SILVA, E. L.; GERVÁSIO, E. S. uso do instrumento TDR para determinação do teor de água em diferentes camadas de um Latossolo Roxo Distrófico. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande – PB: v.3, n.3, p.417-420, 1999.
- SILVA, F. A. M.; PINTO, H.S.; SCOPEL, E.; CORBEELS, M.; FRANÇOIS, A. Dinâmica da água nas palhadas de milho, milheto e soja utilizadas em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.41, n.5, p.717-724, maio 2006.
- SILVA, F.C. **Determinação da evapotranspiração utilizando o método do balanço de energia e lisímetro de pesagem**. 2000. 72 f. Tese (Doutorado em Irrigação e Drenagem) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2000.
- SILVEIRA, P.M.; STONE, L.F. Profundidade de amostragem do solo sob plantio direto para avaliação de características químicas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.26, n.1, p.157- 62, 2002.
- SMITH, M. Report on the expert consultation on revision of FAO methodologies for crop water requirements. Rome: FAO, 1991. 45p.
- SOUSA, J. T. de; et al. Tratamento de esgotos sanitários por filtro lento, objetivando produzir efluente para reuso na agricultura, In: **Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental**, 9, João Pessoa, PB, v.1, T.1, p.317-327, Rio de Janeiro, ABES, 1998.
- SOUZA, L. D. **Estimativas e utilização da capacidade de campo**. 1989. 126 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – ESALQ, Piracicaba, SP, 1989.
- SOUZA, M. C. M. Certificação de produtos orgânicos e legislação pertinente. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.22, n.212, p.68-72, set/out.2001.
- STEWART, J. I.; HAGAN, R. M. Functions to predict effects of crop water deficits. Journal of the Irrigation and Drainage Division, New York, v.99 (IR4), p.421-439, 1973.
- STONE, L. F. MOREIRA, J. A. A. Efeitos de sistemas de preparo do solo no uso da água e na produtividade do feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 4, p. 835, abril 2000.
- STRECK, L.; HELDWEIN, G.A; BURIOL, G.A. DALMAGO, G. Evapotranspiração máxima e coeficiente de cultura da abóbora italiana em estufa plástica. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.11, n.1, p.43-52, 2003.
- SUN, W., WANG, D., WU, Z.; ZHI, J. Seasonal change of fruit setting in eggplants (*Solanum melongena* L.) caused by different climatic conditions. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 44, n. 1/2, p.55-9, 1990.
- TEXEIRA, C.F.A.; MORAES, S.O.; SIMONETE, M.A. Desempenho do tensiômetro, TDR e sonda de nêutrons na determinação da umidade e condutividade hidráulica do solo. **Revista Brasileira Ciências do Solo**, Viçosas, MG, v.29, p.161-168, 2005.
- TOPP, G. C.; DAVIS, J. L.; ANNAN, A. P. Electromagnetic determination of soil water content: measurements in coaxial transmission lines. **Water Resources Research**, Las Cruces, v.16, n.3, p.574-582, 1980.

- TORMENA, C.A.; ROLOFF, G.; SÁ, J.C.M. Propriedades físicas do solo sob plantio direto influenciadas por calagem, preparo inicial e tráfego. **Revista Brasileira Ciências do Solo**, Viçosa, MG, 22:301-309, 1998.
- URCHEI, M. A.; RODRIGUES, J. D.; STONE, L. F. Análise de crescimento de duas cultivares de feijoeiro sob irrigação, em plantio direto e preparo convencional. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v.35, n.3. p.497-506, março, 2000.
- VIEIRA, A. R. R. **Influência da deficiência hídrica do solo nos parâmetros vegetativos e produtivos da berinjela (*Solanum melongena* L.)**. 1994. 134p. Tese (Doutorado em Agronomia)-Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba.
- VIEIRA, D. B. **Estudo da irrigação por gotejamento na cultura da berinjela (*Solanum melongena* L.)**. Limeira, 1973. 80p. Tese (Doutorado – Universidade Estadual de Campinas).
- WILHELM, W.W.; McMASTER, G.S. Importance of the phyllochron in studying development and growth in grasses. **Crop Science**, v.35, n.1, p.1-3, 1995.
- WUTKE, E. B.; ARRUDA, F. B.; FANCELLI, A. L.; PEREIRA, J. C. V. N. A.; SAKAI, E.; FUJIWARA, M.; AMBROSANO, G. M. B. Propriedades do solo e sistema radicular do feijoeiro irrigado em rotação de culturas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa - MG, v.24, n.3, p.621-33, 2000.
- YANG, X. The microclimate and transpiration of greenhouse cucumber crop. *American Society of Agricultural Engineers*, St. Joseph, v.32, n.6, p.2143-2150, 1989.
- YODER, R. E. A direct method of aggregate analysis of soil and study of the physical nature of erosion losses. **Journal of the American Society of Agronomy**, v.28, p.337-357, 1936.
- YUSSEF, M.; WILLER, H. (Eds.) **The world of organic agriculture: statistics and future prospects**. 5<sup>th</sup> rev.ed. [S.l]: IFOAM Publication, Feb. 2003. 130 p.
- ZEGELIN, S. L.; WHITE, I.; RUSSELL, G. F. A critique of the Time-Domain Reflectometry technique for determining field soil water content. In: Topp, G C.; Reynolds, W. O.; Green, R. E. (eds). *Advances in measurements of soil physical properties: Bringing theory into practice*. Madison, 1992, p.187-208.