

UFRRJ
INSTITUTO DE AGRONOMIA
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA

DISSERTAÇÃO

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

Dionízio Honório de Oliveira Neto

2009



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

**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**

DIONÍZIO HONÓRIO DE OLIVEIRA NETO

Sob a Orientação do Professor

Daniel Fonseca de Carvalho

e Co-orientação do Pesquisador

José Guilherme Marinho Guerra

e do Professor

Leonardo Duarte Batista da Silva

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências**, no curso de Pós-Graduação em Fitotecnia.

Seropédica, RJ

Fevereiro de 2009

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

DIONÍZIO HONÓRIO DE OLIVEIRA NETO

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

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 16/02/2009

Daniel Fonseca de Carvalho. Dr. UFRRJ
(Orientador)

Raul de Lucena Duarte Ribeiro. PhD. UFRRJ

Luiz Fernando Coutinho de Oliveira. Dr. UFLA

DEDICATORIA

*“Na caminhada trocamos nossos sapatos,
as solas se gastam com tanto atrito.*

*A alma não se troca,
no entanto se gasta como as solas do sapato.
Às pessoas que dedico esta pequena contribuição,
são aquelas que repararam minha alma
evitando que esta se desgastasse
e dela eu me cansasse.*

*Cada uma do seu jeito, como artesões inconsciente,
colaram e costuraram com destreza,
todos as injúrias conquistadas na minha alma.
Sem que eu percebesse, as mãos desses artesões,
me deram esta forma quadrada e dura.*

*Sou em muito essas linhas,
que foram escritas sob os olhares dos mestres e dos amigos
(em memória do amigo Bruno, do cunhado Márcio
e do meu último avô Sr. Dionízio Honório de Oliveira).*

*Desse jeito quadrado vou citar meus bons bocados:
Sr. José Tarcísio H. Fernandes e a Sr^a. Adélia Aparecida de A. Fernandes, meus pais;
Jenislene, Tarcísio e David, meus irmãos;
meu afilhado Pedro Carlos e minha bela sobrinha Isabela.
Ao meu amor Fernanda Fátima D. de Almeida,
além dessas folhas eu dedico também os meus dias.”*

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, Maria, José e Jesus, aos meus pais José Tarcízio e Adélia Aparecida a oportunidade dessa conquista. Às pessoas que por mim passaram e as que em algum momento falaram comigo, também agradeço.

A Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro agradeço o cuidado e a atenção oferecida durante minha caminhada acadêmica; agradeço aos Professores João Sebastião de Paula Araujo e Daniel Fonseca de Carvalho a orientação e, aos amigos e co-orientadores, o Pesquisador José Guilherme Marinho Guerra e o Professor Leonardo Duarte Batista 'Fluminense' da Silva; aos Professores Regina Celi C. Coneglian e Marcos Bacis Cedia que contribuíram de maneira fundamental; aos avaliadores da banca de defesa de dissertação, os Professores Raul de Lucena Duarte Ribeiro e Luiz Fernando Coutinho de Oliveira pela confiança; a EMBRAPA Agrobiologia pelo espaço; a CAPES pelo apoio financeiro; a FABRIMAR por intermédio do Eng. Marco Moretti; aos funcionários da Fazendinha Agroecológica do Km 47, Zé Maria, Arley, Roxinho, Elinho, Edmar, Amarildo, Sr. Antônio, Sr. Darci, Elias, Pedrão, Ivana, Clemiudo, Juares, Caporal, Marcos, Claudio, Dandara, Estevão, João Batista e Jean; aos laboratoristas Celmo, Roberto, Altiberto, Ancelmo, Bruno e Andréia que participaram diretamente desta empreitada; agradeço a Dona Vera e aos amigos que contribuíram com este projeto: Herbert, Hermes, Irineu, Wilk, Janderson, Gabriel, Tales, Daniela, Eraldo, Marinaldo, Adilson e Marcio; aos amigos da UFRuralRJ que me aturaram na graduação, eu agradeço.

BIOGRAFIA

Dionízio Honório de Oliveira Neto, nascido no mês de agosto de 1976 em Volta Redonda-RJ, onde conclui o ensino médio no Colégio Municipal Getúlio Vargas no ano de 1995. Iniciou o curso de técnico em Biotecnologia na CEFETEQ-RJ em março de 1999 e concluiu em novembro de 2001, neste período estagiou sob supervisão do professor Mauro Pavão no Hospital Universitário da Universidade do Brasil, desenvolvendo rotinas de laboratório para extração e purificação de polissacarídeos de tecido animal. Em abril de 2001 ingressou na UFRuralRJ, no curso de Agronomia, onde conclui o curso com título de Engenheiro Agrônomo em novembro de 2006. Durante a graduação foi bolsista de pesquisa de dezembro de 2002 a julho de 2004, atuando na área de fitossanidade sob orientação do professor João Sebastião de Paula Araujo, realizando procedimentos de diagnósticos de doenças vegetais e de manejo integrado de plantas ornamentais. Em 2005, serviu no Restaurante Universitário. Foi estagiário e monitor nas áreas de hidráulica e hidrologia sob orientação do professor Daniel Fonseca de Carvalho, desenvolvendo atividades com discentes, analisando dados de chuvas erosivas e atuando no manejo da água em campo experimental de março de 2005 a março de 2006. Em março de 2007 iniciou o curso de Pós-Graduação em Fitotecnia na UFRuralRJ desenvolvendo sua dissertação junto ao Grupo de Pesquisa Água e Solo em Sistemas Agrícolas-GPASSA/UFRRJ, concluindo em fevereiro de 2009.

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Canteiros com mudas recém transplantadas em período de aclimação (Seropédica – RJ, 2009).	15
Figura 2. Registro de gaveta e válvula de tomada de pressão seguidos por conjunto de filtros (filtro de disco com 125 mesh e filtro de tela de 200 mesh) no sistema irrigado (Seropédica – RJ, 2009).	17
Figura 3. Conjunto registro de esfera e válvula reguladora de pressão (210 kPa) para controle de vazão e pressão na linha de derivação (Seropédica – RJ, 2009).	18
Figura 4. Posicionamento das linhas de gotejamento no sentido do comprimento do canteiro (Seropédica – RJ, 2009).	18
Figura 5. Distribuição dos tratamentos (T1 = 0%, T2 = 29%, T3 = 48%, T4 = 78%, T5 = 100% e T6 = 148% da ETc) nos três experimentos (I = cobertura do solo com <i>Pennisetum purpureum</i> ‘Cameroon’; II = cobertura do solo com <i>Gliricidia sepium</i> ; III = solo sem cobertura morta). Durante a aclimação, pós-transplante das mudas, a ETc foi estimada pelo tanque classe “A” (Seropédica – RJ, 2009).	19
Figura 6. Posicionamento das sondas (TDR) no centro do canteiro, a profundidade de 10, 20 e 30 cm para o manejo da irrigação (Seropédica – RJ, 2009).	20
Figura 7. Sondas posicionados na estação meteorológica contígua à área experimental (Seropédica – RJ, 2009).	22
Figura 8. Sonda de TDR para monitoramento da irrigação [(a) representação esquemática; (b) sensores construídos no Laboratório de Hidráulica (Deptº. de Engenharia, UFRuralRJ)] (Seropédica – RJ, 2009).	23
Figura 9. Precipitação pluviométrica; (b) temperatura e umidade relativa média, durante o período experimental (Seropédica – RJ, 2009).	26
Figura 10. Perfis de umidade do solo (na área experimental encanteirada) para determinação da capacidade de campo (Cc) (Seropédica – RJ, 2009).	27
Figura 11. Curvas de calibração obtidas com a técnica TDR utilizadas no monitoramento da umidade volumétrica do solo da [área experimental encanteirada [profundidades de 10 (a), 20 (b) e 30 cm (c)] (Seropédica – RJ, 2009).	28
Figura 12. Perfis de umidade do solo na área experimental encanteirada (profundidades de 10, 20 e 30 cm) em parcela sob cobertura morta de <i>Pennisetum purpureum</i> ‘Cameroon’ no solo. (Seropédica – RJ, 2009).	29
Figura 13. Perfis de umidade do solo na área experimental encanteirada (profundidades de 10, 20 e 30 cm) em parcela sob cobertura morta de <i>Gliricidia sepium</i> no solo. (Seropédica – RJ, 2009).	29
Figura 14. Perfis de umidade do solo na área experimental encanteirada (profundidades de 10, 20 e 30 cm) correspondendo às parcelas sem cobertura morta no solo. (Seropédica – RJ, 2009).	29
Figura 15. Lâminas acumuladas de ETc e ETo na área experimental encanteirada (solo à capacidade de campo). Exptº. I = cobertura morta de <i>Pennisetum purpureum</i> ‘Cameroon’; II = cobertura morta de <i>Gliricidia sepium</i> ; III = solo sem cobertura morta no solo (Seropédica – RJ, 2009).	32

Figura 16. Dispersão dos valores de k_c (×) e de k_c médio (●) da relação ET_c/ET_0 na área experimental encanteirada (solo à capacidade de campo). Expt ^o . I = cobertura morta de <i>Pennisetum purpureum</i> ‘Cameroon’; II = cobertura morta de <i>Gliricidia sepium</i> ; III = solo sem cobertura morta no solo (Seropédica – RJ, 2009).	33
Figura 17. Lâminas de irrigação aplicadas durante o período de aclimação, pós-transplântio das mudas, correspondendo a 100% da ET_c estimada pelo tamque classe “A”, contíguo a área experimental (Seropédica – RJ, 2009).....	47
Figura 18. Lâminas de irrigação total e lâminas de irrigação total + precipitação efetiva (P_{ef}) na área experimental durante o ciclo da hortaliça e os tratamentos T6 (148% da ET_c), T5 (100% da ET_c), T4 (78 % da ET_c), T3 (48% da ET_c), T2 (29% da ET_c) e T1 (0% da ET_c), nos experimentos, Expt ^{os} I = cobertura morta de <i>Pennisetum purpureum</i> ‘Cameroon’; II = cobertura morta de <i>Gliricidia sepium</i> ; III = solo sem cobertura morta no solo (Seropédica – RJ, 2009).....	51
Figura 19. Equação de regressão ajustada e função de resposta para comprimento da raiz referente as lâminas de irrigação aplicados em parcelas sob cobertura morta de <i>Pennisetum pupurem</i> ‘Cameroon’ (Seropédica – RJ, 2009).	54
Figura 20. Equação de regressão ajustada e função de resposta para produtividade da hortaliça referente as lâminas de irrigação aplicados em parcelas sem cobertura morta no solo (Seropédica – RJ, 2009).....	55
Figura 21. Representação gráfica e funções de eficiência no uso da água para os três experimentos analisadas por três diferente métodos de análise da eficiência do uso da água (EUA , EUA^1 e EUA^2) sendo: EUA a razão entre produtividade total e lâmina total de irrigação (irrigação+precipitação efetiva); EUA^1 a razão entre a produtividade total e lâmina de irrigação; e EUA^2 a razão entre a produtividade (produtividade total subtraída a produtividade não irrigada) e lâmina de irrigação nas parcelas com e sem cobertura do solo (Seropédica – RJ, 2009).....	61
Figura 22. Percentuais de raízes com diâmetro equatorial inferior a 5 cm, nos experimetos I (cobertura morta de <i>Pennisetum purpureum</i> ‘Cameroon’); II (cobertura morta de <i>Gliricidia sepium</i>); III (solo sem cobertura morta) em função de diferentes níveis de irrigação + precipitação pluviométrica efetiva (T1 = 0%, T2 = 29%, T3 = 48%, T4 = 78%, T5 = 100% e T6 = 148% da ET_c) (Seropédica – RJ, 2009).	73
Figura 23. Vista da área de produção orgânica da Fazendinha Agroecológica do Km 47 e da gleba 12 em destaque, a área experimental (Cultivo orgânico da beterraba (<i>Beta vulgaris</i> ‘Early Wonder Tall Top’, Seropédica – RJ, 2009).....	91

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1. Análise química do solo da área experimental (Seropédica – RJ, 2009).....	16
Tabela 2. Valores de evapotranspiração de referência (mm) pelo método de Penman-Montheit para o período experimental (Seropédica – RJ, 2009).....	25
Tabela 3. Umidades volumétricas média, máxima e mínima ($\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$) do solo na área experimental encanteirada, para os três experimento (I = cobertura morta de <i>Pennisetum purpureum</i> ‘Cameroon’ no solo; II = cobertura morta de <i>Gliricidia sepium</i> no solo; III = solo sem cobertura morta), durante o ciclo da hortaliça (profundidades de 10 e 20 cm) (Seropédica – RJ, 2009).	30
Tabela 4. Valores de kc (relação ETc/ET_0) na área experimental em diferentes estádios do ciclo da hortaliça nos experimentos (Expt ^{os} .) I = cobertura morta de <i>Pennisetum purpureum</i> ‘Cameroon’ no solo; II = cobertura morta de <i>Gliricidia sepium</i> ; III = solo sem cobertura morta (Seropédica – RJ, 2009).....	34
Tabela 5. Análise de nitrogênio do esterco bovino e da palhada de <i>Pennisetum purpureum</i> ‘Cameroon’ e <i>Gliricidia sepium</i> , utilizada como cobertura morta no solo (Seropédica – RJ, 2009).	42
Tabela 6. Equações de calibração para aferição da umidade volumétrica (θ) do solo na área experimental encanteirada e respectivos coeficientes de determinação. (Seropédica – RJ, 2009).....	47
Tabela 7. Dados climáticos registrados pela estação meteorológica contígua a área experimental e irrigações totais aplicadas cobrindo o período de 23/06 a 10/09 (Seropédica – RJ, 2009).	48
Tabela 8. Parâmetros fitotécnicos avaliados em função das diferentes lâminas de irrigação total, em parcelas sob cobertura morta de <i>Pennisetum purpureum</i> ‘Cameroon’ no solo (Seropédica – RJ, 2009).....	52
Tabela 9. Parâmetros fitotécnicos avaliados em função das diferentes lâminas de irrigação total, em parcelas sob cobertura morta de <i>Gliricidia sepium</i> no solo (Seropédica – RJ, 2009).	53
Tabela 10. Parâmetros fitotécnicos avaliados em função das diferentes lâminas de irrigação total, em parcelas sem cobertura morta no solo (Seropédica – RJ, 2009).....	54
Tabela 11. Lâminas de irrigação e eficiência do uso da água em função de diferentes métodos utilizados (EUA, EUAI^1 e EUAI^2), referente a parcelas sob cobertura morta de <i>Pennisetum purpureum</i> ‘Cameroon’ no solo (Seropédica – RJ, 2009).	56
Tabela 12. Lâminas de irrigação e eficiência do uso da água em função de diferentes métodos utilizados (EUA, EUAI^1 e EUAI^2), referente a parcelas sob cobertura morta de <i>Gliricidia sepium</i> no solo (Seropédica – RJ, 2009).....	57
Tabela 13. Lâminas de irrigação e eficiência do uso da água em função de diferentes métodos utilizados (EUA, EUAI^1 e EUAI^2), referente a parcelas sem cobertura morta no solo (Seropédica – RJ, 2009).....	57
Tabela 14. Análise química do solo imediatamente após a colheita da hortaliça nas parcelas sob cobertura morta de <i>Pennisetum purpureum</i> ‘Cameroon’ em função de diferentes lâminas de irrigação (Seropédica – RJ, 2009).	62

Tabela 15. Análise química do solo imediatamente após a colheita da hortaliça nas parcelas sob cobertura morta de <i>Gliricidia sepium</i> em função de diferentes lâminas de irrigação (Seropédica – RJ, 2009).	62
Tabela 16. Análise química do solo imediatamente após a colheita da hortaliça nas parcelas sem cobertura morta no solo em função de diferentes lâminas de irrigação (Seropédica – RJ, 2008).	62
Tabela 17. Classes segundo a proposta de Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade da Beterraba (<i>Beta vulgaris</i> L.) do Programa Brasileiro para a Modernização da Horticultura, com base no calibre (diâmetro equatorial) da raiz.	70
Tabela 18. Limites máximos de tolerância (%) por categoria de defeitos segundo a “Proposta de Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade da Beterraba (<i>Beta vulgaris</i> L.)” do “Programa Brasileiro para a Modernização da Horticultura”.....	71
Tabela 19. Diâmetro equatorial, comprimento, pH, acidez total titulável (ATT) e sólidos solúveis totais (SST) das raízes da hortaliça em função de diferentes lâminas de irrigação aplicadas nas parcelas sob cobertura morta de <i>Pennisetum purpureum</i> ‘Cameroon’ no solo (Seropédica/RJ, 2009).	74
Tabela 20. Diâmetro equatorial, comprimento, pH, acidez total titulável (ATT) e sólidos solúveis totais (SST) das raízes da hortaliça em função de diferentes lâminas de irrigação aplicadas nas parcelas sob cobertura morta de <i>Gliricidia sepium</i> no solo (Seropédica/RJ, 2009).	75
Tabela 21. Diâmetro equatorial, comprimento, pH, acidez total titulável (ATT) e sólidos solúveis totais (SST) das raízes da hortaliça em função de diferentes lâminas de irrigação aplicadas nas parcelas sem cobertura morta (Seropédica/RJ, 2009).	75
Tabela 22. Número de raízes com defeitos graves e leves, em função de diferentes lâminas de irrigação aplicadas às parcelas com cobertura morta de <i>Pennisetum purpureum</i> ‘Cameroon’ (Seropédica/RJ, 2009).	76
Tabela 23. Número de raízes com defeitos graves e leves, em função de diferentes lâminas de irrigação aplicadas às parcelas com cobertura morta de <i>Gliricidia sepium</i> (Seropédica/RJ, 2009).	77
Tabela 24. Número de raízes com defeitos graves e leves, em função de diferentes lâminas de irrigação aplicadas às parcelas sem cobertura morta (Seropédica/RJ, 2009).	77
Tabela 25. Teores de nitrogênio nas de raízes, folhas e pecíolos, em função de diferentes lâminas de irrigação aplicadas às parcelas com cobertura morta de <i>Pennisetum purpureum</i> ‘Cameroon’ (Seropédica/RJ, 2009).	78
Tabela 26. Teores de nitrogênio nas de raízes, folhas e pecíolos, em função de diferentes lâminas de irrigação aplicadas às parcelas com cobertura morta de <i>Gliricidia sepium</i> (Seropédica/RJ, 2009).	79
Tabela 27. Teores de nitrogênio nas de raízes, folhas e pecíolos, em função de diferentes lâminas de irrigação aplicadas às parcelas sem cobertura morta (Seropédica/RJ, 2008).	79

RESUMO GERAL

OLIVEIRA NETO, Dionízio Honório. **Necessidade hídrica, funções de respostas e qualidade da cultura da beterraba (*Beta vulgaris* L.) cultivada em sistema orgânico de produção, sob diferentes lâminas de irrigação e coberturas do solo em sistema orgânico de cultivo.** Seropédica: UFRRJ, 2009. 107p. (Dissertação, Mestrado em Fitotecnia). Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2009.

A fim de quantificar a necessidade hídrica da cultura da beterraba de mesa *Beta vulgaris* 'Early Wonder Tall Top' e a eficiência do uso da água (EUA) e avaliar as suas produtividade e qualidade em sistema orgânico de produção, foram instalados experimentos no ano de 2008, em áreas contíguas do Sistema Integrado de Produção Agroecológica (SIPA) - Fazendinha Agroecológica Km 47, localizado na cidade de Seropédica (RJ), km 07 da BR 465, latitude 22°45'13''S e longitude 43°40'23''W. O delineamento experimental adotado em cada experimento foi o de blocos casualizados com quatro repetições e seis níveis de irrigação por gotejamento e, em cada um deles, foram utilizadas diferentes condições de cobertura do solo: palha da gramínea *Pennisetum purpureum* 'Cameroon', da leguminosa *Gliricidia sepium* e sem cobertura morta. Os tratamentos lâminas de irrigação (0, 29, 48, 78, 100 e 148% da ETc) foram aplicados tendo como base o balanço de água no solo, considerando a capacidade de campo ($0,255 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$) com referência. O monitoramento da umidade do solo foi realizado com o auxílio da técnica da TDR. As variáveis de produção avaliadas foram massa seca e massa fresca da raiz, folha e pecíolo, área foliar, número de folhas por planta e comprimento e diâmetro da raiz. Na análise de qualidade, os parâmetros avaliados foram pH, sólidos solúveis totais (SST) e acidez total titulável (ATT). As lâminas totais de água aplicadas em cada cobertura, considerando-se os eventos de precipitação e também as irrigações realizadas no período de aclimação das mudas no campo foram, respectivamente, de 84, 101, 112, 128, 141 e 168 mm no experimento com cobertura morta de Cameroon. Para o experimento com cobertura morta de Gliricídia, as lâminas foram de 85, 105, 118, 139, 154 e 187 mm, respectivamente, e para o experimento sem cobertura morta de 95, 130, 153, 190, 216 e 279 mm, respectivamente. Ao final do ciclo de cultivo, a ETc acumulada para a cultura da beterraba foi de 59,41; 55,31 e 119,62 mm, respectivamente, para os experimentos com Cameroon, Gliricídia e sem cobertura morta, sendo a evapotranspiração de referência (ETo) igual a 145,14 mm. Os valores médios de kc obtidos para as fases inicial, média e final de desenvolvimento, nos três experimentos foram de 0,39; 0,79 e 0,56 para o experimento com Cameroon; 0,42; 0,76 e 0,61 para o experimento com Gliricídia; 1,02; 1,18 e 0,84 para o experimento sem cobertura morta, respectivamente. Para os experimentos com cobertura, não foram observadas diferenças significativas ao nível de 5% de probabilidade para nenhuma das variáveis avaliadas, com exceção do comprimento de raiz no experimento sem cobertura morta. Em média a produtividade (massa fresca da raiz) foi de 24,6 e de 41,6 Mg ha⁻¹, respectivamente, para os experimentos com Cameroon e com Gliricídia. No sistema sem cobertura morta, a produtividade média foi de 28,7 Mg ha⁻¹, sendo, no entanto, obtida uma diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade, explicado por uma função de regressão polinomial quadrática ($R^2 = 0,72$). Considerando irrigação total, os máximos valores de EUA foram de 25,63 kg m⁻³, 40,25 kg m⁻³ e 26,08 kg m⁻³, para os experimentos com Cameroon, com Gliricídia e sem cobertura morta, respectivamente. Os parâmetros de qualidade como pH, SST (°Brix) e ATT (g 100g⁻¹) apresentaram valores médios de

6,09; 7,75 e 1,24, respectivamente, para o experimento com Cameroon; 6,07, 7,62 e 1,25, respectivamente, para o experimento com Gliricídia; e 6,22, 8,18 e 1,23, respectivamente, para o experimento sem cobertura morta. Com base nos resultados obtidos, pode-se concluir que o uso de gramínea ou de leguminosa minimizou de forma expressiva a demanda hídrica da cultura da beterraba, contribuindo para uma redução da ETc acumulada para a cultura em até 53,7%, assim como a maior eficiência do uso da água.

PALAVRAS CHAVES: Evapotranspiração, eficiência do uso da água e coeficiente de cultivo.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO GERAL	1
2	REVISÃO DA LITERATURA	3
2.1	A Cultura da Beterraba (<i>Beta vulgaris</i> L.).....	3
2.2	Sistema de Produção Orgânica	4
2.3	Utilização de Cobertura Morta	5
2.4	Necessidade Hídrica das Culturas	6
2.5	Resposta das Culturas à Disponibilidade Hídrica.....	8
2.6	Manejo da Irrigação.....	9
3	CAPÍTULO I – EVAPOTRANSPIRAÇÃO E COEFICIENTE DA CULTURA PARA BETERRABA (<i>BETA VULGARIS</i> L.) CULTIVADA EM SISTEMA ORGÂNICO DE PRODUÇÃO, SOB DIFERENTES COBERTURAS DO SOLO	10
3.1	RESUMO.....	11
3.2	ABSTRACT	12
3.3	INTRODUÇÃO	13
3.4	MATERIAL E MÉTODOS	15
3.4.1	Caracterização da Área, preparo do solo e plantio	15
3.4.2	Sistema de irrigação e caracterização dos tratamentos.....	17
3.4.3	Manejo da Irrigação.....	19
3.4.4	Coleta dos dados climáticos	22
3.4.5	Construção dos sensores e medidas de TDR.....	22
3.4.6	Evapotranspiração da Cultura (ETc) e Coeficiente da cultura (kc).....	23
3.5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	25
3.5.1	Dados climáticos	25
3.5.2	Monitoramento da umidade no solo	26
3.5.3	Evapotranspiração da Cultura (ETc) e Coeficiente da cultura (kc).....	30
4	CAPÍTULO II – FUNÇÃO DE RESPOSTA E EFICIÊNCIA DO USO DA ÁGUA DA CULTURA DA BETERRABA (<i>BETA VULGARIS</i> L.) CULTIVADA ORGANICAMENTE, SOB DIFERENTES LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO E COBERTURAS DO SOLO	36
4.1	RESUMO.....	37
4.2	ABSTRACT	38
4.3	INTRODUÇÃO	39

4.4	MATERIAL E MÉTODOS	41
4.4.1	Caracterização da Área	41
4.4.1.1	Preparo do solo	41
4.4.1.2	Preparo das mudas e o cultivo da beterraba	42
4.4.2	Sistema de irrigação.....	43
4.4.3	Caracterização dos Tratamentos.....	43
4.4.4	Manejo da Irrigação.....	43
4.4.5	Variáveis de Produção Avaliadas	44
4.4.6	Eficiência do Uso da Água	45
4.5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	47
4.5.1	Irrigações Realizadas	47
4.5.2	Monitoramento da água no solo	52
4.5.3	Resposta da cultura para os diferentes parâmetros analisados	52
4.5.4	Eficiência do Uso da Água (EUA)	56
4.5.5	Teor de Nutriente no Solo Antes e Após o Cultivo.....	61
4.6	CONCLUSÃO.....	64
5	CAPÍTULO III – PADRÃO E QUALIDADE DA BETERRABA (<i>BETA VILGARIS</i> L.) CULTIVADA EM SISTEMA ORGÂNICO DE PRODUÇÃO, SOB DIFERENTES LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO E COBERTURAS DO SOLO.	65
5.1	RESUMO.....	66
5.2	ABSTRAT	67
5.3	INTRODUÇÃO	68
5.4	MATERIAL E MÉTODOS	70
5.4.1	Análise pós-colheita	70
5.4.2	Análise de Nitrogênio.....	72
5.5	RESULTADOS E DISCUSÃO.....	73
5.5.1	Análise pós-colheita	73
5.5.2	Análise de Nitrogênio.....	78
5.6	CONCLUSÃO.....	80
6	CONCLUSÕES GERAIS	81
7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	82
8	ANEXO 1.....	91
9	ANEXO 2.....	92
10	APÊNDICE	102

1 INTRODUÇÃO GERAL

Para haver vida a presença da água é fundamental. Da germinação à produção de frutos, principalmente quando há interesse comercial, e em todas as atividades de produção em que a água é fator limitante, é necessária a utilização de práticas ou técnicas que permitam a sua presença em um determinado local e em quantidade suficiente.

Dentre os sistemas de cultivo, aquele que mantém o solo descoberto tende a apresentar maior consumo de água, pois no estágio inicial da cultura no campo, a taxa de evaporação do solo é maior em comparação à parcela de transpiração da cultura. Nesta fase, é recomendado aumentar a frequência de irrigação com aplicação de lâminas menores, a fim de se evitar perdas por percolação.

A agricultura irrigada é considerada como aquela de maior consumo de água, dentre os diferentes usos múltiplos deste recurso, sendo é atribuído o uso de 70% da água doce total consumida no planeta. Os maiores consumos de água na agricultura são atribuídos ao cultivo em grandes áreas, em que, além do recurso água, são investidos outros insumos (STARK *et al.*, 1983).

Para se atingir bons resultados com relação à eficiência no uso da água, sem afetar a produtividade das culturas, Barnes (1983) recomenda a adoção de variedades de plantas mais adaptadas às condições de déficit hídrico. Vale ressaltar que o manejo eficiente da irrigação contribui significativamente para o melhor aproveitamento deste recurso. Soma-se a isso o conhecimento de informações detalhadas a respeito das fases de desenvolvimento da cultura, das características edafoclimáticas da região e das condições financeiras dos produtores.

A agricultura orgânica, que é uma corrente da agricultura alternativa ou agroecológica (NEVES *et al.*, 2004), favorece a fixação do homem no campo, a conservação do meio ambiente e colabora com a qualidade de vida. A mobilização harmoniosa de todos os recursos disponíveis, baseando-se na reciclagem de nutrientes e utilização de insumos orgânicos produzidos na propriedade, são técnicas aplicadas à agricultura alternativa. Busca-se com isso, reduzir o impacto ambiental e a movimentação do solo, realizar o cultivo mínimo ou plantio direto, diminuir a dependência de matérias-primas externa e otimizar o balanço energético da produção.

A Europa possui aproximadamente 325 mil produtores de beterraba, sendo a França, a Polônia e a Alemanha os maiores produtores. Cultivada por mais de 100 mil produtores no Brasil, a beterraba de mesa ocupa uma área de aproximadamente 10 mil ha, sendo 45% destes localizados nas regiões de São José do Rio Pardo, Piedade e Ibiúna, no Estado de São Paulo, e São Gotardo, Madre de Deus de Minas e Carandaí, no Estado de Minas Gerais. Outros 35% estão localizados na região Sul, especialmente nos cinturões verdes das grandes capitais, como Curitiba e Porto Alegre. Estas regiões são responsáveis pela produção de 250 Mt ano⁻¹, receita que contribui para a remuneração anual de mais de 500.000 pessoas que permanecem no campo ⁽¹⁾. As regiões Sudeste e Sul cultivam 77% do que é produzido. O estado de São Paulo cultiva em média 5 mil hectares dessa hortaliça por ano, produzindo 115 Mt ⁽²⁾. No Estado do Rio de Janeiro,

⁽¹⁾ (www.abhorticultura.com.br/News/Default.asp?id=5168, em 22 de junho de 2007)

⁽²⁾ (www.iac.sp.gov.br/Tecnologias/Beterraba/Beterraba.htm, em 21 de junho de 2007)

destacam-se as regiões Sul e Serrana, sendo que as regiões altas, de maneira geral, apresentam melhores condições climáticas para adaptação da cultura, onde podem ser cultivadas durante o ano todo.

Na região do município de Seropédica, a beterraba é cultivada no período de baixos índices pluviométricos, necessitando, dessa forma, o uso de irrigação para suprir a necessidade hídrica da cultura. Quanto à sua produtividade, Filgueira (2000) estima um valor, livre da parte aérea, entre 20 e 35 Mg ha⁻¹.

Por ser uma cultura que responde a elevadas doses de N (TRANI *et al.*, 2005; AQUINO *et al.*, 2006) e irrigação com água salina (FERREIRA *et al.*, 2006), a beterraba demonstra considerável capacidade de se desenvolver em condições de elevadas tensões de água no solo. Taiz (2004) se refere a esse fenômeno como uma “aclimatação que aumenta a tolerância à desidratação”. Assim, estudos com enfoques econômicos, que levam em conta a resposta da produção da cultura em relação a diferentes lâminas de irrigação são fundamentais para viabilizar e difundir a exploração da cultura em uma região (FRIZZONE & ANDRADE JÚNIOR, 2005).

Em função da necessidade de se compor um banco contínuo de informações para a agricultura orgânica, o presente estudo foi desenvolvido com o objetivo de avaliar o efeito de diferentes lâminas de irrigação e da cobertura do solo na produtividade, na evapotranspiração e na qualidade da beterraba (*Beta vulgaris* L.), em sistema orgânico de produção. Do ponto de vista científico, poucos são os trabalhos realizados para a região e para a esta cultura com respeito ao manejo de água na irrigação.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 A Cultura da Beterraba (*Beta vulgaris* L.)

Da família das Quenopodiáceas, a beterraba é um tubérculo que se desenvolve pelo intumescimento do hipocótilo. A beterraba vermelha é descendente de uma planta marinha (*B. marítima*) originária do Mediterrâneo e das regiões do Atlântico Norte, da Europa e África do Norte. Foi primeiramente descoberta pelos romanos ⁽³⁾ e segundo Taiz (2004), a *B. marítima* é uma planta perene bianual com estação de crescimento e de florescimento e as variedades cultivadas como a *B. vulgaris*, por exemplo, foram selecionadas visando o aumento de matéria seca durante todas as fases de desenvolvimento.

De acordo com Filgueira (2000), o outono-inverno é o período mais adequado para o plantio, podendo, no entanto, ser cultivada durante todo ano nas regiões de maior altitude. O melhor desenvolvimento ocorre na faixa dos 15° a 19° e 20° a 25°C. Na cultura de verão as cotações são superiores, mas o risco é maior, inclusive pela alta incidência de doenças. No Brasil, de um modo geral, a época de plantio nas regiões Sul e Sudeste pode se estender por todo ano e no Nordeste e Centro-oeste no período de abril a agosto.

A obtenção de mudas padronizadas pode ser dificultada pelo fato da semente ou glomérulo de beterraba apresentar elevado grau de dormência. Silva *et al.* (2005a) relacionaram a possibilidade da ocorrência de germinação deficiente da semente de beterraba cultivar “Early Wonder Tall Top”, com inibidores da germinação presente no pericarpo e a própria barreira física promovida por ele à absorção de água. No seu trabalho, a maior taxa de germinação (92%) foi obtida quando as sementes foram submetidas à imersão em água corrente por 2 horas. Filgueira (2000) comenta que 80% de germinação pode ser considerada um bom resultado.

A cor da beterraba vem da combinação de dois tipos de pigmentos: betacianina (roxo) e betaxanatina (amarelo) e são ricas em vitaminas e minerais. A raiz contém folato ou ácido fólico, que atua na formação de produtos intermediários do metabolismo e que por sua vez estão envolvidos na formação celular. As partículas químicas que causam o pigmento vermelho também contêm agentes anticancerígenos e, de fato, a beterraba tem sido usada no tratamento de câncer já há algum tempo. Suas folhas são muito nutritivas, pois contêm cálcio, beta-caroteno, ferro e vitamina A ⁽⁴⁾.

O solo ideal para o cultivo dessa hortaliça é o de textura média, rico em matéria orgânica e com boa disponibilidade de nutrientes. Para se obter maior produtividade é necessário o uso de insumos que melhorem as condições físicas, químicas e biológicas do solo. As maiores produções podem ser obtidas a partir da melhoria das características físico-químicas do solo, o que poder ser obtida com o acréscimo de doses crescentes de compostos orgânicos (SOUZA *et al.*, 2005).

Temperatura e pluviosidade elevada favorecem a ocorrência de doenças, com destaque para o fungo *Cercospora beticola*, agente etiológico da Mancha-da-folha ou cercosporiose (FILGUEIRA *et al.*, 2000; ARAÚJO *et al.*, 1982). De acordo com

⁽³⁾ (http://www.nutricaoempauta.com.br/lista_artigo.php?cod=450 –em 21 de junho de 2007)

⁽⁴⁾ (http://www.nutricaoempauta.com.br/lista_artigo.php?cod=450 –em 21 de junho de 2007)

Filgueira (2000), temperaturas elevadas favorecem a formação de anéis de coloração clara no interior do fruto e a falta de água pode acarretar raízes lenhosas ou fibrosas. Já a deficiência em boro pode acarretar manchas escuras e rachaduras sobre a superfície da beterraba. Tiveli & Trani⁵ apresentam uma relação de fitomoléstias para a cultura: (a) Pragas - lagarta-rosca, lagarta-elasma, vaquinha, pulgão do colo; (b) Doenças – mancha de Cercospora, nematóides (*Meloidogyne* sp., *Aplelenchum avenae* e *Helicotylenchum dibystra*), tombamento (*Fusarium* spp., *Phoma betae*, *Phytophthora* spp., *Pythium* spp., *Rhizoctonia solani*), podridão branca ou podridão de Sclerotium, mancha de Alternaria, mancha de Phoma, ramularia, *Ralstonia solanacearum*, *Erwinia* spp., *Xanthomonas campestris* pv. *Betae* e podridão branca ou podridão de sclerotium.

A umidade relativa do ar pode afetar a transpiração e, como consequência, causar mudanças na condutância estomática, afetando as interações com a fotossíntese e produção de matéria seca e o índice de área foliar (JOLLIET, 1994). Embora a maioria das reações metabólicas seja fortemente influenciada pela temperatura, alguns processos físicos, como a absorção de luz, é relativamente insensível a ela, sendo a taxa de difusão de calor intermediária em sensibilidade (JONES, 1992). Nunes *et al.* (1981) sugerem uma relação a nível de mecanismos fisiológicos entre a radiação disponível e a taxa de crescimento das folhas de beterraba sacarínea.

De maneira geral, a folha constitui a principal fonte de fotossintatos, como a sacarose, que sintetizada é armazenada na raiz. A redução da área foliar seja por ataque de doenças ou por senescência, afeta diretamente a produtividade. Segundo Pimentel (1998), a perda de área foliar fotossinteticamente ativa compromete o enchimento dos drenos e o baixo consumo de carbono, a diminuição da atividade fotossintética na fonte. Nunes *et al.* (1981) ressaltam que o acúmulo de matéria seca na raiz da beterraba açucareira continua com o declínio ou senescência das folhas. Porém, o período de maior crescimento deste órgão coincide com o da parte aérea. A importância da manutenção de elevado índice de área foliar e da sua duração pode melhorar o aproveitamento da radiação incidente sobre a cultura.

2.2 Sistema de Produção Orgânica

A agricultura orgânica é definida como sendo a produção de alimentos de origem vegetal ou animal, sem a utilização de agrotóxicos e adubos minerais sintéticos ou outros agentes contaminantes, visando à maximização dos benefícios sociais, da auto-sustentação (GLIESSMAN, 2001), da redução ou eliminação da dependência de insumos sintéticos, energia não renovável e a preservação do meio ambiente, por meio da otimização do uso de recursos naturais e sócio-econômicos disponíveis (HAMERSCHMIDT, 1998). Basicamente, a agricultura orgânica tem como ponto básico a aplicação no solo de resíduos orgânicos, de preferência produzidos na propriedade agrícola, com o objetivo de manter o equilíbrio biológico e a ciclagem de nutrientes (FEIDEN, 2001). Noutro sentido, a insustentabilidade do modelo moderno ou convencional é atribuída ao comprometimento dos recursos produtivos (SANTOS *et al.*, 2001).

Vilela *et al.* (2006) remontam uma breve trajetória da agricultura e suas vertentes desde a década de 20, citando o inglês Albert Howard, que descreveu as práticas de compostagem e adubação orgânica já utilizadas pelos indianos. Na mesma década, o francês Claude Aubert, utilizando rotação de culturas, adubos verdes, esterco,

⁵ (www.iac.sp.gov.br/Tecnologias/Beterraba/Beterraba.htm - em 21 de junho de 2007).

restos de cultura, palhas e outros resíduos vegetais ou animais, bem como o controle natural de fitomoléstias, difundiu os conceitos e práticas de agricultura biológica. Em 1924 na Alemanha, Rudolf Steiner lançou as bases da agricultura biodinâmica. No Japão, em 1935, Mokiti Okada definiu a filosofia da agricultura natural e em 1971 com Bill Mollison na Austrália, surgiu a permacultura. Neves *et al.* (2004) ainda citam a agricultura ecológica que se estabeleceu a partir dos trabalhos de Hartmut Vogtmann, na Alemanha no início dos anos 80. Esta última seria menos restritiva que a agricultura orgânica e biodinâmica, pois acredita na integração dos modelos agrícolas e o manejo racional do solo.

A conversão dos sistemas convencionais para sistemas orgânicos tem sido uma das grandes dificuldades encontradas pelos produtores, pois na lavoura convencional, as pragas e doenças são controladas à base de defensivos, fazendo com que os primeiros anos de agricultura orgânica apresentem grandes dificuldades de manejo para o produtor (ASSIS *et al.*, 1996). Outro fator é o mercado, que fundamentalmente depende 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 *et al.*, 1994).

2.3 Utilização de Cobertura Morta

As práticas culturais ecologicamente corretas são os fundamentos para o sucesso da agricultura orgânica. O mulche orgânico (cobertura morta) tem por finalidade proteger o solo do impacto das gotas de chuva, diminuindo as perdas por arraste e por lixiviação, com a destruição gradativa da estrutura do solo e, conseqüentemente, a erosão.

A busca por melhores condições ambientais e a necessidade de melhorar a produção em quantidade e qualidade exige a adaptação das novas tecnologias à região de interesse e oferta de suporte a cultura, destacando-se dentre elas, a cobertura do solo (MEDEIROS *et al.*, 2006). A utilização de cobertura morta é útil na proteção do solo contra a ação de chuva e do vento e como barreira física contra o aumento da população espontânea (LIMA, 2007). Outra característica importante está associada à contribuição de nutrientes com destaque para as famílias de leguminosas e gramíneas. A fixação biológica de nutrientes é o principal fator de aumento do nitrogênio nas leguminosas, que, quando incorporadas ao solo, sofrem processo de decomposição relativamente alto e a mineralização de altos teores de nutrientes, ficando estes disponíveis à planta.

Além da palha, é bastante utilizado o filme de polietileno como artifício para cobertura do solo, cuja aceitação é cada vez maior por parte de produtores e pesquisadores (MEDEIROS *et al.*, 2006). As desvantagens são o elevado custo e a falta de conhecimento para o uso do filme, submetendo-o ao manejo da irrigação, quer seja na estimativa da evapotranspiração nessas condições, quer seja na definição de sua frequência (SILVA *et al.*, 2005b).

O aumento do conteúdo de matéria orgânica no solo pela utilização da cobertura morta, assim como a adição de nutrientes para a planta durante o processo de decomposição, reforça a importância do emprego da prática por produtores menos capitalizados. A decomposição da matéria orgânica é realizada por organismos redutores ou saprófitos existentes no solo e na palha (processo biótico), pela ação do intemperismo e da lixiviação (processos abióticos). Mason (1980) comenta que a lixiviação carrega rapidamente o material solúvel com a água da chuva ou do fluxo de água. Os fatores físicos associados ao vento, gelo, calor e umidade reduzem o tamanho

das partículas aumentando a superfície específica do material em decomposição, que ocorre com a transformação do material morto em estruturas amorfas e relativamente estáveis (húmus) pela ação de microrganismos. A matéria orgânica e os nutrientes presentes nesses resíduos podem incrementar a produção agrícola, além de constituir um meio de utilizá-los na propriedade (SANTOS & TOMM, 1998).

É consenso que a constante adição de matéria orgânica no solo, seja como adubação verde ou matéria seca, tende a modificar algumas características, como a estrutura e a fertilidade, assim como a população de organismos no solo. Avaliando a influência da densidade da cobertura morta, Oliveira (2005) utilizando o Guandu (*Cajanus cajan*) e capim Cameroon (*Pennisetum purpureum*) sobre a reinfestação da vegetação espontânea e sobre o desempenho agrônomico da alface em sistema orgânico de produção, encontrou efeito benéfico da cobertura do solo formada com palha fragmentada de Guandu quando comparada com a cobertura formada de palha de capim Cameroon. Os benefícios foram atribuídos ao fornecimento suplementar de nitrogênio proporcionado pela cobertura de palha de Guandu. Ambas as fontes de cobertura morta foram eficientes no controle da vegetação espontânea, sendo considerada eficaz a partir da aplicação de 2,50 kg m⁻² de canteiro.

Antonino *et al.* (2000) observaram em condições de semi-árido brasileiro, uma variação de lâmina de 10 mm de água armazenada no solo durante um período de 120 dias entre parcelas com cobertura morta e sem cobertura, quando não suplementado pela irrigação. A evaporação acumulada no mesmo período foi de 177,71 e 184,42 mm, respectivamente, não diferenciando estatisticamente.

Lima (2007) concluiu que as melhores produtividades para a cultura da alface foram obtidas com lâminas de irrigação entre 80 e 100% da evapotranspiração da cultura utilizando palha de *Gliricidia sepium* como cobertura morta no solo. A cobertura morta promove uma barreira a continuidade do fluxo de água do solo para a atmosfera, fato que ocorre também com o secamento da superfície de um solo sem cobertura.

O tipo de material utilizado como cobertura morta pode causar insuficiente desenvolvimento da cultura. Queiroga *et al.* (2002), na cultura do pimentão, observou uma produtividade similar a testemunha quando utilizou serragem. Isso pode ser explicado pelo fato de a serragem apresentar uma elevada relação C/N, o que levaria a uma deficiência de N no solo (ROBINSON, 1988).

2.4 Necessidade Hídrica das Culturas

Para estimar a necessidade hídrica de uma cultura é necessário o conhecimento de sua demanda por água (ET_c), que representa a quantidade de água que é perdida por meio da evapotranspiração (PEREIRA *et al.*, 1997a). Segundo Doorenbos & Kassam (1979), a evapotranspiração potencial da cultura (ET_{pc}) é resultado do produto da evapotranspiração de referência (ET₀) pelo coeficiente da cultura (k_c). Portanto, a determinação do consumo de água por uma cultura é dependente do conhecimento da ET₀, que diz respeito às condições climáticas do local da sua implantação, e também das características fisiológicas e morfológicas que lhe são peculiares, representadas pelo seu k_c.

O coeficiente de cultura representa a integração dos efeitos de três características que distinguem a ET_c da ET₀: a altura da cultura, a resistência de superfície e o albedo da superfície cultura-solo (OLIVEIRA *et al.*, 2003). Os autores ressaltam que durante o período vegetativo, o valor de k_c varia com o desenvolvimento da cultura e com a

fração de cobertura da superfície do solo pela vegetação. Em condições de cobertura completa (estádio intermediário e final), o k_c é pouco variável para certa cultura, mas em condições de cobertura parcial (fases inicial e de crescimento rápido), depende fundamentalmente do conteúdo de água na camada superficial do solo, uma vez que, nesse momento, a evaporação direta da água do solo representa grande parte da evapotranspiração da cultura (SOARES *et al.*, 2001). Quanto mais frequentes forem as irrigações nessa fase maior deverá ser o valor de k_c (MAROUELLI *et al.*, 2007).

O coeficiente da cultura da beterraba açucareira, segundo Doorenbos & Kassan (1979), se divide em 5 fases distintas, em função do seu desenvolvimento. Os estádios I, II, III, IV e V apresentam, respectivamente, os coeficientes 0,40-0,50; 0,75-0,85; 1,05-1,20; 0,90-1,00; 0,60-0,70, com o k_c do período total de desenvolvimento, variando entre 0,80-0,90. Os estádios são divididos em: I - da emergência até 10% do desenvolvimento vegetativo (DV); II - 10% de DV até 80% do DV; III - 80% do DV até 100% do DV; IV - maturação; V - colheita.

Quanto à necessidade hídrica da cultura da beterraba, Pimentel (2004) apresenta valores aproximados de potencial de água letal para algumas espécies, sendo a *Beta vulgaris* tolerante a tensão de 5 MPa. Observa-se que ao longo do tempo, distintas abordagens sobre o tema foram realizadas e diferentes parâmetros foram estudados. Alguns autores relatam o efeito do nível de umidade do solo com o crescimento e o rendimento da cultura.

A estimativa da quantidade de água que é perdida para atmosfera pode ser determinada por métodos diretos e indiretos. De acordo com Miranda *et al.* (2001), a ET_0 pode ser mensurada utilizando métodos diretos ou estimada por meio de informações climáticas. No primeiro grupo, estão incluídos os diferentes tipos de lisímetros e o balanço de água no solo; enquanto que no segundo, estão enquadrados os métodos teóricos e empíricos, como os de Penman (1948), Thornthwaite (1948), Blaney & Criddle (1950), Jensen & Haise (1963), Priestley & Taylor (1972), Hargreaves (1977) e evapórimetros como o tanque “Classe A” (TCA), dentre outros (SENTELHAS, 2003).

De acordo com Allen *et al.* (1998), a evapotranspiração pode ser determinada com a avaliação de alguns componentes do balanço de água no solo. De forma resumida, o método consiste na avaliação dos fluxos de entrada e saída de água na zona radicular da cultura em um determinado período.

A evapotranspiração é uma variável muito estudada devido a sua importância na estimativa do consumo de água pelas plantas, podendo ser estimada pelo balanço de água no solo. De acordo com Jaccoud (1971), para o entendimento da função da água no solo, deve-se conhecer a quantidade de água contida numa unidade de massa ou volume de solo e os valores máximos de potencial matricial a ela associados. A umidade do solo constitui-se num dos parâmetros básicos mais importantes dentro do sistema solo-água-planta-atmosfera, na avaliação e no monitoramento dos sistemas hidrológicos.

Hillel (1970) comenta que o conhecimento de como as plantas utiliza água retida no solo e de como respondem aos níveis de armazenagem no perfil, pode ser uma saída viável para o estabelecimento de estratégias eficazes de manejo visando o melhor uso possível das reservas de água no solo pelas culturas.

Dentre as variáveis do balanço de água no solo, a precipitação e a irrigação são aqueles mais facilmente avaliados. De acordo com Silva (2007), o armazenamento da água no perfil do solo pode ser obtido pela integração dos perfis de conteúdo de água no

solo, o qual pode ser obtido por diferentes métodos de medição.

A importância do balanço de água no solo como ferramenta para avaliar a intensidade de entradas e saídas de água no solo está relacionada não apenas ao conhecimento dos fatores que o compõe, mas também ao conhecimento da cultura, que representa o ponto de partida para uma interpretação adequada dos dados obtidos no balanço (CINTRA *et al.*, 2000).

2.5 Resposta das Culturas à Disponibilidade Hídrica

A beterraba (*Beta vulgaris* L.) é uma planta C3 que apresenta boa adaptação ao déficit hídrico (PIMENTEL, 1998), pois possui um mecanismo de ajuste osmótico (TAIZ, 2004). O mesmo autor conclui que o ajuste osmótico permite a manutenção do turgor celular favorecendo os processos de crescimento vegetal e a transpiração sob potenciais hídricos mais baixos “e que este ajuste é uma aclimação que aumenta a tolerância à desidratação”. Comparando a beterraba com o feijão-de-corda (*Vigna unguiculata*), uma espécie que não possui este tipo de mecanismo fisiológico, McCree & Richardson (1987) *apud* Taiz (2004), concluíram que esse ajuste permite a planta aproveitar melhor a água no solo, não contribuindo, no entanto, de forma significativa para o aumento da produtividade. 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).

A produtividade média da beterraba, segundo Filgueira (2002) varia de 20 a 35 Mg ha⁻¹. Raízes de beterraba irrigadas com água salina sob diferentes lâminas de lixiviação, foram avaliadas por Ferreira *et al.* (2006) em Viçosa (MG), e apresentaram rendimento médio obtido de 37,5 Mg ha⁻¹, contudo sem diferença significativa entre os tratamentos. A produtividade obtida pelo autor demonstra o potencial da cultura de se desenvolver em condições de elevadas tensões de água no solo.

Para cultura da batata (cv. Monalisa) submetida ao déficit hídrico em estádios de desenvolvimento isolados, Bezerra *et al.* (1999) contabilizaram decréscimo na produtividade quando o déficit foi provocado nos estádios de tuberização e enchimento de tubérculos consecutivamente. A maior produtividade foi obtida quando o déficit foi aplicado somente na fase vegetativa (18,45 Mg ha⁻¹).

Sousa *et al.* (2008) submeteram duas cultivares de algodoeira herbáceo a diferentes lâminas de irrigação e determinaram respostas lineares e crescentes para a variável altura, e respostas quadráticas para diâmetro de colo e número de folhas. Os respectivos coeficientes de determinação foram 0,85; 0,93 e 0,99.

Hamada & Testezlaf (1995) utilizando um sistema irrigação por gotejamento manejado com base na evaporação medida no tanque classe “A”, afirmaram que a produção da cultura da alfaca foi influenciada por diferentes lâminas de água de irrigação, principalmente na fase final de seu desenvolvimento.

Para a cultura da roseira, Cavalcante Junior *et al.* (2008) obtiveram como resposta à produtividade de hastes comerciais, uma função polinomial quadrática, com R² igual 0,87, quando a cultura foi submetida a diferentes níveis de irrigação em casa de vegetação.

Monte (2007) concluiu para a cultura do tomate que 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. Uma vez que o autor não detectou diferença significativa entre os tratamentos e a variável de interesse (produção comercial), ressaltou a possibilidade de uso de menores lâminas de irrigação, principalmente em locais com baixa disponibilidade hídrica, além de representar menores custos.

2.6 Manejo da Irrigação

A estimativa do consumo de água pelas culturas assume grande destaque à medida que se busca maximizar a produção e minimizar custos (MEDEIROS, 2002). Entre os sistemas de irrigação, o de gotejamento tem sido um dos mais eficientes na reposição de água ao solo, favorecendo um aumento de produtividade e, em virtude de sua maior eficiência de aplicação, um maior aproveitamento no uso da água e uma redução na incidência de fitomoléstias (MAROUELLI *et al.* 2008). Na cultura da cenoura, Marouelli *et al.* (2007) propuseram para o sistema por gotejamento uma lâmina 20% menor que a necessária para atingir a capacidade de campo, devendo essa ser fracionada durante 2 ou 3 dias para melhor formação da faixa molhada.

Para o dimensionamento e manejo adequado da irrigação, a umidade inicial do solo, o volume de água aplicado, a vazão do gotejador, o disco saturado, e principalmente a condutividade hidráulica são parâmetros que devem ser conhecidos (MATSURA, 2008).

A metodologia TDR permite leituras pontuais e instantâneas das condições de umidade gravimétrica por meio da constante dielétrica do solo (TOPP *et al.*, 1980). Matsura, 2008 determinou o bulbo molhado, o coeficiente de Cristhiansen (CUC) e o de Hart (CUD) e da lâmina de irrigação a ser aplicada, empregando-se a técnica TDR (Reflectometria no domínio do tempo).

Características do solo como temperatura, classe textural, densidade e o conteúdo de sais, são fatores que, segundo Topp *et al.* (1980), não interferem significativamente na leitura da constante dielétrica aparente do solo (k_a). De acordo com Vaz (2008), a TDR estabelece a constante dielétrica do solo, pela medida da velocidade de propagação de ondas eletromagnéticas ao longo de uma haste metálica inserida no solo. O equipamento mede o tempo (t) necessário para um pulso eletromagnético, emitido em barras condutoras paralelas de comprimento L , cravadas no solo, alcançar o seu final (SILVA & GERVÁSIO, 1999). A utilização da técnica fornece uma determinação indireta da umidade do solo, que é precisa e não destrutiva, permitindo a determinação de umidade em tempo real e a continuidade e automação na coleta dos dados (COELHO *et al.* 2003).

Souza *et al.* (2006a) também consideram o método da TDR, um método confiável para determinação da umidade e da concentração da solução no mesmo volume de solo. Os autores ainda ressaltam que, para uma interpretação mais precisa da medida de condutividade elétrica do solo (e umidade do solo), é fundamental a calibração de uma curva específica para o local de estudo. Para um bom manejo de irrigação com sensores pontuais, como os tensiômetros (tensão de água no solo) ou a TDR (umidade volumétrica no solo), é importante uma distribuição dos mesmos de modo a amostrar adequadamente a área a ser irrigada (CALBO *et al.*, 2005). A localização adequada e o número de sensores no campo aparecem como um primeiro problema (COELHO *et al.*, 2003). Além dele, o treinamento para execução das medições e a manutenção dos equipamentos, devem ser também considerados.

**3 CAPÍTULO I – EVAPOTRANSPIRAÇÃO E COEFICIENTE DA CULTURA
PARA BETERRABA (*Beta vulgaris* L.) CULTIVADA EM SISTEMA
ORGÂNICO DE PRODUÇÃO, SOB DIFERENTES COBERTURAS DO
SOLO**

3.1 RESUMO

Três experimentos de campo com a cultura da beterraba *Beta vulgaris* 'Early Wonder Tall Top' foram conduzidos em área experimental da Fazendinha Agroecológica Km 47, localizada na cidade de Seropédica (RJ), km 07 da BR 465, latitude 22°45'13''S e longitude 43°40'23''W, com objetivo de se determinar a evapotranspiração (ETc) e os coeficientes da cultura (kc) para diferentes condições de cobertura do solo: palha da gramínea *Pennisetum purpureum* 'Cameroon', da leguminosa *Gliricidia sepium* e sem cobertura morta. Foi utilizado o delineamento experimental de blocos casualizados, com quatro repetições e seis lâminas de irrigação aplicadas por um sistema de gotejamento. Na presença de cobertura morta (dose de 2,5 kg m⁻² de material seco) ou sem cobertura, os tratamentos lâminas de irrigação (0, 29, 48, 78, 100 e 148% da ETc) foram estimados tendo como base o balanço de água no solo, de forma a repor a quantidade de água no perfil (0 – 0,20 m) até a capacidade de campo (0,255 cm³ cm⁻³), no canteiro utilizado como tratamento de referência (100% da ETc). O monitoramento da umidade do solo foi realizado com o auxílio da técnica da TDR. As lâminas totais de água aplicadas por tratamentos, considerando-se os eventos de precipitação e também as irrigações realizadas no período de aclimação das mudas no campo foram de 84, 101, 112, 128, 141 e 168 mm, no experimento com Cameroon, respectivamente para os tratamentos T1, T2, T3, T4, T5 e T6. Para o experimento com Gliricídia as lâminas foram 85, 105, 118, 139, 154 e 187 mm e para o experimento sem cobertura morta de 95, 130, 153, 190, 216 e 279 mm, respectivamente. Ao final do ciclo de cultivo, a ETc acumulada para a cultura da beterraba foi 59,41; 55,31 e 119,62 mm, respectivamente, para os experimentos com Cameroon, com Gliricídia e sem cobertura morta, sendo a evapotranspiração de referência (ETo) igual a 145,14 mm. Os valores médios de kc obtidos para as fases inicial, média e final de desenvolvimento foram de 0,39; 0,79 e 0,56 para o experimento com Cameroon; 0,42; 0,76 e 0,61 para o experimento com Gliricídia; 1,02; 1,18 e 0,84 para o experimento sem cobertura morta, respectivamente. Com base nos resultados obtidos, pode-se concluir que a prática do uso da cobertura do solo minimizou de forma expressiva a demanda hídrica da cultura da beterraba

PALAVRAS CHAVE: Lâminas de irrigação, TDR e gotejamento.

3.2 ABSTRACT

Three field experiments with beet (*Beta vulgaris* L., cv. Early Wonder Tall Top) were conducted in the experimental area of the SIPA (Integrated system of organic production), located in Seropédica (RJ), Brazil, in order to determine the crop evapotranspiration (ETc) and crop coefficients (kc) of the beet for different conditions of soil covers: straw of grass *Pennisetum purpureum* 'Cameroon', straw of legume *Gliricidia sepium* and without mulch. Experimental design in random blocks with four replications and six irrigation depths applied by a drip system was adopted. In the presence of mulch (dose of 2.5 kg m⁻² of dry material) or in bare soil, the treatment irrigation depth (0, 29, 48, 78, 100 and 148% of ETc) was estimated based on the soil water balance, in order to restore the amount of water in the profile (0 - 0.20 m) to the field capacity (0.255 cm³ cm⁻³), in the site used as the reference treatment (100% of ETc). The monitoring of soil moisture was carried out using the TDR technique. The total depths of water applied to treatments, considering the events of precipitation and the irrigation depth used in the period of acclimatization of the seedlings in the field, were 84, 101, 112, 128, 141 and 168 mm in the Cameroon experiment, respectively, for treatments T1, T2, T3, T4, T5 and T6. The depths were 85, 105, 118, 139, 154 and 187 mm and of 95, 130, 153, 190, 216 and 279 mm, respectively, for the experiment with *Gliricidia* and bare soil condition. At the end of the crop cycle, the accumulated ETc for beet was 59.41, 55.31 and 119.62 mm, respectively, for experiments with Cameroon, *Gliricidia* and bare soil, and the evapotranspiration of reference (ETo) was 145.14 mm. The values of kc obtained for the initial, middle and final stage of development were 0.39, 0.79 and 0.56 for the experiment with Cameroon; 0.42, 0.76 and 0.61 for experiment *Gliricidia*; and 1.02, 1.18 and 0.84 for the experiment without mulch, respectively. Based on the results, it was possible to conclude that the use of soil cover with grass or legume minimized significantly in the water demand of beet culture .

KEYWORDS: Irrigation depths, TDR end drip.

3.3 INTRODUÇÃO

Tendo em vista a limitada disponibilidade espacial e temporal dos recursos hídricos, a implementação de sistemas de irrigação vem se tornando restrita em diferentes partes do mundo. Associado a isso, a falta de manejo adequado a nível de parcela contribui para a aplicação de lâminas de água muitas vezes excessivas, colaborando com a escassez dos mananciais. Por outro lado, é fundamental o conhecimento das reais necessidades hídricas das culturas, pois o efeito do estresse hídrico no crescimento e produtividade das culturas depende da sua tolerância, resistência ou período de desenvolvimento mais sensível a falta d'água (KADAYIFCI *et al.*, 2005).

A evapotranspiração é influenciada pela energia disponível na superfície, pelo gradiente de pressão de vapor entre a superfície e atmosfera e pela resistência às transferências de vapor (SOUZA FILHO *et al.*, 2005). A evapotranspiração da cultura representa o fenômeno de evaporação de água do solo e de transpiração da planta que ocorrem concomitantemente (SOARES *et al.*, 2001). Sua estimativa pode ser feita conhecendo a evapotranspiração de referência, que está relacionada às condições climáticas do local da sua implantação, e também as características fisiológicas e morfológicas da cultura, representadas por meio do coeficiente da cultura (k_c).

O conhecimento do k_c permite a estimativa das necessidades hídricas de uma cultura, sendo fundamental para o manejo da irrigação e, conseqüentemente, na maximização do uso da água. O seu valor pode ser obtido pela razão ET_c/ET_o (DOORENBOS & PRUITT, 1977) ou por determinações feitas por meio de modelos físico-matemáticos (ALBUQUERQUE *et al.*, 2001; PEREIRA *et al.*, 1997).

Para diversas culturas, o k_c pode ser encontrado em tabelas fornecidas pela FAO (ALLEN *et al.*, 1998). Para a cultura da pimenta sob irrigação por gotejamento, Marouelli & Silva (2007) apresentam os coeficientes 0,40-0,65; 0,50; 1,00 e 0,80 para os estádios iniciais, vegetativo, frutificação e maturação. Para a mesma cultura, Miranda *et al.* (2006) determinaram para dois ciclos de colheita, valores de k_c iguais a 0,3, 1,22 e 0,65 no primeiro ciclo, correspondendo aos estádios inicial, médio e final e no segundo ciclo, 1,08 e 0,60 para os estádios médio e final.

Para a cultura da cebola em casa de vegetação, Kadayifci *et al.* (2005) obtiveram respostas estatisticamente semelhante na produtividade de bulbos quando suspenderam a irrigação na fase vegetativa e de maturação, sendo de 366,7 e 388,4 g por vaso com ET acumulada de 498,9 e 617,2 mm respectivamente. As lâminas totais acumuladas nestes casos foram de 447,0 e 568,3 mm.

Em solo coberto são alterados parâmetros importantes do microclima, como a temperatura do solo, cujas amplitudes variam com a absorvidade e condutividade térmica do material utilizado na cobertura. Além disso, a temperatura do solo influi na evaporação da água ali presente e no crescimento de microrganismos, fatores esses que, diretamente, também influenciam no consumo de água e no crescimento e desenvolvimento da cultura (GONÇALVES *et al.*, 2005). Segundo Andrade *et al.* (2002), a palhada na superfície do solo altera a relação solo-água, pois previne a evaporação reduzindo, assim, a taxa de evapotranspiração das culturas, e propicia aumento do intervalo entre irrigações, o que diminui a frequência do uso desta tecnologia. Por isso, torna-se necessário o conhecimento de coeficientes de cultivo para diferentes culturas em condições de solo coberto.

Com base no exposto, desenvolveu-se este trabalho com o objetivo de determinar a evapotranspiração e os coeficientes da cultura para a beterraba em diferentes condições de cobertura do solo.

3.4 MATERIAL E MÉTODOS

3.4.1 Caracterização da Área, preparo do solo e plantio

O experimento foi conduzido no SIPA (Sistema Integrado de Produção Agroecológica) conhecido como “Fazendinha Agroecologica do Km 47”, localizado no município de Seropédica-RJ. O SIPA é fruto da parceria oficializada entre Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA-Agrobiologia), Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ) e a Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio de Janeiro (PESAGRO-RIO), situa-se entre as coordenadas 22°46` S e 43°41`W, e apresenta uma área de 59 ha. De acordo com Cruz (2005), o clima da região é classificado como Aw segundo Köppen, com chuvas no verão e temperaturas elevadas e um inverno seco com temperaturas amenas. As chuvas se concentram no período de novembro a março, com precipitação anual média de 1213 mm e temperatura média anual de 24,5°C.

A gleba 12 (Figura 1), local da instalação do experimento, se localiza entre 34 e 35 m de altitude. O solo foi classificado por Almeida *et al.* (2003) como Argissolo Vermelho Amarelo; com a textura média variando de 15 a 20 % de argila na profundidade de 0,0 a 0,20 m, possui valores de água facilmente disponível (AFD) em torno de 5,67 a 7,56 mm (VILLELA, 2007). Segundo o mesmo autor, a gleba 12 esta compreendida entre as regiões que apresentam área com restrição potencial por disponibilidade de ar às raízes (20-30%) nas profundidades analisadas (0-0,30 m). A porosidade de aeração (PA) e a resistência a penetração (RP) permite distinguir duas áreas distintas dentro da gleba: PA na profundidade de 0-0,10 m apresentam valores entre 10 a 30 % e a RP com valores variando de 0 a 132 MPa.



Figura 1. Cultivo orgânico da beterraba (*Beta vulgaris* ‘Early Wonder Tall Top’): canteiros com mudas recém transplantadas em período de aclimatação (Seropédica – RJ, 2008).

A natureza química da área foi caracterizada conforme metodologia apresentada pela EMBRAPA (1997). As análises foram realizadas no laboratório de solos da Embrapa-Agrobiologia, após coleta de amostra na área experimental antes do preparo

inicial do solo na profundidade de 0,0 a 0,20 m (Tabela 1), que representa a profundidade efetiva do sistema radicular da beterraba transplantada assim com a altura do canteiro.

Tabela 1. Cultivo orgânico da beterraba (*Beta vulgaris* ‘Early Wonder Tall Top’): análise química do solo da área experimental (Seropédica – RJ, 2008).

Profundidade 0 - 0,20 m				
Ca+Mg	Ca	Mg	P	K
----- cmol _c dm ⁻³ -----			----- mg dm ⁻³ -----	
5,3	3,5	1,8	84	85

A área (gleba 12) foi preparada com uma aração e duas gradagem. Em seguida, os canteiros com 1,0 m de largura foram levantados por um encanteirador acoplado a um trator na altura de 0,20 m.

A adubação orgânica foi realizada 5 dias antes do transplântio utilizando esterco bovino na dosagem de 25 Mg ha⁻¹, segundo recomendação no Manual de Adubação do Rio de Janeiro (DE-POLLI & ALMEIDA, 1988). O esterco foi distribuído uniformemente nos canteiros com auxílio de um recipiente pré-calibrado e uma enxada. As coberturas de gramínea e/ou leguminosa foram colocadas nos canteiros um dia antes do início dos tratamentos. Conforme recomendação proposta por Oliveira (2005), a dosagem de cobertura morta utilizada foi de 2,5 kg m⁻², equivalendo à disposição de uma camada com espessura de 0,05 m, convertida em kg m⁻², de acordo com a densidade do material.

As coberturas mortas utilizadas nos experimentos foram provenientes de podas da leguminosa arbórea *Gliricídia* (*Gliricidia sepium*) e de uma gramínea (*Pennisetum purpureum* ‘Cameroon’), passadas em picadeira elétrica e seca à sombra, antes de sua distribuição nos canteiros. No momento do corte das plantas, foram coletadas amostras da parte aérea para estimativas dos teores de macro nutrientes nos tecidos. Essas amostras foram secas em estufa ventilada e regulada a 65°C até atingir peso constante, sendo então moídas. A determinação de N na biomassa foi baseada na metodologia recomendada por Bremner *et al.*, (1982). A determinação de P foi feita por colorimetria, pela formação da coloração azul do complexo fosfato-molibdato em presença de ácido ascórbico, e a de K por espectrofotometria de absorção atômica (EMBRAPA, 1997).

Na semeadura da beterraba, foram utilizadas sementes da variedade ‘Early Wonder Tall Top’ em bandejas de 200 células (1,6 x 10⁻⁵ m³) e que foram abastecidas com substrato constituído de subsolo argiloso, areia lavada, esterco bovino curtido, e vermicomposto, na proporção de 4:2:2:1 (base em volume). Durante as fases de germinação e crescimento das plântulas, estas foram irrigadas diariamente de forma manual em casa de vegetação. O transplântio foi realizado manualmente 26 dias após a semeadura (DAS), dia 23 de junho de 2008, com as mudas apresentando em média de 2 a 4 folhas e com área foliar média de 10,5 cm². As mudas foram espaçadas 0,25 x 0,15 m², totalizando 266.000 plantas por hectare.

Durante o período de aclimação das mudas, com duração de 25 dias, foram realizadas aplicações de água correspondentes à ETc, estimadas com base nas leituras do tanque Classe A, instalado ao lado da área experimental. Quanto ao surgimento de plantas espontâneas, segundo Horta *et al.* (2004), para a beterraba transplantada, o

período total de interferência (PTPI) é de 20 dias e o período que antecede a interferência (PAI) de 30 dias. Os canteiros foram limpos em três períodos: antes da colocação das coberturas, no meio e no final do período de cultivo. Esta última limpeza só foi necessária no experimento sem cobertura.

3.4.2 Sistema de irrigação e caracterização dos tratamentos

Das seis lâminas determinadas neste estudo, cinco foram aplicadas por gotejamento, utilizando gotejadores com três vazões diferentes (2,3; 3,75 e 7,8 L h⁻¹) e duas combinações dos mesmos, sendo a vazão de 6,1 L h⁻¹ a combinação dos gotejadores 2,3 e 3,75 L h⁻¹, e a vazão de 11,6 L h⁻¹, a combinação entre gotejadores de 3,75 e 7,8 L h⁻¹. As diferentes vazões foram em função da disponibilidade de gotejadores no mercado. A sexta lâmina de irrigação consistiu apenas do volume aplicado no período de aclimação e da precipitação efetiva (igual para todos os tratamentos). Os gotejadores externos (modelos Katif e Supertiff – PLASTRO) auto-reguláveis conectados às mangueiras de polietileno de 16 mm constituíram as linhas laterais (18m) e tubos de PVC de 50 mm, as linhas de derivação (9m). Na linha principal (PVC 50 mm) foram adaptados filtros disco, com 125 mesh, e de tela, de 200 mesh (Figura 2). Um registro de gaveta antes dos filtros foi instalado na linha principal seguido de um ponto de tomada de pressão. Na entrada de cada linha de derivação foram instalados registro de esfera e válvula reguladora de pressão (210 kPa) para controle da vazão e pressão, respectivamente (Figura 3). A água utilizada pelo sistema de irrigação foi recalçada de um reservatório localizado a 165 m da área experimental.



Figura 2. Cultivo orgânico da beterraba (*Beta vulgaris* ‘Early Wonder Tall Top’): registro de gaveta e válvula Shradler seguidos por conjunto de filtros (filtro de disco com 125 mesh e filtro de tela de 200 mesh) no sistema irrigado (Seropédica – RJ, 2008).



Figura 3. Cultivo orgânico da beterraba (*Beta vulgaris* 'Early Wonder Tall Top'): conjunto registro de esfera e válvula reguladora de pressão (210 kPa) para controle de vazão e pressão na linha de derivação (Seropédica – RJ, 2008).

Os canteiros (1,5 x 1,0 m²) eram irrigados por três linhas laterais de gotejamento paralelas ao maior comprimento (Figura 4), espaçadas 0,25 m entre si e 0,30 m entre gotejadores, totalizando 18 pontos de aplicação por parcela. As diferentes vazões foram definidas de acordo com a disponibilidade de gotejadores com as características supracitadas. Segundo Marouelli *et al.* (2007), para o gotejamento em canteiros de 100 a 120 cm de largura podem ser necessárias 2 ou 3 linhas de gotejadores por canteiros com espaçamento variando entre 0,20 e 0,30 m entre emissores.



Figura 4. Cultivo orgânico da beterraba (*Beta vulgaris* 'Early Wonder Tall Top'): posicionamento das linhas de gotejamento no sentido do comprimento do canteiro (Seropédica – RJ, 2008).

O delineamento estatístico adotado foi o de blocos ao acaso, com seis tratamentos (seis níveis de irrigação) e com quatro repetições, totalizando 24 parcelas em cada experimento. Cada parcela foi composta de 36 plantas, sendo consideradas úteis, as oito plantas centrais.

As lâminas de irrigação, que caracterizaram os tratamentos foram denominadas de T6, T5, T3, T3, T2 e T1 (Figura 5), correspondendo, respectivamente, às vazões de 11,6; 7,8; 6,1; 3,75; 2,3 e 0,0 L h⁻¹. As diferentes lâminas aplicadas por tratamento, considerando como controle o tratamento T5, aquele que repunha 100% da ETc, corresponderam a 148, 100, 78, 48, 29 e 0% da umidade necessária para elevar a umidade do solo atual à capacidade de campo.

A Figura 5 representa um esquema da área experimental com os três experimentos realizados simultaneamente, sendo os experimentos com cobertura morta de Cameroon, Gliricídia e sem cobertura morta representados pelos números romanos I, II e III, respectivamente.

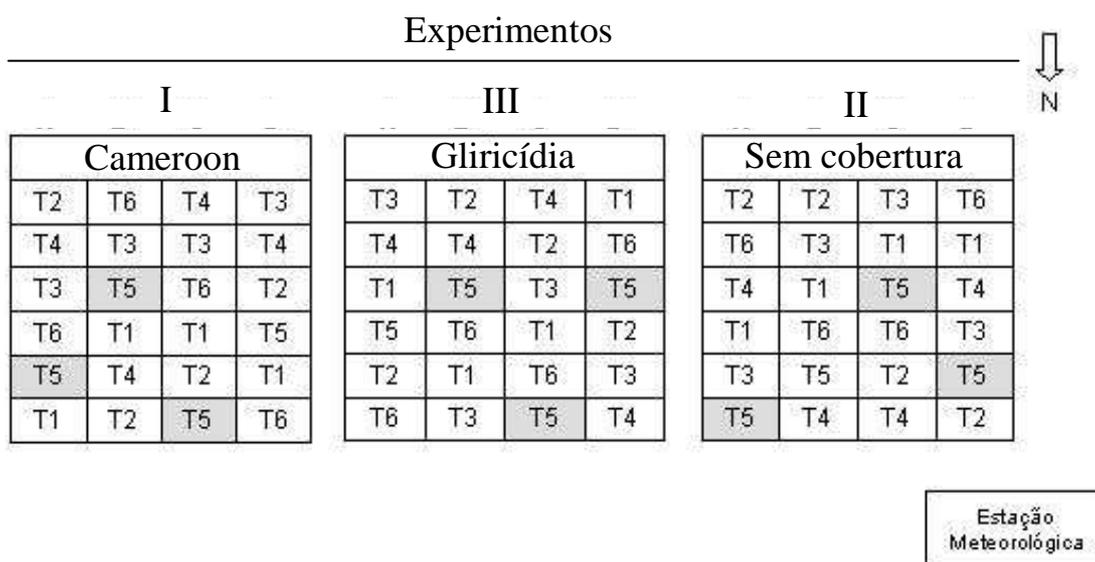


Figura 5. Cultivo orgânico da beterraba (*Beta vulgaris* ‘Early Wonder Tall Top’): distribuição dos tratamentos (T1 = 0%, T2 = 29%, T3 = 48%, T4 = 78%, T5 = 100% e T6 = 148% da ETc) nos três experimentos simultâneos (I = cobertura do solo com *Pennisetum purpureum* ‘Cameroon’; II = cobertura do solo com *Gliricidia sepium*; III = solo sem cobertura morta). Durante a aclimação, pós-transplante das mudas, a ETc foi estimada pelo tanque classe “A” (Seropédica – RJ, 2008).

3.4.3 Manejo da Irrigação

O manejo da irrigação foi realizado diariamente com base no balanço de água no solo, sendo monitorada a umidade do solo durante todo o ciclo da cultura. Para isso, foram utilizados sensores conectados a um TDR (Reflectometria no Domínio do Tempo), instalados nas parcelas referentes ao tratamento 100% ETc, nas profundidades de 0,10; 0,20 e 0,30 m, sendo consideradas as duas primeiras para a definição da lâmina de irrigação total necessária. A Figura 6 demonstra a utilização dos sensores no campo, posicionados horizontalmente em canteiro, situados entre quatro plantas vizinhas.



Figura 6. Cultivo orgânico da beterraba (*Beta vulgaris* 'Early Wonder Tall Top'): posicionamento dos sensores (TDR) no centro do canteiro, a profundidade de 0,10; 0,20 e 0,30 m para manejo da irrigação (Seropédica – RJ, 2008).

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).

Para realizar o manejo da irrigação com base no balanço hídrico no solo, determinou-se a capacidade de campo, diretamente no campo, sendo a umidade do solo monitorada pela própria técnica da TDR, durante 12 dias até a obtenção do valor constante de umidade.

In situ, a calibração da TDR consistiu em leituras diárias da constante dielétrica do solo (k_a), com auxílio de um computador portátil e o software TDR 2.07. Paralelamente foram coletadas amostras de solo com auxílio de um trado Uhland, nas mesmas profundidades que se encontravam os sensores (0,10, 0,20 e 0,30m). Pelo método da estufa (temperatura de 100-110°C por 24 horas) foi determinada a umidade volumétrica das amostras. Os valores de umidade volumétrica foram correlacionados com as respectivas constante dielétrica sendo obtidas equações de regressão lineares. Dessa forma, os valores de umidade volumétrica eram obtidos instantaneamente nas parcelas controle (T5 = 100% da ETc), após as leituras diárias da constante dielétrica do solo.

Para avaliação da precipitação efetiva (P_e), foi utilizado o seguinte critério: considerou-se a lâmina de água precipitada (mm) que proporcionou alteração nas leituras da constante dielétrica do solo nas leituras de TDR (diferença das leituras, anterior e posterior ao evento de precipitação pluviométrica) e que poderia ser utilizado pela planta na parcela controle; para os outros tratamentos, esta quantidade de água em milímetros determinada na parcela controle (T5) foi multiplicado por fatores correspondentes ao percentual de umidade para os diferentes tratamentos (0,487; 1,000; 1,205; 1,519; 1,705 e 2,000) que seria necessário para atingir a capacidade de campo nos tratamentos T6, T5, T4, T3, T2 e T1, respectivamente.

Com base na leitura de umidade da parcela controle, para cada tipo de cobertura, foram determinados os tempos de irrigação (Equação 4) considerando o emissor com $7,8 \text{ L h}^{-1}$ de vazão. Para isso, foi realizado o cálculo da lâmina de irrigação necessária

(Equações 1, 2 e 3) considerando uma eficiência do sistema (E_a) de 90%:

$$IRN = (Cc - \theta) \times Z \quad (1)$$

em que:

IRN = Irrigação real necessária, em mm

Cc = Capacidade de campo, em $\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$;

θ = Umidade volumétrica atual, em $\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$;

Z = profundidade considerada, em mm.

$$IRN^* = IRN \times \frac{PAM}{100} \quad (2)$$

em que:

IRN* = Irrigação real necessária localizada, em mm;

PAM = Porcentagem de área molhada, em %;

Um valor de PAM igual a 50% foi estimado, que representa um coeficiente de localização (k_L) igual a 0,6 utilizando a curva de Keller (1978) apresentada por Mantovani *et al.* (2007).

$$ITN^* = \frac{IRN^*}{E_a} \quad (3)$$

em que:

ITN* = Irrigação total necessária localizada, em mm;

E_a = eficiência do sistema, em %.

O tempo de irrigação foi obtido segundo equação abaixo:

$$T_i = \frac{ITN^*}{104} \quad (4)$$

em que:

T_i = tempo de irrigação, em horas;

104 = fator que relaciona vazão (L h^{-1}) de um gotejador (controle) com a sua área de atuação (m^2).

Próxima à área experimental, havia uma estação meteorológica cujos pluviógrafo e um tanque classe “A” permitiram quantificar a lâmina de chuva ocorrida durante a realização do experimento e a evapotranspiração da cultura, respectivamente,

durante período de aclimação. Os tratamentos tiveram início aos 25 dias após o transplântio.

3.4.4 Coleta dos dados climáticos

A fim de permitir a estimativa da evapotranspiração de referência (ET_o) pelo método de Penma-Monteith FAO (Allen *et al.*, 1998), foram utilizados dados climatológicos de uma estação meteorológica instalada próxima à área experimental. A estação continha sensores de radiação solar global incidente (piranômetro Kipp & Zonen, mod. SP-LITE-L), velocidade e direção do vento (anemômetro, 033001-L RM YOUNG) e temperatura e umidade relativa do ar (Vaisala, mod. HMP45C-L), além de um pluviógrafo (Globalwater, GL400-1-1) (Figura 7). Dentro de uma caixa de aço galvanizado, foi instalado um sistema de aquisição e armazenamento de dados (microdatalogger Campbell Scientific, mod CR23X), programado para coletar dados a cada três segundos e armazenar as médias e/ou totais a cada 30 min.



Figura 7. Cultivo orgânico da beterraba (*Beta vulgaris* 'Early Wonder Tall Top'): sensores posicionados na estação meteorológica contígua à área experimental (Seropédica – RJ, 2008).

3.4.5 Construção dos sensores e medidas de TDR

Na construção dos sensores metálicos, conforme metodologia apresentada por Souza *et al.* (2006a), o número, o espaçamento e o comprimento das hastes são os fatores variáveis. O desenho dessas guias de onda tem sido padronizado em alguns aspectos, mas não quanto ao espaçamento entre hastes, que deve estar relacionado ao diâmetro das mesmas, conforme a razão diâmetro/espaçamento > 0,1 a fim de evitar concentração de energia em torno das hastes.

As sondas foram constituídas de três hastes de aço inoxidável, com diâmetros de 0,003 m, e comprimento de 0,18 m sendo mantidas paralelas a uma distância de 0,015 m entre si. Cada haste foi introduzida dentro da resina epóxi 0,03 m, estando o cabo coaxial com 0,02 m dentro da mesma resina, para evitar a ruptura da solda entre o cabo

e a haste (Figura 8).

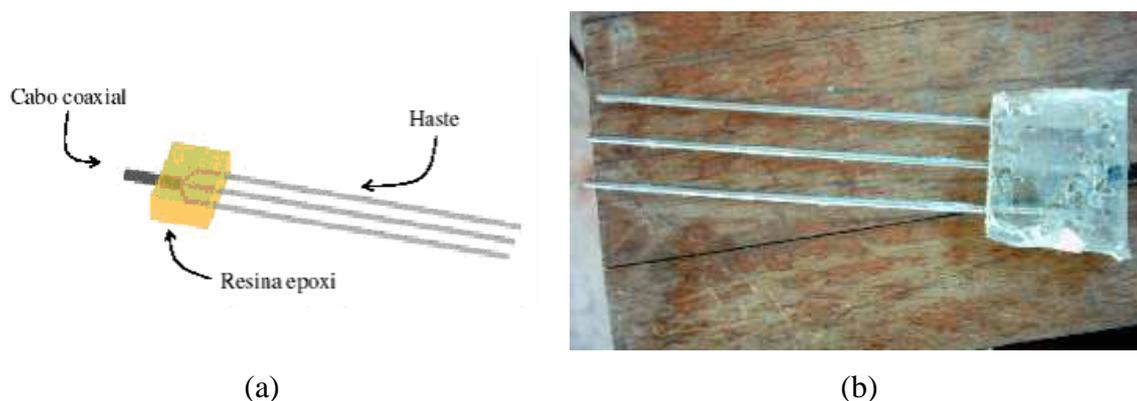


Figura 8. Cultivo orgânico da beterraba (*Beta vulgaris* 'Early Wonder Tall Top'): sonda de TDR para monitoramento da irrigação [(a) representação esquemática; (b) sensores construídos no Laboratório de Hidráulica (Deptº. de Engenharia, UFRuralRJ)] (Seropédica – RJ, 2008).

Um cabo coaxial flexível do tipo RG-58, 50 Ohms foi utilizado para conectar a guia de onda ao equipamento. Em uma de suas extremidades foi fixado, por pressão, um conector tipo BNC e na outra extremidade, a parte externa do cabo coaxial foi dividida para conectar-se nas duas hastes externas e a parte interna foi soldada à haste central da guia. É importante destacar que, para este tipo de solda ser feito é necessário à aplicação de ácido fosfórico a 1% na extremidade da haste de aço inoxidável.

É importante destacar que a resina tem a função de servir como um capacitor, necessário para marcar, eletronicamente, o início da guia de onda. O algoritmo interno da TDR necessita de um pico no início e de uma elevação no final da curva de voltagem versus tempo, para separar a guia de onda propriamente dita do restante do cabo. A função da resina foi gerar o pico no início da onda, sem o qual o algoritmo não consegue calcular corretamente a capacidade dielétrica do meio.

Após esta etapa, os sensores passaram por um processo de acabamento, sendo passadas em esmeril para retirada de rebarbas e padronização do comprimento das hastes em 0,18 m na parte externa à resina. Em seguida, as mesmas foram testadas em água antes de serem instaladas em campo para verificação de seu funcionamento, ou seja, verificação da constante dielétrica da água. Sabe-se que a constante dielétrica, a temperatura de 27°C, da água deionizada é 80.

As leituras ou medidas de umidade do solo foram realizadas diariamente com auxílio de um computador portátil conectado a TDR para visualização da onda e dos valores da constante dielétrica (k_a).

3.4.6 Evapotranspiração da Cultura (ET_c) e Coeficiente da cultura (k_c)

Para determinação da evapotranspiração (ET_c) foi utilizada a Equação 5 de acordo com Boletim FAO 56 (ALLEN *et al.*, 1998).

$$ET_c = I + P - RO - DP + CR \pm \Delta SF \pm \Delta SW \quad (5)$$

em que

I – irrigação, em mm;

P – precipitação, em mm;

RO - escoamento superficial, em mm;

DP - drenagem profunda, em mm;

CR - ascensão capilar, em mm;

ΔSF - variação dos fluxos subsuperficiais de entrada e saída, em mm; e

ΔSW - variação no armazenamento, em mm.

Em virtude das características da área, foram desprezados nesta equação os seguintes termos: escoamento superficial (RO) por se tratar de uma área plana onde não há ocorrência de escoamento superficial vindo de área a montante; drenagem profunda (DP), por ser o cálculo da irrigação determinado para os 20 primeiros cm de profundidade (altura do canteiro e profundidade efetiva do sistema radicular); ascensão capilar (CR), por não haver presença de lençol freático e variação dos fluxos subsuperficiais (ΔSF), que segundo Reichardt & Timm (2004) para períodos diários de monitoramento não é viável.

Para a determinação da ET_c foi considerado o valor da irrigação real necessária localizada (IRN^*) (Equação 2), e como a aplicação de água nos canteiros tinha como finalidade atingir a capacidade de campo, contabilizou-se este valor como sendo a ET_c da cultura.

O coeficiente da cultura (k_c) foi determinado para as três condições de cobertura do solo (experimentos I, II e III) composto por palhada de *P. purpureum*, *G. sepium* e sem cobertura morta no solo, por meio da razão entre evapotranspiração efetiva da cultura da beterraba (ET_c), calculada por meio do balanço de água no solo nos três experimentos, e a ET_0 estimada pelo método de Penman-Montheth (ALLEN *et al*, 1998).

3.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

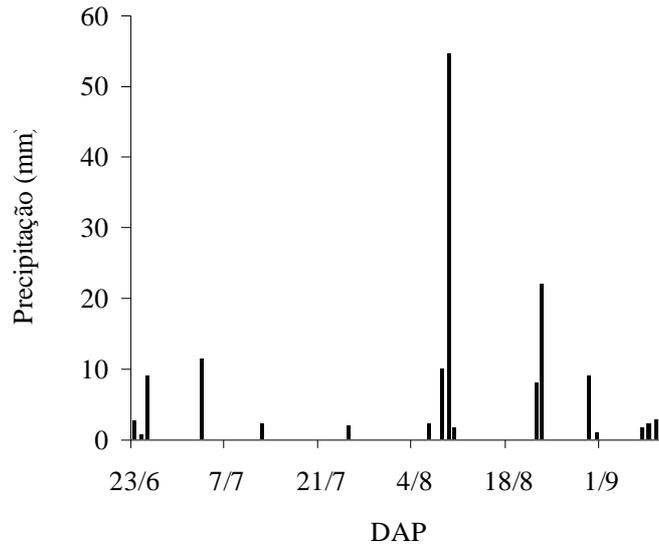
3.5.1 Dados climáticos

A Tabela 2 apresenta os valores de evapotranspiração de referência estimados pelo modelo de Penman-Monteith. O valor máximo de ET_0 ocorreu no dia 6 de setembro com 3,95 mm, dia em que os valores médios de umidade relativa mínima, umidade relativa média e velocidade do vento foram de 28,5%, 70,2% e 2,37 m s⁻¹, respectivamente.

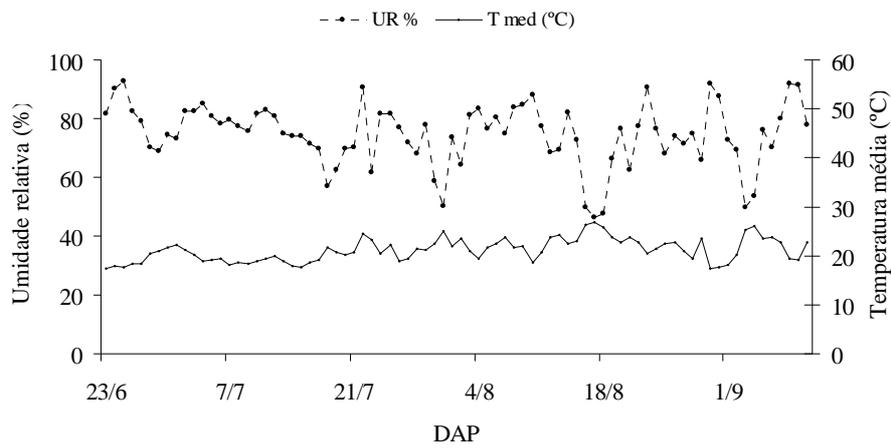
Tabela 2. Cultivo orgânico da beterraba (*Beta vulgaris* 'Early Wonder Tall Top'): valores de evapotranspiração de referência (mm) pelo método de Penman-Montheit para o período experimental (Seropédica – RJ, 2008).

Data	ET ₀								
23/6	0,90	9/7	1,90	25/7	2,35	10/8	1,57	26/8	2,74
24/6	0,76	10/7	1,63	26/7	2,30	11/8	2,64	27/8	3,38
25/6	0,92	11/7	1,66	27/7	2,28	12/8	2,98	28/8	3,37
26/6	1,70	12/7	1,89	28/7	2,47	13/8	3,28	29/8	3,58
27/6	1,70	13/7	2,16	29/7	2,65	14/8	2,69	30/8	1,40
28/6	1,94	14/7	2,14	30/7	2,44	15/8	3,25	31/8	1,49
29/6	2,11	15/7	2,04	31/7	2,59	16/8	3,23	1/9	3,83
30/6	2,17	16/7	2,11	1/8	3,20	17/8	3,47	2/9	3,35
1/7	2,76	17/7	2,25	2/8	2,55	18/8	3,53	3/9	3,30
2/7	2,12	18/7	2,06	3/8	1,57	19/8	3,64	4/9	3,84
3/7	1,34	19/7	2,19	4/8	1,30	20/8	3,32	5/9	3,22
4/7	1,50	20/7	2,56	5/8	2,25	21/8	3,37	6/9	3,95
5/7	1,77	21/7	2,09	6/8	1,89	22/8	3,04	7/9	3,85
6/7	2,00	22/7	2,28	7/8	2,19	23/8	1,31	8/9	1,49
7/7	2,02	23/7	2,19	8/8	1,73	24/8	2,67	9/9	1,00
8/7	2,11	24/7	2,17	9/8	1,43	25/8	3,40	10/9	3,20

As ocorrências de precipitação bem como a variação da temperatura e umidade relativa média do ar durante o período de cultivo da beterraba estão apresentadas na Figura 9. Durante o período de cultivo campo (80 dias), a chuva acumulada foi de 147,3 mm. O maior evento de precipitação foi de 58,0 mm no dia 10 de agosto, entretanto foi contabilizado como precipitação efetiva uma lâmina de 3,3 mm. Nota-se na Figura 9 que os eventos de precipitação ocorridos entre os dias 7 e 12 de agosto estão associados a um relativo aumento da umidade relativa com concomitante redução da temperatura média. Durante o período após transplântio, a umidade relativa mínima média registrada foi de 44,2% e umidade relativa média 74,6%. A temperatura média durante o período experimental não superou 27 °C. A menor temperatura média registrada foi de 17,4 °C nos dias 23 de junho e 30 de agosto.



(a)



(b)

Figura 9. Cultivo orgânico da beterraba (*Beta vulgaris* ‘Early Wonder Tall Top’): (a) precipitação pluviométrica; (b) temperatura e umidade relativa média, durante o período experimental (Seropédica – RJ, 2008). * DAP = dias após transplantio.

3.5.2 Monitoramento da umidade no solo

A Figura 10 apresenta o resultado do teste de campo realizado para a obtenção do valor da capacidade de campo. Nota-se que até o 5º e 6º dias ocorre grande oscilação de umidade (médias das camadas de solo 0,0 – 0,10 e 0,10 – 0,20 m) no solo. A capacidade de campo foi obtida com os valores médios de umidade a partir do 8º dia, quando ocorreu maior estabilidade dos valores. O valor obtido para a umidade volumétrica correspondente à capacidade de campo foi de $0,255 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$.

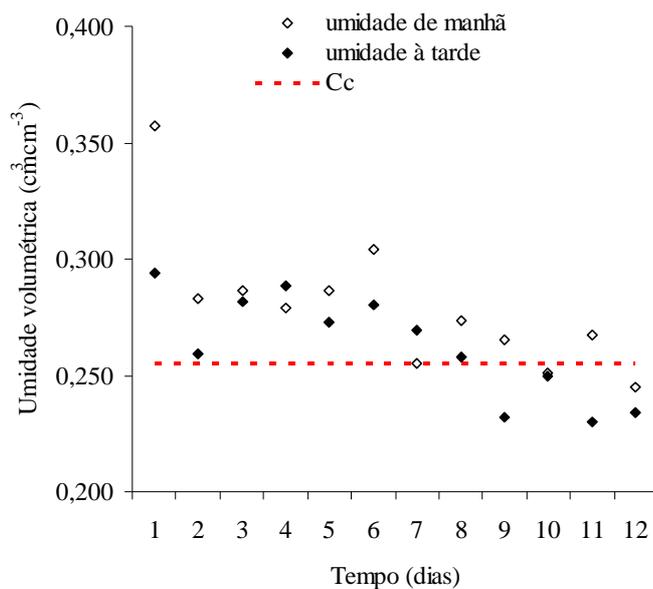
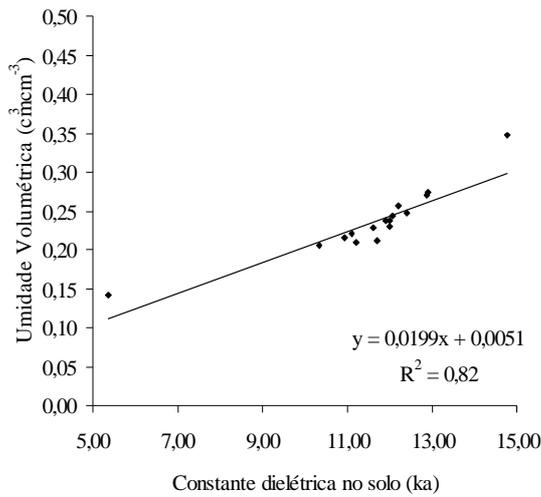
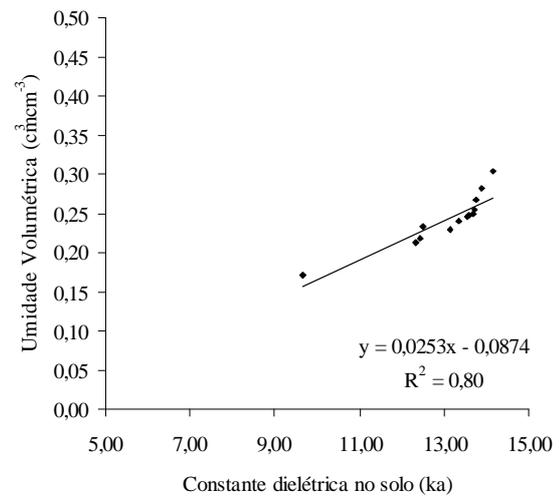


Figura 10. Cultivo orgânico da beterraba (*Beta vulgaris* ‘Early Wonder Tall Top’): perfis de umidade do solo (na área experimental encanteirada) para determinação da capacidade de campo (Cc) (Seropédica – RJ, 2008).

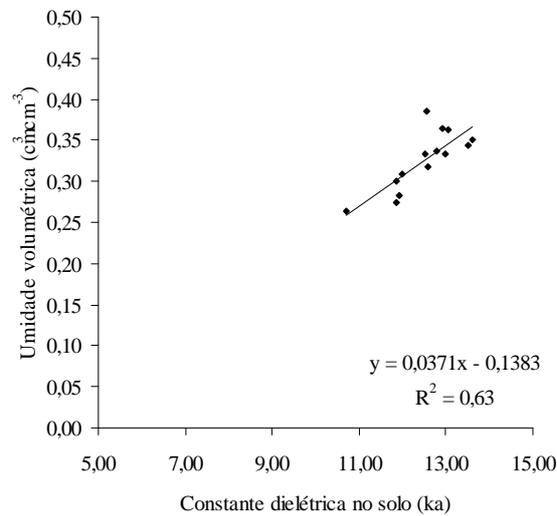
As equações de calibração para uso da TDR são apresentadas na Figura 11, para as três profundidades avaliadas. Principalmente para as profundidades 0 – 0,10 m e 0,10 – 0,20 m, que foram aquelas utilizadas efetivamente para o manejo da água, é possível constatar um adequado ajuste dos dados ao modelo linear gerado pela regressão.



(a)



(b)



(c)

Figura 11. Cultivo orgânico da beterraba (*Beta vulgaris* ‘Early Wonder Tall Top’): curvas de calibração obtidas com a TDR utilizadas no monitoramento da umidade volumétrica do solo da [area experimental encanteirada [profundidades de 10 (a), 20 (b) e 30 cm (c)] (Seropédica – RJ, 2008).

De acordo com Cotrim *et al.* (2008), a maior precisão na estimativa da umidade foi encontrado com modelos de calibração obtidos com amostra de solo indeformada comparado com amostras deformadas.

Com base nas equações apresentadas na Figura 11, foram aplicadas as lâminas de irrigação para manutenção da capacidade de campo em $0,255 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$. Vale ressaltar que os eventos de irrigação foram independentes em função dos experimentos com suas respectivas coberturas mortas, compostas por *Pennisetum purpureum* ‘Cameroon’ - I, *Gliricidia sepium* - II e sem cobertura morta - III e que apresentaram comportamentos distintos, conforme resultados apresentados nas Figuras 12, 13 e 14, respectivamente.

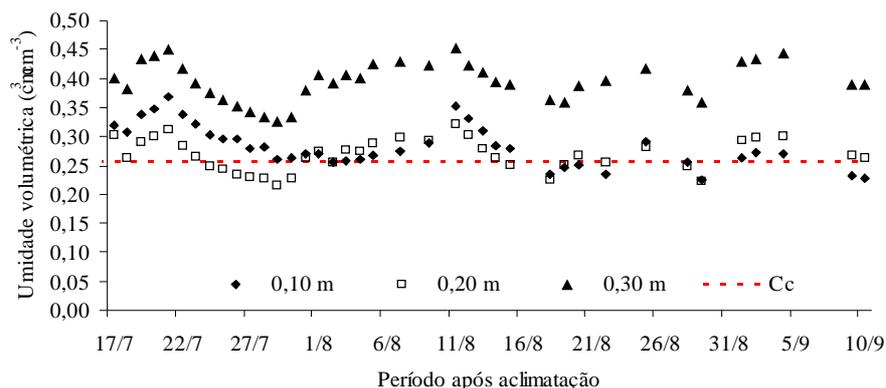


Figura 12. Cultivo orgânico da beterraba (*Beta vulgaris* ‘Early Wonder Tall Top’): perfis de umidade do solo na área experimental encanteirada (profundidades de 10, 20 e 30 cm) em parcela sob cobertura do solo com palhada de *Pennisetum purpureum* ‘Cameroon’ (Seropédica – RJ, 2008).

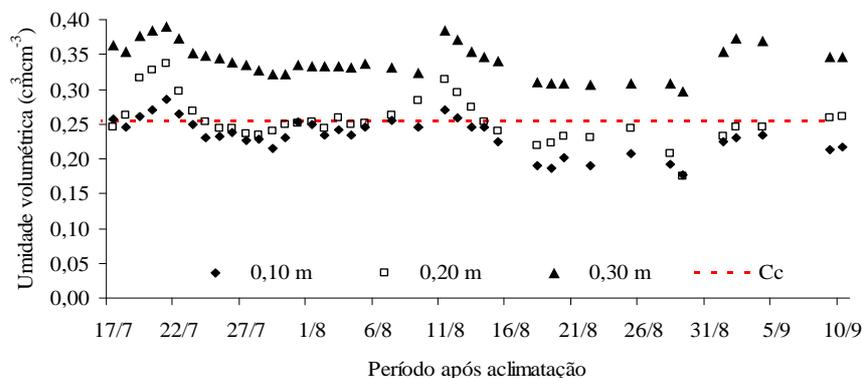


Figura 13. Cultivo orgânico da beterraba (*Beta vulgaris* ‘Early Wonder Tall Top’): perfis de umidade do solo na área experimental encanteirada (profundidades de 10, 20 e 30 cm) em parcela sob cobertura do solo com palhada de *Gliricidia sepium* (Seropédica – RJ, 2008).

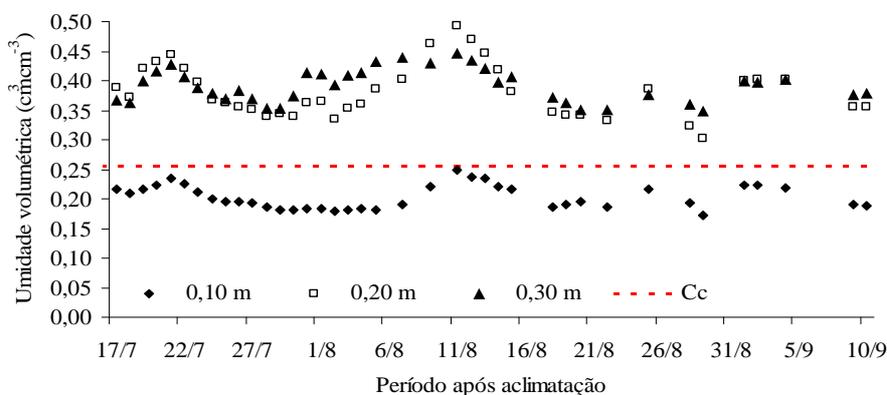


Figura 14. Cultivo orgânico da beterraba (*Beta vulgaris* ‘Early Wonder Tall Top’): perfis de umidade do solo na área experimental encanteirada (profundidades de 10, 20 e 30 cm) correspondendo às parcelas sem cobertura morta (Seropédica – RJ, 2008).

A linha pontilhada representa o valor de umidade do solo correspondente à capacidade de campo (Cc) previamente determinada e que serviu de referência para reposição de 100% da água necessária (ETc) no tratamento T5. Pode-se observar nas Figuras 12, 13 e 14, que a mudança no tipo de cobertura alterou a demanda por água para cada experimento, na tentativa de suprir o déficit de água existente em relação à Cc. Isso pode ser notado pelo afastamento da linha referente à profundidade em relação a linha pontilhada ($Cc = 0,255 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$). No experimento sem cobertura (Figura 14) essa diferença se torna bem evidente.

As aparentes oscilações de umidade nas referidas Figuras coincidem com a última irrigação de aclimação (16 de julho) e com os eventos de precipitação ocorridos no período de monitoramento (Figura 9).

Pelo fato das medidas de TDR serem realizadas antes das irrigações, observa-se que quando a irrigação era necessária, as leituras sempre se posicionavam abaixo da linha de referência da Cc (linha pontilhada). É importante ressaltar que em função das irrigações serem diárias e localizadas, não foi aplicado o conceito de umidade crítica para no manejo da irrigação para a cultura da beterraba.

Nas figuras 12, 13 e 14, observa-se maiores valores de umidade no solo na profundidade de 0,30m e que foram de 0,394; 0,453; 0,298 e 0,036, respectivamente para umidade média, máxima, mínima e desvio padrão. Esse fato pode estar relacionado com a maior estruturação dessa camada, uma vez que a essa profundidade o encaiteirador não alcança. Os valores de umidade média nos três experimentos para as profundidades monitoradas de 0,10 e 0,20 m estão apresentados na Tabela 3, assim como a umidade máxima, mínima e o desvio padrão.

Tabela 3. Cultivo orgânico da beterraba (*Beta vulgaris* ‘Early Wonder Tall Top’): umidades volumétricas média, máxima e mínima ($\text{cm}^3 \text{ cm}^{-3}$) do solo na área experimental encanteirada, para os três experimentos (I = palhada de *Pennisetum purpureum* ‘Cameroon’; II = palhada de *Gliricidia sepium*; III = solo sem cobertura morta), durante o ciclo da hortaliça (profundidades de 10 e 20 cm) (Seropédica – RJ, 2008).

Experimentos	Umidade média		Umidade máxima		Umidade mínima		Desvio padrão	
	Profundidade (cm)							
	10	20	10	20	10	20	10	20
I	0,231	0,268	0,277	0,320	0,200	0,217	0,019	0,027
II	0,234	0,228	0,285	0,294	0,177	0,158	0,025	0,031
III	0,203	0,261	0,249	0,329	0,173	0,202	0,020	0,029

3.5.3 Evapotranspiração da Cultura (ETc) e Coeficiente da cultura (kc)

A Figura 15 apresenta a evapotranspiração da cultura (ETc) obtida com a técnica TDR e a evapotranspiração de referência pelo método de Penman-Montheit (ET₀) acumuladas (em mm) durante o período após aclimação (25 dias).

Ao final do ciclo de cultivo, a ETc acumulada para a cultura da beterraba foi 59,41; 55,31 e 119,62 mm, respectivamente, para os experimentos com palhada de *Pennisetum purpureum* ‘Cameroon’, com palhada de *Gliricidia sepium* e sem cobertura morta, sendo a evapotranspiração de referência (ET₀) igual a 145,14 mm.

A última irrigação de aclimação (16 de julho) elevou a umidade do solo no experimento com palhada de Cameroon e de Gliricídia de $0,235$ e $0,239 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$ para $0,250$ e $0,257 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$ no dia 17 de julho, respectivamente. No experimento sem cobertura morta, a umidade variou de $0,191$ para $0,215 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$. Durante os seis primeiros dias de aplicação dos tratamentos, somente o experimento sem cobertura demandou água suplementar (Figura 15c). As palhadas da gramínea (Cameroon) e da leguminosa (Gliricídia) foram colocadas sob os canteiros no dia 16 de julho, após capina manual dos três experimentos, de modo a oferecer condições semelhantes na superfície do solo.

Na Figura 15c, nota-se que a ET_c a partir do dia 28 de julho (61 dia após o transplantio - DAT) tende a assumir valores superiores aos de ET_0 no experimento sem cobertura morta. Isso se deve ao fato da componente evaporação ter se mantido alta em relação à componente transpiração no contexto da evapotranspiração da cultura. As umidades relativas média e mínima foram de $50,3$ e $15,5\%$, respectivamente, combinada com a velocidade do vento de $1,7 \text{ m s}^{-1}$ no dia 31 de julho (64 DAT). Dos 61 aos 66 DAT, a ET_c variou de $4,09$ a $4,53 \text{ mm}$, diminuindo seus valores daí em diante. O fato da inexistência de cobertura morta do solo neste experimento proporcionou maiores perdas por evaporação neste período até que se formasse uma faixa efetivamente molhada (GONÇALVES *et al.*, 2005). No dia 8 de agosto (72 DAT) ocorreu uma precipitação pluvial de $10,2 \text{ mm}$, fato que pode ser verificado na mudança de tendência do ângulo de inclinação da linha de ET_c (Figura 15c).

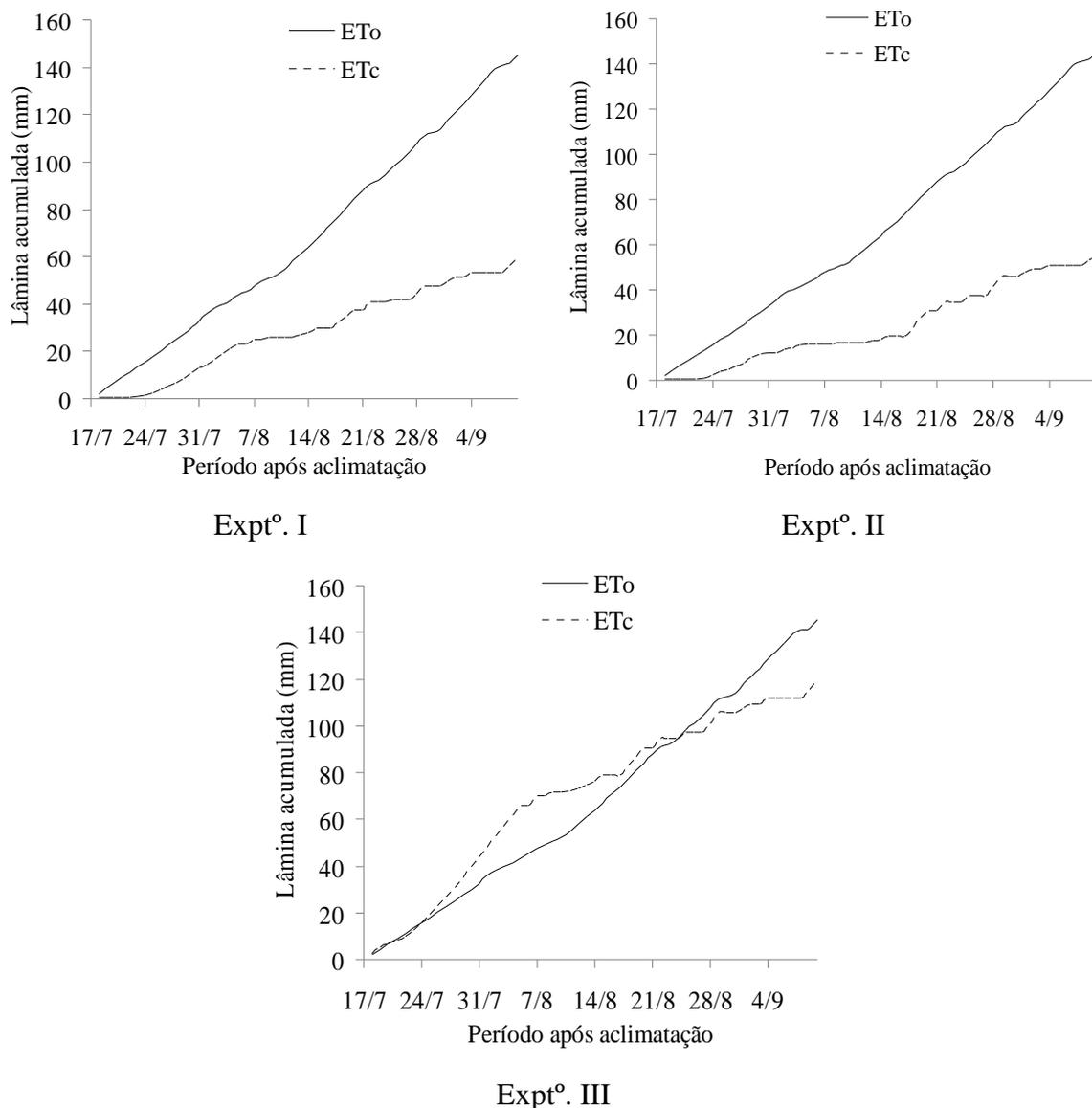
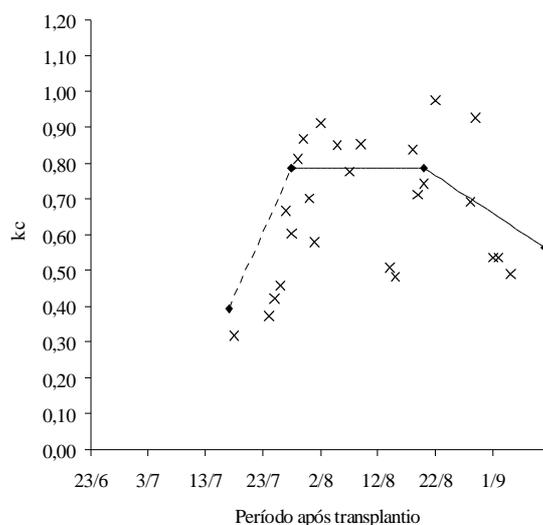


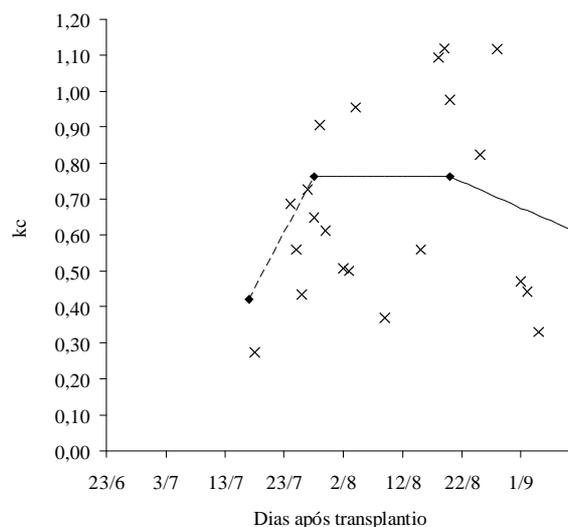
Figura 15. Cultivo orgânico da beterraba (*Beta vulgaris* ‘Early Wonder Tall Top’): lâminas acumuladas de ETc e ETo na área experimental encanteirada (solo à capacidade de campo). Expt^o. I = cobertura do solo com *Pennisetum purpureum* ‘Cameroon’; II = cobertura do solo com *Gliricidia sepium*; III = solo sem cobertura morta (Seropédica – RJ, 2008).

A Figura 16 apresenta a dispersão dos valores de kc da beterraba, para as três condições de cobertura do solo (Expt^{os}. I - Cameroon, II - Gliricídia e III – sem cobertura morta) bem como os valores médios para as diferentes fases de desenvolvimento da cultura.

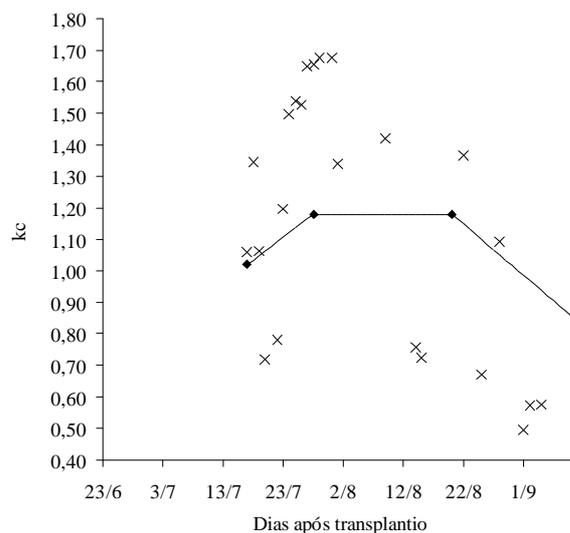
Para a definição da duração de cada fase de cultivo para a cultura da beterraba de mesa considerou-se: estágio I = até 15% da cobertura do solo (30 dias); estágio II = final do estágio I até 90% de cobertura do solo (24 dias) e estágio III = final do estágio II até a colheita (21 dias) (COSTA *et al.*, 2008). Os estádios de desenvolvimento preconizados por Doorenbos & Kassam (1979) para o cultivo da beterraba açucareira, é em média, 70 dias maior que para a beterraba de mesa.



Expt. I



Expt. II



Expt. III

Figura 16. Cultivo orgânico da beterraba (*Beta vulgaris* ‘Early Wonder Tall Top’): dispersão dos valores de kc (x) e de kc médios (●) da relação ETc/ETo na área experimental encanteirada (solo à capacidade de campo). Expt. I = cobertura do solo com *Pennisetum purpureum* ‘Cameroon’; II = cobertura do solo com *Gliricidia sepium*; III = solo sem cobertura morta (Seropédica – RJ, 2008).

A Tabela 4 apresenta os valores médios de kc obtidos a partir da Figura 16 e aqueles apresentados por Allen *et al.* (1998). Os valores médios de kc para cada fase foram obtidos por meio das médias dos valores individuais calculados no mesmo período. Nota-se que os valores obtidos para os experimentos com cobertura são relativamente próximos aos fornecidos pela FAO-56, nos estádios iniciais. É nítida a diferença entre os valores de kc obtidos nos experimentos com cobertura daqueles medidos no experimento sem cobertura.

Tabela 4. Cultivo orgânico da beterraba (*Beta vulgaris* ‘Early Wonder Tall Top’): valores de kc (relação ET_c/ET_0) na área experimental em diferentes estádios do ciclo da hortalíça. Exptº. I = cobertura do solo com *Pennisetum purpureum* ‘Cameroon’; II = cobertura do solo com *Gliricidia sepium*; III = solo sem cobertura morta (Seropédica – RJ, 2008).

EXPERIMENTO	ESTÁDIO DO CICLO		
	Estádio I (inicial)	Estádio II (médio)	Estádio III (final)
I	0,39	0,79	0,56
II	0,42	0,76	0,61
III	1,02	1,18	0,84
Boletim FAO 56	0,35	1,20	0,70

* Boletim FAO 56 (Allen *et al.*, 1998)

Para as fases inicial, média e final, as diferenças percentuais dos valores de kc para solo coberto com palhada de Cameron em relação ao sem cobertura morta foram de 61,8; 33,1 e 33,3%, respectivamente. Considerando a cobertura morta de Gliricídia, essas diferenças foram de 58,8; 35,6 e 27,4%, respectivamente. Com base nos valores apresentados de variação percentual entre os valores de kc, é possível constatar o efeito da cobertura morta, principalmente na fase inicial de cultivo, em que a componente evaporação da água no solo no processo da evapotranspiração torna-se mais relevante. Com o desenvolvimento da cultura, a diferença percentual foi diminuindo tendo em vista o crescimento do dossel e, conseqüentemente, o aumento da componente transpiração. Comportamento semelhante foram obtidos por Gonçalves *et al.* (2005) para a cultura da alface, quando as diferenças de consumo da cultura em solo descoberto em relação ao solo coberto foram de 63,0; 31,8 e 5,2%, respectivamente, para as fases inicial, média e final.

3.6 CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos, pode-se concluir que:

- a ETc da cultura da beterraba foi expressivamente inferior quando foram utilizadas coberturas mortas de *Pennisetum purpureum* 'Cameroon' ou *Gliricidia sepium* no solo e;
- os valores de kc nos estádio I e II da hortaliça nos experimentos com cobertura morta no solo foram bem inferiores aos determinados no experimento sem cobertura morta e os apresentados pelo Boletim FAO 56.

**4 CAPÍTULO II – FUNÇÃO DE RESPOSTA E EFICIÊNCIA DO USO DA
ÁGUA DA CULTURA DA BETERRABA (*Beta vulgaris* L.) CULTIVADA
ORGANICAMENTE, SOB DIFERENTES LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO E
COBERTURAS DO SOLO**

4.1 RESUMO

Três experimentos de campo com a beterraba *Beta vulgaris* 'Early Wonder Tall Top' foram conduzidos em área experimental da Fazendinha Agroecológica do Km 47, localizada na cidade de Seropédica (RJ), km 07 da BR 465, latitude 22°45'13''S e longitude 43°40'23''W. Os experimentos constaram de três condições de cobertura do solo utilizando palha da gramínea *Pennisetum purpureum* 'Cameroon', da leguminosa *Gliricidia sepium* e sem cobertura morta e tiveram como objetivo determinar o rendimento da cultura, gerar funções de resposta e avaliar a eficiência do uso da água (EUA) sob aplicação de seis diferentes lâminas de irrigação. Em cada experimento, utilizou-se o delineamento em blocos casualizados com quatro repetições e as diferentes lâminas aplicadas por um sistema de irrigação por gotejamento. As variáveis de produção avaliadas foram massa fresca e massa seca de raiz, folha e pecíolo, área foliar, número de folhas por planta, comprimento e diâmetro da raiz. Na presença de cobertura morta (dose de 2,5 kg m⁻² de material seco) ou sem cobertura, os tratamentos lâminas de irrigação (0, 29, 48, 78, 100 e 148% da ETc) foram estimados tendo como base o balanço hídrico no solo, considerando como tratamento de referência aquele que repunha 100% da ETc. As lâminas totais de água aplicadas nos tratamentos, considerando-se os eventos de precipitação (irrigação + chuva), e também as irrigações realizadas no período de aclimação das mudas no campo foram de 168, 141, 128, 112, 101 e 85 mm para o experimento com cobertura morta de Cameroon, respectivamente aos seis tratamentos. Para o experimento com cobertura de Gliricídia as lâminas foram de 187, 154, 139, 118, 105 e 85 mm e para o experimento sem cobertura morta foi de 274, 216, 190, 153, 130 e 95 mm. Para os tratamentos com cobertura morta, não foram observadas diferenças significativas ao nível de 5% de probabilidade para nenhuma das variáveis avaliadas, com exceção da variável comprimento de raiz no experimento com Cameroon. Em média, a produtividade (massa fresca da raiz) foi de 24,6 e de 41,6 Mg ha⁻¹, respectivamente, para experimento com Cameroon e com Gliricídia. No experimento sem cobertura morta, esse valor foi de 28,7 Mg ha⁻¹, sendo, no entanto, obtida diferença significativa para essa variável e uma função de regressão polinomial quadrática, com R² de 0,72. Considerando irrigação total, os máximos valores de EUA foram de 25,63, 40,25 e 26,08 kg m⁻³, para os experimentos com palhada de Cameroon, com palhada de Gliricídia e sem cobertura morta, respectivamente.

PALAVRAS-CHAVE: Função de produção, eficiência do uso da água e beterraba.

4.2 ABSTRACT

Three field experiments with beet (*Beta vulgaris* L., cv. Early Wonder Tall Top) were conducted in the experimental area denominated Fazendinha Agroecológica Km 47, located in Seropédica (RJ), Brazil, in order to determine the crop yield, generating production functions and to evaluate the water use efficient (WUE) in the culture under different irrigation depths. The experiments were conducted under three conditions of soil cover: straw of grass *Pennisetum purpureum* 'Cameroon', straw of legume *Gliricidia sepium* and bare soil. In each experiment, experimental design in random blocks with four replicates and the different depths applied by a drip irrigation system was used. The production variables evaluated were the fresh and dry weight of root, leaf and petiole, leaf area, number of leaves per plant, length and diameter of the root. In the presence of mulch (dose of 2.5 kg m⁻² of dry material) or without coverage, the treatment irrigation depths (0, 29, 48, 78, 100 and 148% of ET_c) was estimated based on the soil water balance, in order to restore the amount of water in the profile (0 - 0.20 m) to the field capacity (0.255 cm³ cm⁻³), in the site used as the reference treatment (100% of ET_c). The total depths of water applied to treatments, considering the events of precipitation and the irrigation depth used in the period of acclimatization of the seedlings in the field, were 84, 101, 112, 128, 141 and 168 mm in the Cameroon experiment, respectively, for treatments T1, T2, T3, T4, T5 and T6. The depths were 85, 105, 118, 139, 154 and 187 mm and of 95, 130, 153, 190, 216 and 279 mm, respectively, for the experiment with *Gliricidia* and bare soil condition. For the cover treatments were not verified significant differences on level of 5% probability for any of variables, except for variable length of root in the experiment with Cameroon. In medium, the productivity (fresh weight of root) was 24.6 and 41.6 Mg ha⁻¹, respectively, for experiments with Cameroon and *Gliricidia*. In the without cover system, this value was 28.7 Mg ha⁻¹, which, however, obtained a significant difference for this variable and a function of quadratic polynomial regression, with R² of 0.72. Considering the total irrigation, the maximum values of WUE were 25.63, 40.25 and 26.08 kg m⁻³, for the experiments with straw Cameroon, straw *Gliricidia* and bare soil, respectively.

KEYWORDS: Production function, water efficient use, beet.

4.3 INTRODUÇÃO

A demanda máxima de água exigida pela cultura é de fundamental importância para o dimensionamento de redes hidráulicas de projetos de irrigação, como canais, tubulações, reservatórios e estações de bombeamento e que, permite também estimar o volume total de água para satisfazer suas necessidades hídricas (FREITAS *et al.*, 2006).

A prática da irrigação, segundo Bernardo *et al.* (2006), deve estar contida dentro de um conjunto de técnicas que vise à produção integrada e de boa qualidade. Com este objetivo pode-se viabilizar uma produção eficiente e rentável, com uso racional dos recursos disponíveis, no processo de produção. Um recurso técnico que permite estimar a produtividade é a função de resposta ou de produção das culturas. Essa função é a relação entre uma determinada quantidade de insumo e as produções máximas obtidas do produto, em um nível de tecnologia conhecido. Assim, estudos com enfoques econômicos, que levem em conta a resposta da produção da cultura em relação a diferentes lâminas de irrigação, são fundamentais para viabilizar e difundir a exploração da cultura em uma região (FRIZZONE, 1993).

Sendo a beterraba de mesa (*Beta vulgaris* L.) cultivada na região de Seropédica, no período de baixa ocorrência pluvial, a irrigação suplementar se torna uma importante prática no seu cultivo. De acordo com Filgueira (2000), o outono-inverno é período mais adequado para o plantio, mas pode ser cultivada durante todo ano nas regiões de maior altitude, sendo a faixa de 15° a 25°C a mais apropriada para o seu desenvolvimento.

As plantas sensíveis à hipoxia diferem bruscamente na resposta de produção quando comparadas com as tolerantes. Entretanto, quando o potencial de água no solo é aumentado negativamente (tensão de água), além de um ponto crítico, a produtividade cai exponencialmente para as duas plantas (CALBO *et al.*, 2005).

O manejo da água de irrigação, como de outros insumos, pode ser testado, interativamente, visto que a água favorece a maiorias das reações químicas e contribui para melhor expressão fisiológica. O teor de água associado à fertilidade natural do solo (concentrações adequadas de nutrientes), bem como da aplicação de adubo, podem promover melhor desenvolvimento da cultura e conseqüente aumento na produtividade (SANTANA *et al.*, 2004). O manejo da irrigação via solo pode ser realizado utilizando o armazenamento de água no solo como indicador da demanda evapotranspirométrica. Neste sentido, a variação de armazenamento somados nos intervalos de amostragens de umidade no solo, determina a quantidade de água evapotranspirada (BERNARDO *et al.*, 2006).

Farias *et al.* (2003) demonstraram para a cultura do melão um ajuste melhor da função quadrática apenas para o índice de área foliar quando se aplicava água de melhor qualidade ($CEa = 0,55 \text{ dS m}^{-1}$). Vásquez *et al.* (2005) apresentaram resultados testando cinco doses de potássio (K_n), três lâminas de irrigação (L_n) e duas posições de instalação das linhas de porta gotejadores (P_n). O efeito dos níveis de irrigação sobre teor de sólidos solúveis totais (SST) caracterizou função linear entre os níveis de 67 e 100% da ET_{pc}, enquanto o pH pôde ser estimado por meio da mesma equação.

A produtividade total de bulbos de alho obtida por Marouelli *et al.* (2002), apresentou correlação quadrática, tanto para as tensões de água no solo quanto para as doses de N, enquanto que para produção comercial a correlação foi linear e negativa com aumento das duas variáveis. Contudo essas respostas podem ser diferentes quando

se utilizam diferentes cultivares e/ou submetem a condições de clima, solo e manejo distintos. Marouelli & Silva (2008) caracterizaram uma função cúbica (fase vegetativa), uma função quadrática (fase de frutificação) e outra linear (maturação) para máxima produtividade comercial de tomate no Distrito Federal, sendo, entretanto, a biomassa reduzida linearmente quanto maior a tensão de água no solo. Segundo Fhecha (2004), a produtividade relativa da cultura da alface apresenta correlações lineares negativas com estresse devido ao excesso de água no solo.

No Rio Grande do Sul, segundo Bergamaschi *et al.* (2004), a produtividade do milho submetido a diferentes lâminas de irrigação, associado aos fenômenos La Niña (1998/1999) e El Niño (2002/2003), apresentaram função de resposta quadrática com coeficientes de correlação 0,71 e 0,90, e produtividade máxima aproximada de 12 e 8 Mg ha⁻¹, respectivamente.

No último século, o melhoramento de plantas tem sido tratado indiretamente da eficiência do uso da água, uma vez que rendimento de grãos, por exemplo, vem aumentando sem uso adicional de água (RICHARDS *et al.*, 1993). Alguns problemas principais responsáveis pelo baixo aproveitamento da água são citados por Kemper *et al.* (1993), como a quantidade percolada ou evaporada pela da superfície do solo, a baixa capacidade de retenção natural de determinados solos, baixa pluviosidade e a incerteza de sucesso na colheita que intimida investimentos que poderiam proporcionar melhores eficiências do uso da água. A busca por melhores condições ambientais e a necessidade de melhorar a produção em quantidade e qualidade, exige a adaptação das novas tecnologias à região de interesse e oferta de suporte a cultura, destacando-se dentre elas, a cobertura do solo (MEDEIROS *et al.*, 2006). A utilização de cobertura morta (mulche orgânico) tem se tornado útil, sob o ponto de vista de proteção do solo contra a ação de chuva e de vento e a barreira física contra o aumento da população espontânea persiste por um tempo menor (LIMA, 2007), além de contribuir para o fornecimento de nutrientes às plantas.

Com base no exposto, desenvolveu-se este trabalho com o objetivo de determinar funções de respostas e a eficiência do uso da água para a cultura da beterraba submetida a diferentes lâminas de irrigação e de cobertura do solo.

4.4 MATERIAL E MÉTODOS

4.4.1 Caracterização da Área

O experimento foi conduzido no SIPA (Sistema Integrado de Produção Agroecológica) conhecido como “Fazendinha Agroecologica”, localizado no município de Seropédica-RJ. Fruto da parceria oficializada entre EMBRAPA-Agrobiologia, UFRRJ e a PESAGRO-RIO, a área de 59 ha situa-se entre as coordenadas 22°46` S e 43°41`W. O clima da região é classificado como Aw segundo Köppen, com chuvas no verão e temperaturas elevadas e um inverno seco com temperaturas amenas (CRUZ, 2005). As chuvas se concentram no período de novembro a março, com precipitação anual média de 1213 mm e temperatura média anual de 24,5°C (SALVADOR *et al.*, 2006). O solo foi classificado por Almeida *et al.* (2003) como Argissolo Vermelho Amarelo.

A gleba 12, local da instalação do experimento, se localiza entre 34 e 35 m de altitude com a textura média variando de 15 a 20 % de argila na profundidade de 0,0 a 0,20 m e possui valores de água facilmente disponível (AFD) em torno de 5,67 a 7,56 mm (VILLELA, 2007). Segundo o mesmo autor, essa gleba está compreendida entre as regiões que apresentam área com restrição potencial por disponibilidade de ar às raízes (20-30%) nas profundidades analisadas (0-0,30 m). A porosidade de aeração (PA) e a resistência a penetração (RP) permite distinguir duas áreas distintas dentro da gleba: PA na profundidade de 0-0,10 m apresentam valores entre 10 a 30 % e a RP com valores variando de 0 a 132 MPa.

A natureza química da área foi caracterizada conforme EMBRAPA (1997), sendo as análises realizadas no laboratório de solos da Embrapa-Agrobiologia, após coleta de amostra na área experimental antes do preparo inicial do solo na profundidade de 0,0 a 0,20 m (Tabela 1). Essa profundidade representa a profundidade efetiva do sistema radicular da beterraba transplantada assim como a altura do canteiro.

4.4.1.1 Preparo do solo

A área (gleba 12) foi preparada com uma aração e duas gradagens, sendo em seguida levantados canteiros com 1,0 m de largura e 0,20 m de altura com auxílio de um encanteirador acoplado a um trator.

A adubação orgânica foi realizada 5 dias antes do transplântio utilizando esterco bovino na dosagem de 25 Mg ha⁻¹, segundo recomendação no Manual de Adubação do Rio de Janeiro (DE-POLLI, 1988). O esterco foi distribuído uniformemente nos canteiros com auxílio de um balde pré-calibrado e uma enxada. As coberturas de gramínea e/ou leguminosa foram colocadas nos canteiros um dia antes do início dos tratamentos. Conforme recomendação proposta por Oliveira (2005), a dosagem de cobertura morta utilizada foi de 2,5 kg m⁻², equivalendo à disposição de uma camada com espessura de 0,05 m, convertida em kg m⁻², de acordo com a densidade do material.

A cobertura morta utilizada no experimento foi proveniente de podas da leguminosa arbórea gliricídia (*Gliricidia sepium*) e de uma gramínea (*Penisetum purpureum* ‘Cameroon’), passadas em picadeira elétrica e seca à sombra, antes de sua distribuição nos canteiros. No momento do corte das plantas, foram coletadas amostras da parte aérea para estimativas dos teores de macro nutrientes nos tecidos. Essas

amostras foram secas em estufa ventilada e regulada a 65°C até atingir peso constante, sendo então moídas.

A determinação de N na biomassa foi baseada na metodologia recomendada por Bremner *et al.* (1982), sendo os valores referentes ao esterco bovino e aos materiais utilizados como cobertura apresentados na Tabela 5.

Tabela 5. Cultivo orgânico da beterraba (*Beta vulgaris* ‘Early Wonder Tall Top’): análise de nitrogênio do esterco bovino e das palhadas de *Pennisetum purpureum* ‘Cameroon’ e *Gliricidia sepium*, utilizada nos experimentos (Seropédica – RJ, 2008).

Materiais	Teor de nitrogênio (%)
Esterco	1,47
Capim Cameroon	0,55
Gliricídia	2,10

4.4.1.2 Preparo das mudas e o cultivo da beterraba

Para semeadura, foram utilizadas sementes da cv. “Early Wonder Tall Top” em bandejas de 200 células ($1,6 \times 10^{-5} \text{ m}^3$) e que foram abastecidas com substrato constituído de subsolo argiloso, areia lavada, esterco bovino curtido, e vermicomposto, na proporção de 4:2:2:1 (base em volume). Durante as fases de germinação e crescimento das plântulas, estas foram irrigadas diariamente de forma manual em casa de vegetação.

Os transplantes foram realizados manualmente em 23 de junho de 2008, 26 dias após a semeadura (DAS), com as mudas apresentando em média de 2 a 4 folhas e com área foliar média de $10,5 \text{ cm}^2$. As mudas foram espaçadas $0,25 \times 0,15 \text{ m}$, totalizando 266.000 plantas por hectare. Para melhor distribuição das mesmas no campo, foi utilizado um gabarito com espaçamento entre plantas previamente definido. Nunes *et al.* (1981), analisando o crescimento da beterraba, utilizou espaçamento de 0,50 m entre linhas e 0,25 m entre plantas, totalizando uma população de 80.000 plantas por hectare. Araújo (1982) sugere que o sistema de transplante associado ao espaçamento de $0,30 \times 0,15 \text{ m}$ deve ser recomendado e que este sistema reduz ainda o problema de raiz pivotante da beterraba. Filgueira (2000) recomenda para o plantio convencional, transplantando-se as mudas sobre canteiros, o espaçamento $0,20\text{-}0,30 \times 0,08\text{-}0,10 \text{ m}$, que permite obter beterrabas de tamanho médio, preferidas pelos consumidores.

Durante o período de aclimação das mudas, com duração de 25 dias, foram realizadas aplicações de água correspondentes à 100% da ETc, estimadas com base nas leituras do tanque classe “A”, instalado ao lado da área experimental, dentro dos limites da estação meteorológica.

Quanto ao surgimento de plantas espontâneas, segundo Horta *et al.* (2004), para a beterraba transplantada, o período total de interferência (PTPI) é de 20 dias e o período que antecede a interferência (PAI) de 30 dias. Os canteiros foram limpos em três períodos: antes da colocação das coberturas, no meio e no final do período de cultivo. Esta última limpeza só foi necessária no experimento sem cobertura.

4.4.2 Sistema de irrigação

Na realização do experimento foram adotadas seis lâminas de água, sendo cinco lâminas obtidas utilizando gotejadores com três vazões diferentes (2,3; 3,75 e 7,8 L h⁻¹) e duas combinações dos mesmos (6,1 e 11,6 L h⁻¹). A sexta lâmina de irrigação consistiu apenas do volume aplicado no período de aclimatação e da precipitação efetiva (igual para todos os tratamentos). Os gotejadores externos (modelos Katif e Supertiff – PLASTRO) auto-reguláveis conectados às mangueiras de polietileno de 16 mm constituíram as linhas laterais (18,0 m) e tubos de PVC de 50 mm, as linhas de derivação (9,0 m). Na linha principal (PVC 50 mm) foram adaptados filtros de disco, com 125 mesh, e de tela, de 200 mesh. Um registro de gaveta antes dos filtros foi instalado na linha principal seguido de um ponto de tomada de pressão. Na entrada de cada linha de derivação foram instalados um registro de esfera e uma válvula reguladora de pressão (210 kPa).

Os canteiros (1,5 x 1,0 m) foram irrigados por três linhas laterais de gotejamento paralelas ao maior comprimento, espaçadas 0,25 m entre si e 0,30 m entre gotejadores, totalizando 18 pontos de aplicação por parcela. As diferentes vazões foram definidas de acordo com a disponibilidade de gotejadores com as características supracitadas. Segundo Marouelli *et al.* (2007), para o gotejamento em canteiros de 1,0 a 1,2 m de largura podem ser necessárias 2 ou 3 linhas de gotejadores por canteiros com espaçamento variando entre 0,20 e 0,30 m entre emissores.

4.4.3 Caracterização dos Tratamentos

O delineamento estatístico adotado foi o de blocos ao acaso, com seis tratamentos (seis níveis de irrigação) e com quatro repetições, totalizando 24 parcelas em cada experimento. Cada parcela foi composta de 36 plantas, sendo consideradas úteis, as 8 plantas centrais.

As lâminas de irrigação que caracterizaram os tratamentos foram denominadas de T6, T5, T3, T3, T2 e T1 correspondendo, respectivamente, às vazões de 11,6; 7,8; 6,1; 3,75; 2,3 e 0,0 L h⁻¹. As diferentes lâminas aplicadas por tratamento, considerando como controle o tratamento T5, aquele que repunha 100% da ET_c, corresponderam a 148, 100, 78, 48, 29 e 0% da umidade necessária para elevar a umidade do solo atual à capacidade de campo (0,255 cm³ cm⁻³).

A Figura 5 representa a área experimental com os três experimentos formado pelas coberturas mortas de *Penisetum purpureum* ‘Cameroon’, de *Gliricidia sepium* e sem cobertura morta.

4.4.4 Manejo da Irrigação

Para o manejo da irrigação com base no balanço hídrico no solo foi inicialmente determinada a umidade do solo correspondente à capacidade de campo nas mesmas condições do experimento.

O monitoramento da umidade no solo durante o ciclo de cultivo foi realizado com auxílio de sensores conectados a um TDR (Reflectometria no Domínio do Tempo), instaladas nas parcelas referentes ao tratamento 100% ET_c e nas profundidades de 0,10, 0,20 e 0,30 m. Entretanto, por se tratar de canteiros, foram consideradas apenas as profundidades de 0,10 e 0,20 m para a definição da lâmina de irrigação total necessária.

As hastes do TDR utilizadas no experimento foram construídas no laboratório de Hidráulica da UFRRJ, segundo metodologia apresentada por (SOUZA *et al.*, 2006a). Também foi realizada a calibração da TDR, conforme o mesmo autor, sendo obtidas equações de regressão correlacionando a constante dielétrica do solo com a umidade volumétrica, para as mesmas profundidades supracitadas.

Com base na leitura de umidade da parcela padrão, para cada tipo de cobertura, eram determinados os tempos de irrigação (Equação 4) considerando o emissor com 7,8 L h⁻¹ de vazão. Para isso, era realizado o cálculo da lâmina de irrigação necessária (Equações 1, 2 e 3):

Próxima à área experimental, havia uma estação meteorológica cujos pluviógrafo e um tanque classe “A” permitiram quantificar a lâmina de chuva ocorrida durante a realização do experimento e a evapotranspiração da cultura da beterraba durante período de aclimação, respectivamente. Os tratamentos tiveram início aos 25 dias após o transplantio.

4.4.5 Variáveis de Produção Avaliadas

Neste estudo avaliou-se o peso de matéria fresca de raiz e da parte aérea, peso seco de raiz e de parte aérea, número de folhas e área foliar. Para isto, no dia 10/09/08 realizou-se a colheita de oito plantas de cada parcela experimental, totalizando 32 plantas por tratamento. Após a colheita, as plantas foram lavadas em água corrente levadas para um galpão e tiveram suas partes separadas em raiz, folha e pecíolo, sendo, em seguida, levadas à estufa de ventilação forçada a 65 °C durante 72 h, para obtenção da massa constante.

As massas fresca e seca das plantas foram determinadas utilizando uma balança com 0,01g de precisão. Para a determinação do número de folhas, somente foram consideradas as folhas maiores que 0,05 m de comprimento e completamente expandidas, sendo eliminadas as folhas baixas senescentes. Na triagem das plantas, duas plantas apresentando características visuais medianas às demais da própria parcela, tiveram suas partes aéreas separadas e reservadas. Essas folhas foram passadas separadamente no integrador de área foliar LI-3000 Licor, que é um equipamento eletrônico integrador óptico da área. Neste equipamento, as folhas são inseridas em uma pequena esteira, até a unidade sensível, que ativa o controle da leitura da área, sendo possível a obtenção da leitura pelo princípio da obstrução da passagem da luz pela folha. A contagem do número de folhas foi realizada com as plantas restantes (6 plantas).

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 (FERREIRA, 2003).

4.4.6 Eficiência do Uso da Água

As eficiências no uso da água (EUA) pela cultura da beterraba nos sistemas de plantio com e sem utilização de cobertura morta foram obtidas utilizando as seguintes metodologias:

a) cálculo da EUA, em kg de massa fresca de beterraba produzida por m³ de água aplicada, levando em consideração a lâmina aplicada pela irrigação e a precipitação pluvial ocorrida (Equação 5):

$$EUA = \frac{\left[\frac{P}{I + Pe} \right]}{10} \quad (5)$$

em que,

P = produtividade da cultura, em kg ha⁻¹;

I = lâmina aplicada pela irrigação, em mm; e

Pe = precipitação pluviométrica efetiva, em mm.

b) cálculo da EUAI¹, em kg de massa fresca de beterraba produzida por m³ de água aplicada, levando em consideração somente a lâmina aplicada pela irrigação (Equação 6):

$$EUAI^1 = \frac{\left[\frac{P}{I} \right]}{10} \quad (6)$$

c) cálculo da EUAI², em kg de massa fresca de beterraba produzida por m³ de água aplicada, levando em consideração somente a lâmina aplicada pela irrigação durante o período de aplicação dos tratamentos. (Equação 7):

$$EUAI^2 = \frac{\left[\frac{Pi - Pni}{I} \right]}{10} \quad (7)$$

em que,

Pi = produtividade da cultura que recebeu irrigação, em kg ha⁻¹;

Pni = produtividade da cultura que não recebeu irrigação após o período de aclimatação, em kg ha⁻¹.

Para avaliação da precipitação efetiva (Pe), foi utilizado o seguinte critério: considerou-se a lâmina de água (mm) que proporcionou alteração nas leituras da constante dielétrica do solo pela TDR (diferença das leituras, anterior e posterior ao evento de precipitação) e que poderia ser utilizado pela planta na parcela controle; para os outros tratamentos, esta quantidade de água em milímetros determinada na parcela controle (T5) foi multiplicado por fatores correspondentes ao percentual de umidade

para os diferentes tratamentos (0,487; 1,000; 1,205; 1,519; 1,705 e 2,000) que seria necessário para atingir a capacidade de campo nos tratamentos T6, T5, T4, T3, T2 e T1, respectivamente.

4.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.5.1 Irrigações Realizadas

Com base nas equações de calibração obtidas para a utilização da metodologia TDR (Tabela 6), a constante dielétrica do solo (k_a), determinada diariamente com as leituras dos sensores acoplados a TDR, foi transformada em umidade volumétrica atual do solo, possibilitando a estimativa da lâmina de irrigação. Para isso, foram consideradas somente as profundidades de 0,10 e 0,20 m em função da profundidade efetiva do sistema radicular da cultura.

Tabela 6. Cultivo orgânico da beterraba (*Beta vulgaris* ‘Early Wonder Tall Top’): equações de calibração para aferições de umidade volumétrica (θ) do solo na área experimental encanteirada e respectivos coeficientes de determinação. (Seropédica – RJ, 2008).

Profundidade do solo (cm)	Equação de calibração	Coefficiente de determinação (R^2)
10	$\theta = 0,0199 \times k_a + 0,0051$	0,82
20	$\theta = 0,0281 \times k_a - 0,0973$	0,80
30	$\theta = 0,0417 \times k_a - 0,1527$	0,70

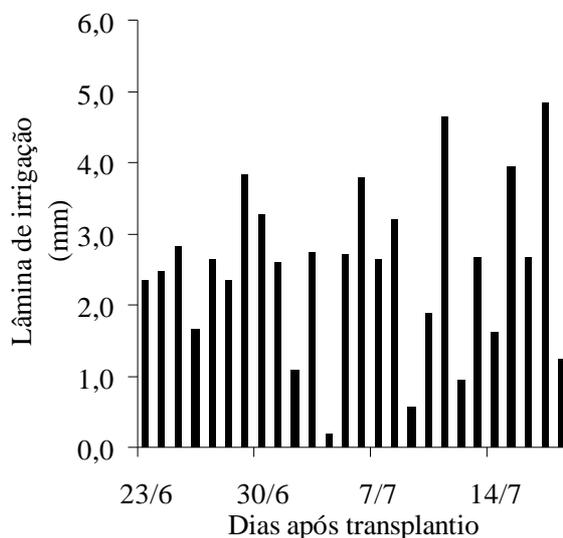


Figura 17. Cultivo orgânico da beterraba (*Beta vulgaris* ‘Early Wonder Tall Top’): lâminas de irrigação aplicadas durante o período de aclimação, pós-transplante das mudas, correspondendo a 100% da ET_c estimada pelo tanque classe “A”, contíguo a área experimental (Seropédica – RJ, 2008).

Nos 25 primeiros dias após o transplante (período de aclimação), manteve-se

a aplicação diária de uma lâmina igual a 100% da ETc estimada pelo tanque classe “A” por aspersão (Figura 17), igual para todos os tratamentos nos três experimentos (Cameroon, Gliricídia e sem cobertura morta). Neste período, a intensidade de precipitação dos aspersores era de 6,8 mm h⁻¹ e o coeficiente de uniformidade de 96%.

A partir do dia 17 de julho, diferentes lâminas de irrigação começaram a ser aplicadas caracterizando os tratamentos (Tabela 7). Nos experimentos com palhada de Cameroon, palhada de Gliricídia e no experimento sem cobertura morta, as maiores lâminas aplicadas foram, respectivamente, 3,69; 6,43 e 9,01 mm aos 68 DAT. Deste dia em diante (29 de agosto), passou-se a ser considerada a profundidade de 0,10-0,20 m para fins de cálculo da irrigação, acarretando em um aumento significativo da lâmina aplicada.

Tabela 7. Cultivo orgânico da beterraba (*Beta vulgaris* ‘Early Wonder Tall Top’): dados climáticos registrados pela estação meteorológica contígua a área experimental, e irrigações totais aplicadas cobrindo o período de 23/06 a 10/09 (Seropédica – RJ, 2008).

DAT *	VV	UR Média	UR Min	Prec.	IT	IT	IT
	(m s ⁻¹)	(%)	(%)	(mm)	Exptº. I	Exptº. II	Exptº. III
1	1,24	81,5	68,6	2,8	2,35	2,35	2,35
2	0,29	90,2	80,1	0,8	2,47	2,47	2,47
3	0,20	92,6	79,9	9,0	2,83	2,83	2,83
4	0,95	82,7	52,1	0,0	1,65	1,65	1,65
5	0,74	79,1	42,8	0,0	2,64	2,64	2,64
6	1,35	70,2	37,9	0,0	2,35	2,35	2,35
7	1,33	69,0	42,5	0,0	3,83	3,83	3,83
8	1,19	74,7	48,1	0,0	3,28	3,28	3,28
9	0,88	73,1	32,7	0,0	2,59	2,59	2,59
10	0,92	82,5	58,4	0,0	1,08	1,08	1,08
11	0,92	82,5	67,2	11,4	2,74	2,74	2,74
12	0,84	85,0	62,3	0,0	0,20	0,20	0,20
13	0,71	80,7	54,6	0,0	2,70	2,70	2,70
14	0,74	78,2	46,9	0,0	3,79	3,79	3,79
15	0,68	79,4	46,6	0,0	2,65	2,65	2,65
16	1,22	77,6	35,3	0,0	3,21	3,21	3,21
17	0,84	75,7	35,4	0,0	0,57	0,57	0,57
18	0,92	81,5	44,6	0,0	1,88	1,88	1,88
19	0,80	83,0	54,3	0,0	4,64	4,64	4,64
20	0,74	80,8	54,9	2,2	0,95	0,95	0,95
21	0,63	74,8	31,7	0,0	2,66	2,66	2,66
22	1,05	74,2	32,9	0,0	1,63	1,63	1,63
23	0,96	74,1	33,2	0,0	3,94	3,94	3,94
24	1,21	71,6	30,1	0,0	2,66	2,66	2,66
25	1,52	69,9	28,6	0,0	4,85	4,85	4,85
26	1,13	56,9	21,5	0,0	0,73	0,63	3,08
27	0,93	62,4	23,8	0,0	0,0	0,0	2,58
28	1,02	69,8	30,3	0,0	0,0	0,0	2,05
29	0,67	70,1	33,0	0,0	0,0	0,0	1,32
30	2,06	90,9	31,4	0,0	0,0	0,0	1,98
31	2,02	61,9	32,8	0,0	0,18	0,38	2,91
32	1,05	81,6	55,7	0,0	0,90	1,66	3,60
33	1,81	81,6	37,2	2,0	1,10	1,46	4,02
34	1,13	76,8	49,6	0,0	1,17	1,11	3,91

DAT *	VV	UR Média	UR Min	Prec.	IT	IT	IT
	(m s ⁻¹)	(%)	(%)	(mm)	Expt°. I	Expt°. II	Expt°. III
35	1,02	71,9	37,4	0,0	1,69	1,84	4,17
36	1,66	68,0	28,4	0,0	1,66	1,78	4,55
37	1,24	77,7	47,8	0,0	2,38	2,67	4,92
38	1,29	58,7	14,0	0,0	2,35	1,66	4,94
39	1,74	50,3	15,5	0,0	2,02	0,15	4,82
40	1,30	73,6	24,1	0,0	2,06	0,35	4,76
41	1,49	64,3	23,1	0,0	2,58	1,44	5,03
42	1,32	81,1	68,3	0,0	2,47	0,87	4,96
43	0,75	83,5	71,1	0,0	2,40	1,38	4,78
44	1,49	76,7	40,1	0,0	2,12	0,66	4,86
45	0,90	80,2	53,3	2,2	0,0	0,0	0,0
46	2,21	75,0	33,6	0,0	1,89	0,03	4,35
47	1,05	83,8	64,4	10,0	0,0	0,0	0,0
48	0,49	84,7	63,5	58,0	1,35	0,59	2,26
49	1,01	87,9	70,6	1,8	0,0	0,0	0,0
50	0,64	77,6	49,3	0,0	0,0	0,0	0,42
51	1,40	68,7	33,8	0,0	0,0	0,0	1,21
52	2,03	69,5	47,9	0,0	0,63	0,63	1,34
53	0,76	82,0	47,1	0,0	1,52	0,64	2,26
54	1,95	72,6	30,9	0,0	1,74	2,01	2,61
55	1,99	50,0	29,4	0,0	0,0	0,0	0,0
56	1,93	46,5	28,8	0,0	0,0	0,0	0,0
57	1,66	47,8	27,5	0,0	3,29	4,30	4,66
58	1,51	66,4	27,4	0,0	2,87	4,52	4,30
59	0,79	76,5	34,2	0,0	2,74	3,60	4,05
60	1,47	62,4	23,4	0,0	0,0	0,0	0,0
61	1,57	77,4	60,1	8,0	3,29	4,35	4,60
62	0,46	90,5	83,4	22,0	0,0	0,0	0,0
63	0,86	76,6	52,5	0,0	0,0	0,0	0,0
64	1,65	68,2	35,0	0,0	1,31	3,10	2,53
65	1,62	74,0	59,9	0,0	0,0	0,0	0,0
66	1,49	71,5	43,8	0,0	0,0	0,0	0,0
67	0,82	74,7	40,6	0,0	2,59	4,18	4,09
68	2,63	65,8	33,4	0,0	3,69	6,43	9,01
69	1,17	91,8	74,1	9,0	0,0	0,0	0,0
70	0,43	87,6	71,5	1,0	0,0	0,0	0,0
71	0,64	72,7	40,8	0,0	2,28	5,20	2,11
72	1,38	69,5	26,2	0,0	2,00	4,11	2,14
73	1,43	49,6	17,6	0,0	0,0	0,0	0,0
74	1,74	53,5	14,5	0,0	2,09	5,61	2,45
75	0,73	76,4	49,1	0,0	0,0	0,0	0,0
76	2,37	70,2	28,5	0,0	0,0	0,0	0,0
77	1,37	80,1	42,2	1,8	0,0	0,0	0,0
78	1,62	91,7	83,2	2,3	0,0	0,0	0,0
79	0,73	91,3	81,7	3,0	3,39	6,05	5,54
80	1,12	78,0	41,8	0,0	3,54	5,82	5,65
Pef (mm)					9,57	9,94	14,85
Total	---	---	---	147,3	139,73	153,29	217,81

* DAT – dias após transplante das mudas; VV – velocidade do vento; UR – umidade relativa do ar; Prec. – precipitação pluviométrica; IT – irrigação total. Exp^{tos} I = cobertura do solo com *Pennisetum purpureum* ‘Cameroon’; II = cobertura do solo com *Gliricidia sepium*; III = solo sem cobertura.

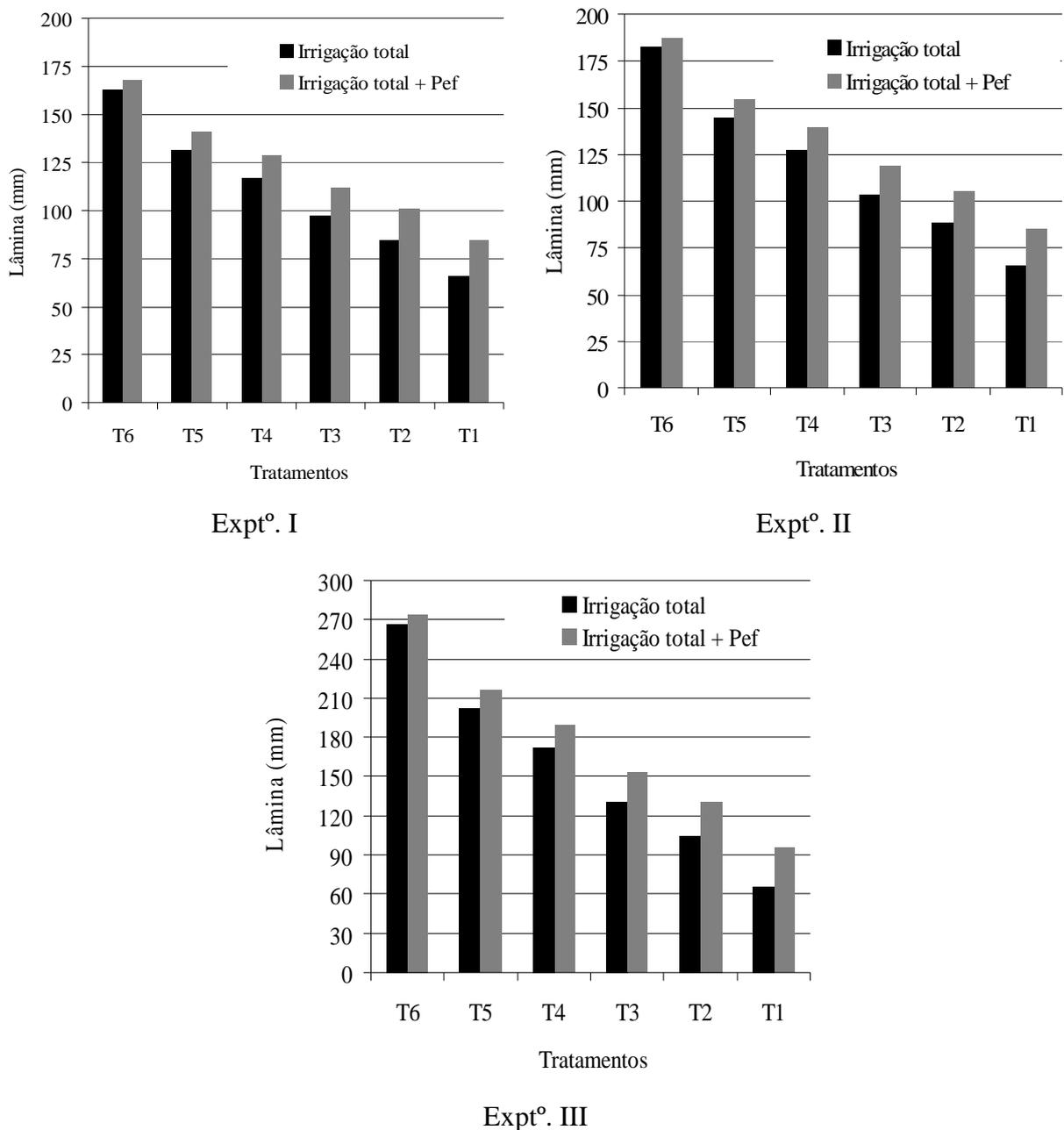


Figura 18. Cultivo orgânico da beterraba (*Beta vulgaris* ‘Early Wonder Tall Top’): lâminas de irrigação total e lâminas de irrigação total + precipitação efetiva (Pef) na área experimental durante o ciclo da hortaliça. Os respectivos tratamentos são: T6 (148% da ETc), T5 (100% da ETc), T4 (78 % da ETc), T3 (48% da ETc), T2 (29% da ETc) e T1 (0% da ETc). Exptos I = cobertura do solo com *Pennisetum purpureum* ‘Cameroon’; II = cobertura do solo com *Gliricidia sepium*; III = solo sem cobertura (Seropédica – RJ, 2008).

A lâmina de irrigação acumulada durante o período de aclimação foi de 65,4 mm, sendo a ETc máxima no tanque classe “A” de 4,85 mm ocorrida no dia 17 de julho, coincidindo com o início dos tratamentos. A lâmina total acumulada no experimento com Cameroon foi 35,8% menor que a maior lâmina acumulada no experimento sem cobertura morta. O experimento com Gliricídia acumulou uma lâmina

total de irrigação 6,2% maior que S1 e 29,6% menor que a lâmina total acumulada no experimento sem cobertura morta. A Figura 18 apresenta as lâminas de irrigação total e de irrigação total + precipitação pluviométrica efetiva (Pef) acumuladas nos três experimentos.

A variação das lâminas total de irrigação acumuladas para os 6 tratamentos foram de 84, 49 (T1) a 140,93 mm (T6) para o experimento com cobertura morta de Cameroon, de 85,24 (T1) a 187,40 mm (T6) para o experimento com cobertura morta de Gliricídia e de 95,05 (T1) a 274,23 mm (T6) para o experimento sem cobertura morta. A precipitação pluviométrica efetiva que diferenciou a irrigação da irrigação total, equivaliu a 9,57; 9,94 e 14,85 mm na parcela controle (T5).

4.5.2 Monitoramento da água no solo

Pelo fato dos eventos de irrigação nos três experimentos serem independentes em função do tipo de cobertura (coberturas mortas de *P. purpurem* 'Cameroon', de *G. sepium* e sem cobertura), o monitoramento da umidade do solo apresentou comportamento distinto, conforme resultados apresentados nas Figuras 12, 13 e 14, respectivamente.

4.5.3 Resposta da cultura para os diferentes parâmetros analisados

A Tabela 8 apresenta os valores médios correspondentes às variáveis analisadas no presente estudo, tendo apenas o comprimento de raiz comportamento significativo a 5% pelo teste F, possibilitando, desta forma, uma análise de regressão da mesma (Figura 19).

Tabela 8. Cultivo orgânico da beterraba (*Beta vulgaris* 'Early Wonder Tall Top'): parâmetros fitotécnicos avaliados em função das diferentes lâminas de irrigação total, em parcelas sob cobertura do solo com palhada de *Pennisetum purpureum* 'Cameroon' (Seropédica – RJ, 2008).

Lâmina Total* (mm)	Área foliar (cm ² pl ⁻¹)	Nº de folhas (und pl ⁻¹)	Massa seca da folha (g pl ⁻¹)	Massa seca do pecíolo (g pl ⁻¹)	Massa seca da raiz (g pl ⁻¹)	Compr. da raiz (cm)	Diâmetro equatorial da raiz (cm)	Produt. (Mg ha ⁻¹)
84	369,8 a**	10,8 a	2,0 a	1,0 a	8,3 a	6,6 a	5,9 a	20,7 a
101	546,8 a	10,0 a	2,0 a	1,0 a	11,3a	5,9 b	5,0 a	25,8 a
112	509,8 a	9,8 a	1,8 a	0,9 a	13,0a	5,8 b	5,1 a	28,2 a
128	564,8 a	10,2 a	1,9 a	0,8 a	9,8 a	5,7 b	5,0 a	24,7 a
141	532,3 a	9,6 a	1,6 a	1,0 a	11,2a	6,3 a	5,3 a	24,7 a
168	356,6 a	10,7 a	1,9 a	0,8 a	10,6a	6,5 a	5,9 a	23,3 a
Média	480,0	10,2	1,9	0,9	10,7	6,2	5,4	24,6
C.V. (%)	31,3	21,2	37,7	49,7	31,4	7,6	9,5	35,6

* Irrigação + precipitação pluvial efetiva; ** médias seguidas de mesma letra em cada coluna não diferem entre si ao nível de 5% de significância (teste F).

A área foliar média para o experimento com Cameroon foi 17,8% menor comparada com o experimento com Gliricídia (584,2 cm² pl⁻¹) e para o experimento sem cobertura morta essa diferença foi 22,4% menor que no experimento com palhada de Gliricídia. Entretanto, com uma diferença de 26,8 cm² de área foliar por planta, o

experimento sem cobertura morta apresentou uma produtividade média 14,3% maior que no experimento com Cameroon que corresponde a 4,1 Mg ha⁻¹.

A produtividade média de raízes de beterraba cultivadas sob palhada de Cameroon (Tabela 8) foi inferior àquela sob ausência de cobertura morta (Tabela 10). Resultado semelhante foi obtido por Queiroga *et al.* (2002), na cultura do pimentão quando utilizou serragem em cobertura. O fato pode ser explicado pela elevada relação C/N da serragem, o que levaria a uma deficiência de N no solo (ROBINSON, 1988), assim como na palhada de Cameroon incorporado ao solo (SUDO, 1998).

A exemplo do experimento com palhada de Cameroon (Tabela 8), as Tabelas 9 e 10 apresentam os valores das variáveis analisadas neste estudo. A variável massa seca de folha e pecíolo foi igual, em média, nos experimentos com Cameroon (Tabela 8) no sem cobertura morta (Tabela 10).

As demais variáveis com exceção da área foliar e produtividade, não diferiram em média, entre os três experimentos. Nota-se nas Tabelas 8, 9 e 10, que o acúmulo de massa nas folhas e pecíolos durante o cultivo, apresentou destaque apenas para o experimento com cobertura morta de *Gliricídia* (Tabela 9), assim como a produtividade de raízes.

Tabela 9. Cultivo orgânico da beterraba (*Beta vulgaris* ‘Early Wonder Tall Top’): parâmetros fitotécnicos avaliados em função das diferentes lâminas de irrigação total, em parcelas sob cobertura do solo com palhada de *Gliricidia sepium* (Seropédica – RJ, 2008).

Lâmina Total* (mm)	Área foliar (cm ² pl ⁻¹)	Nº de folhas (und pl ⁻¹)	Massa seca da folha (g pl ⁻¹)	Massa seca do pecíolo (g pl ⁻¹)	Massa seca da raiz (g pl ⁻¹)	Compr. da raiz (cm)	Diâmetro equatorial da raiz (cm)	Produt. (Mg ha ⁻¹)
85	457,8 a**	9,1 a	1,7 a	0,8 a	16,3a	7,2 a	6,5 a	30,4 a
105	480,4 a	10,5 a	2,5 a	1,5 a	16,6a	8,0 a	6,1 a	47,4 a
118	797,3 a	11,9 a	3,2 a	1,7 a	18,0a	6,8 a	5,8 a	47,7 a
139	699,6 a	12,0 a	2,6 a	1,5 a	16,1a	7,0 a	6,3 a	45,5 a
154	601,7 a	9,5 a	2,5 a	1,4 a	16,4a	6,8 a	6,1 a	39,3 a
187	469,0 a	10,1 a	2,5 a	1,3 a	15,0a	7,7 a	6,5 a	39,3 a
Média	584,2	10,5	2,5	1,4	16,4	7,3	6,2	41,6
C.V.(%)	40,5	15,5	27,4	32,5	18,0	9,8	6,1	27,2

* Irrigação + precipitação pluvial efetiva; ** médias seguidas de mesma letra em cada coluna não diferem entre si ao nível de 5% de significância (teste F).

As plantas submetidas à cobertura morta de *G. sepium* (Tabela 9), com aplicação de diferentes lâminas de irrigação foram analisadas estatisticamente pelo teste F e não apresentaram diferença significativa, estando as variáveis com as probabilidades sempre superiores a 5%.

Pelos dados da Figura 19, observa-se que à medida que se aumentou a lâmina de irrigação, houve uma tendência de diminuição do comprimento da raiz até um determinado ponto (mínimo). Provavelmente, lâminas superiores a 115 mm resultaria em uma conformação mais alongada das raízes provocada por problemas relacionados ao excesso de água.

Independente do fato das lâminas de irrigação total serem diferentes entre os experimentos, principalmente entre os experimentos com Cameroon e sem cobertura

morta, é possível constatar que a maior quantidade de água neste último não ofereceu vantagem quanto ao acúmulo de massa em tecido, número de folhas e área foliar. Pode-se inferir com esses resultados que a cobertura formada por palhada de *Gliricídia* contribuiu expressivamente para um maior acúmulo médio de massa seca em raiz de 16,4 g pl⁻¹. Em folha e pecíolo (total parte aérea) o acúmulo foi de 3,9 g pl⁻¹. Entretanto, resultados obtidos por Grangeiro *et al.* (2007) apresentaram valores de massa seca parte aérea superiores aos aqui apresentados, exceto para massa seca na raiz. Os autores aplicaram 165 kg de N, 60 de P e 90 de K e obtiveram no final do ciclo, a massa seca acumulada em parte aérea de 11,10g pl⁻¹ e de raiz 10,25 g pl⁻¹.

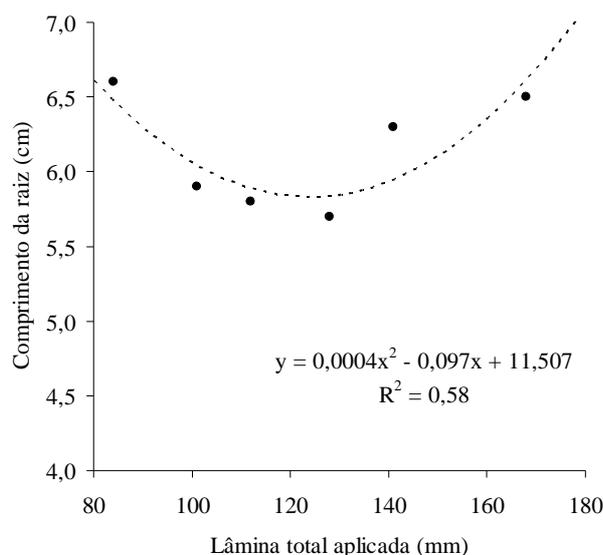


Figura 19. Cultivo orgânico da beterraba (*Beta vulgaris* ‘Early Wonder Tall Top’): equação de regressão ajustada e função de resposta para comprimento da raiz referente as lâminas de irrigação aplicados em parcelas sob cobertura do solo com *Pennisetum purpureum* ‘Cameroon’ (Seropédica – RJ, 2008).

Tabela 10. Cultivo orgânico da beterraba (*Beta vulgaris* ‘Early Wonder Tall Top’): parâmetros fitotécnicos avaliados em função das diferentes lâminas de irrigação total, em parcelas sem cobertura morta (Seropédica – RJ, 2008).

Lâmina Total* (mm)	Área foliar (cm ² pl ⁻¹)	Nº de folhas (und pl ⁻¹)	Massa seca da folha (g pl ⁻¹)	Massa seca do pecíolo (g pl ⁻¹)	Massa seca da raiz (g pl ⁻¹)	Compr. da raiz (cm)	Diâmetro equatorial da raiz (cm)	Produt. (Mg ha ⁻¹)
95	296,5 a**	8,5 a	1,2 a	0,5 a	8,8a	6,6 a	5,7 a	19,4 b
130	460,9 a	9,9 a	2,1 a	1,2 a	16,1a	5,9 a	5,0 a	30,6 a
153	486,4 a	10,8 a	2,1 a	1,1 a	14,8a	5,8 a	5,2 a	32,7 a
190	535,8 a	10,9 a	2,1 a	1,0 a	14,6a	6,0 a	5,5 a	28,9 a
216	497,5 a	11,2 a	2,3 a	1,1 a	13,3a	6,8 a	6,0 a	32,2 a
274	444,3 a	10,1 a	1,7 a	0,8 a	13,3a	6,5 a	5,9 a	24,4 b
Média	453,6	10,2	1,9	0,9	13,5	6,3	5,5	28,7
C.V. (%)	22,2	12,0	23,9	38,1	27,9	6,4	7,1	12,8

* Irrigação + precipitação pluvial efetiva; ** médias seguidas de mesma letra em cada coluna não diferem entre si ao nível de 5% de significância (teste F).

Alves *et al.* (2004) obtiveram aumento de 33% na massa de raízes de beterraba, cv. Rosette, quando empregaram incorporação de biomassa procedente da poda de guandu (*Cajanus cajan*), com massa de 146,8 g pl⁻¹. Esse resultado foi inferior ao demonstrado pela Tabela 9, que em média corresponde a raízes com 156,4 g em um estande 266.000 plantas. No experimento com palhada de Gliricídia, a adição de cobertura morta aumentou a massa de raízes em média 40,8%, comparado ao experimento com palhada de Cameroon em cobertura e 31,0% quando comparado ao experimento sem cobertura morta.

No experimento sem cobertura morta (Tabela 10) a produtividade média máxima obtida foi de 32,7 Mg ha⁻¹, para uma lâmina de irrigação de 153 mm.

Ricci *et al.* (2000) e Alves *et al.* (2004) obtiveram para a mesma região, produtividades de 30,6 e 22,9 Mg ha⁻¹. Avaliando a resposta da cultura a diferentes níveis de N na adubação, Trani *et al.* (2005) alcançaram máxima produtividade (aproximadamente 40 Mg ha⁻¹) quando aplicado 200 kg de N ha⁻¹ e Aquino *et al.* (2006), uma produtividade de 33,0 Mg ha⁻¹ quando aplicados 400 kg ha⁻¹ de N. A produtividade de raízes de beterraba irrigada com águas salinas, sob diferentes lâminas de lixiviação, foi avaliada por Ferreira *et al.* (2006), em Viçosa (MG), obtendo-se rendimento médio de 37,5 Mg ha⁻¹.

Ao contrário do observado aqui, nos experimentos com cobertura morta de Cameroon e Gliricídia, o experimento sem cobertura morta apresentou diferença significativa ao nível de 5% no teste F para a variável produtividade de raízes, sendo possível a aplicação da análise de regressão para esta variável como apresentado na Figura 20.

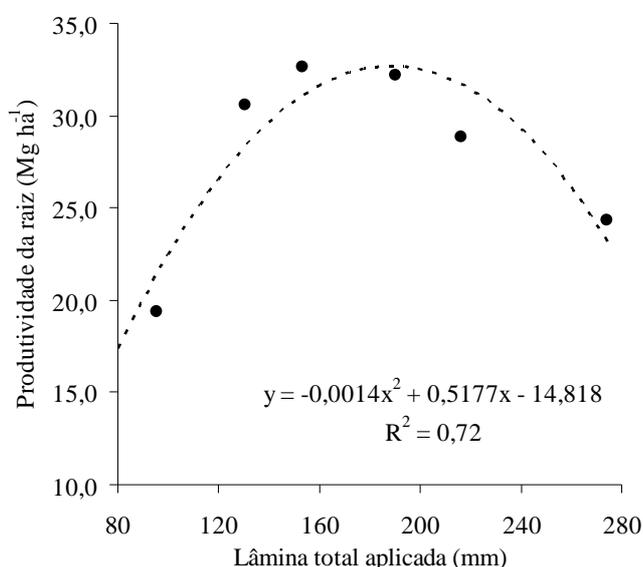


Figura 20. Cultivo orgânico da beterraba (*Beta vulgaris* ‘Early Wonder Tall Top’): equação de regressão ajustada e função de resposta para produtividade da hortaliça referente as lâminas de irrigação aplicados em parcelas sem cobertura morta (Seropédica – RJ, 2008).

De acordo com a equação apresentada na Figura 20, verifica-se que para cada 10 mm de água aplicada a mais, dentro do intervalo de 95 a 274 mm de lâmina total de irrigação, implica num aumento de 280 kg de massa fresca de raiz por hectare até um ponto de máxima, quando esta começa a decair na mesma proporção. Ainda pode-se

observar que 72% das variações ocorridas para o acúmulo de massa fresca da raiz é explicado por uma regressão polinomial quadrática.

A partir da equação apresentada na Figura 20, foi possível constatar que a lâmina que maximiza a produtividade de 33,0 Mg ha⁻¹ é 184,9 mm. Os experimentos com cobertura de Gliricídia e de Cameroon apresentaram valores médios de produtividade de 41,6 e 24,6 Mg ha⁻¹, respectivamente.

Monte (2007) observou que a variação da lâmina de irrigação para a produtividade comercial de tomates não foi significativa, ao contrário da produtividade total, que apresentou função polinomial cúbica com coeficiente de determinação de 0,97.

Evidencia-se, com esses resultados, que a palhada de Gliricídia, obtida de folhas e ramos finos picados, se apresentou como uma ótima fonte de matéria orgânica, podendo ser empregada para cobertura morta de canteiros e, ao mesmo tempo, contribuindo para a manutenção dos níveis de umidade do solo.

4.5.4 Eficiência do Uso da Água (EUA)

Nas Tabelas 11, 12 e 13 estão apresentados os valores da eficiência do uso da água, considerando as diferentes lâminas de água aplicadas nos cultivos com e sem utilização de cobertura morta e os métodos de cálculo de eficiência. Importante lembrar que massa fresca mencionada neste caso é somente de raízes de beterraba.

Tabela 11. Cultivo orgânico da beterraba (*Beta vulgaris* ‘Early Wonder Tall Top’): lâminas de irrigação e eficiência do uso da água em função de diferentes métodos utilizados (EUA, EUAI¹ e EUAI²), referente a parcelas sob cobertura do solo com palhada de *Pennisetum purpureum* ‘Cameroon’ (Seropédica – RJ, 2008).

	T1*	T2	T3	T4	T5	T6
EUA (kg m ⁻³)	24,51	25,63	25,27	19,24	17,54	13,87
Lâmina (m ³ ha ⁻¹)	845	1008	1116	1284	1409	1677
EUAI ¹ (kg m ⁻³)	31,68	30,58	29,06	21,14	18,82	14,27
Lâmina (m ³ ha ⁻¹)	654	845	970	1168	1314	1630
EUAI ² (kg m ⁻³)	0,0	6,1	7,7	3,4	3,1	1,6
Lâmina (m ³ ha ⁻¹)	654	845	970	1168	1314	1630

* Tratamentos T1 = 0%, T2 = 29%, T3 = 48%, T4 = 78%, 100% e 148% da ETc.

Tabela 12. Cultivo orgânico da beterraba (*Beta vulgaris* ‘Early Wonder Tall Top’): lâminas de irrigação e eficiência do uso da água em função de diferentes métodos utilizados (EUA, EUAI¹ e EUAI²), referente a parcelas sob cobertura do solo com palhada de *Gliricidia sepium* (Seropédica – RJ, 2008).

	T1*	T2	T3	T4	T5	T6
EUA (kg m ⁻³)	38,45	39,34	40,25	32,67	25,47	20,99
Lâminas (m ³ ha ⁻¹)	852	1053	1185	1391	1545	1874
EUAI ¹ (kg m ⁻³)	50,14	46,89	46,13	35,75	27,22	21,55
Lâminas (m ³ ha ⁻¹)	654	883	1034	1271	1445	1826
EUAI ² (kg m ⁻³)	0,0	9,8	14,4	10,0	4,6	3,6
Lâminas (m ³ ha ⁻¹)	654	883	1034	1271	1445	1826

* Tratamentos T1 = 0%, T2 = 29%, T3 = 48%, T4 = 78%, 100% e 148% da ETc.

O valor máximo para EUA, considerando irrigação total (irrigação + precipitação efetiva) e incluindo a irrigação de aclimatação das mudas no campo, foi observado no tratamento T2 (29% ETc), T3 (48% ETc) e T2 (29% ETc), respectivamente, para os cultivos sob cobertura de Cameron, Gliricídia e sem cobertura, correspondendo aos valores de 25,63, 40,25 e 26,08 kg m⁻³. Nota-se, de maneira geral, que as menores lâminas apresentaram as melhores eficiências do uso da água. Por outro lado, vale ressaltar que em qualquer sistema produtivo, é fundamental a maximização da renda líquida para o produtor, não coincidindo, necessariamente, com a máxima eficiência deste recurso.

Tabela 13. Cultivo orgânico da beterraba (*Beta vulgaris* ‘Early Wonder Tall Top’): lâminas de irrigação e eficiência do uso da água em função de diferentes métodos utilizados (EUA, EUAI¹ e EUAI²), referente a parcelas sem cobertura morta (Seropédica – RJ, 2008).

	T1*	T2	T3	T4	T5	T6
EUA (kg m ⁻³)	20,48	26,08	19,96	18,48	13,23	8,89
Lâminas (m ³ ha ⁻¹)	951	1302	1533	1895	2164	2746
EUAI ¹ (kg m ⁻³)	29,78	32,37	23,40	20,40	14,21	9,13
Lâminas (m ³ ha ⁻¹)	654	1049	1308	1716	2016	2670
EUAI ² (kg m ⁻³)	0,0	13,81	8,5	9,1	4,55	1,84
Lâminas (m ³ ha ⁻¹)	654	1049	1308	1716	2016	2670

* Tratamentos T1 = 0%, T2 = 29%, T3 = 48%, T4 = 78%, 100% e 148% da ETc.

Nos três experimentos as lâminas que apresentaram os maiores valores de EUA foram 1.008 (T2), 1.185 (T3) e 1.302 (T2) m³ ha⁻¹, correspondendo, respectivamente, a 25,63; 40,25 e 26,08 kg m⁻³. Nota-se um incremento de 36,3% na massa fresca acumulada de raízes com aumento de 177 m³ de água aplicada e com a mudança do tipo de palhada em cobertura. Ao considerar somente a EUA no experimento com Cameroon, a diferença percentual entre a maior e a menor eficiência é de 44,9%. No

experimento com Gliricídia, essa diferença percentual foi de 47,6%. No experimento sem cobertura morta essa diferença foi de 65,9%. Entre os três experimentos, ainda considerando a EUA, o fato de haver cobertura morta de Gliricídia foi determinante para a obtenção de boa EUA, uma vez que o experimento sem cobertura morta utilizou 294 m³ de água a mais que o experimento com Cameroon, o que proporcionou um aumento de 1,7% (450 kg) em massa fresca de raiz acumulada.

A EUAI¹ considera a água aplicada pela irrigação durante a aclimação e do tratamento, excluindo aquela proveniente dos eventos de precipitação. Nota-se, de maneira geral, que as menores lâminas apresentaram as melhores eficiências, sendo os valores 31,68 e 50,14 kg m⁻³, respectivamente, obtidos para os experimentos com cobertura morta de Cameroon, Gliricídia e sem cobertura morta no solo. Ao considerar somente a EUAI¹ no experimento com Cameroon, esse incremento é de 55,0% comparando-se a maior e menor lâmina aplicada. No experimento com Gliricídia, essa diferença percentual foi de 57,0% entre a maior e a menor lâmina. Entre os três experimentos, ainda considerando a EUAI¹, o fato de haver cobertura permaneceu sendo determinante para a obtenção de maior eficiência com a menor lâmina, visto que esse efeito não se repetiu quando a cobertura do solo foi retirada (experimento sem cobertura morta), sendo a maior eficiência obtida com um aumento percentual de 37,6% na lâmina aplicada.

A avaliação da eficiência do uso de irrigação somente durante o período de aplicação dos tratamentos esta aqui representada pela sigla EUAI². Observa-se que a menor lâmina de irrigação não apresentou nenhuma eficiência, isto devido ao fato de que o ganho em massa fresca durante o período de aclimação é aqui subtraído. Isso foi possível por haver um tratamento onde não foi aplicada água durante período de aplicação dos tratamentos (tratamento T1).

Comparando-se os tratamentos com cobertura morta no solo, quanto a EUAI², observa-se diferença de 6,7 kg m³ entre os experimentos com Gliricídia e Cameroon, com a variação na lâmina de irrigação sendo de 74 m³ ha⁻¹.

Ao considerar somente a EUAI² no experimento com cobertura morta de Cameroon, houve um incremento de massa fresca de raiz de 79,2% comparando-se a maior e menor eficiência. No experimento com Cameroon, essa diferença percentual foi de 75,0% entre a maior e a menor eficiência. No experimento sem cobertura morta, essa diferença chegou a 87,0%. Entre os três experimentos, ainda considerando a EUAI², o efeito da cobertura morta de Gliricídia continuou sendo determinante, entre as coberturas de Gliricídia e Cameroon, cada metro cúbico de água acumulou 0,039 kg de massa fresca em raiz, enquanto que entre os experimentos com cobertura morta de Cameroon e sem cobertura, o acúmulo em massa por cada metro cúbico de água foi de 0,077 kg a favor do experimento sem cobertura morta.

O déficit hídrico na zona radicular promove diminuição relativa na evapotranspiração. De acordo com Karam *et al.* (2003), existe uma relação linear entre baixa produtividade e baixa evapotranspiração para a cultura do trigo, assumindo que a taxa potencial de água na capacidade de campo (100%) proporcionou uma redução em 5% na ET comparada com a medida em lisímetros de drenagem em dois anos de cultivo. Entretanto, nos dois anos de cultivo, a maior eficiência no uso da água para produção de grãos foi obtida com a umidade no solo em torno de 60% da capacidade de campo. Karam *et al.* (2005), na cultura da soja, detectaram maior eficiência no uso da água quando foi realizada uma suspensão da irrigação nas fases de florescimento pleno e maturação de sementes, sendo de 13 e 4% maior comparada ao tratamento irrigado e

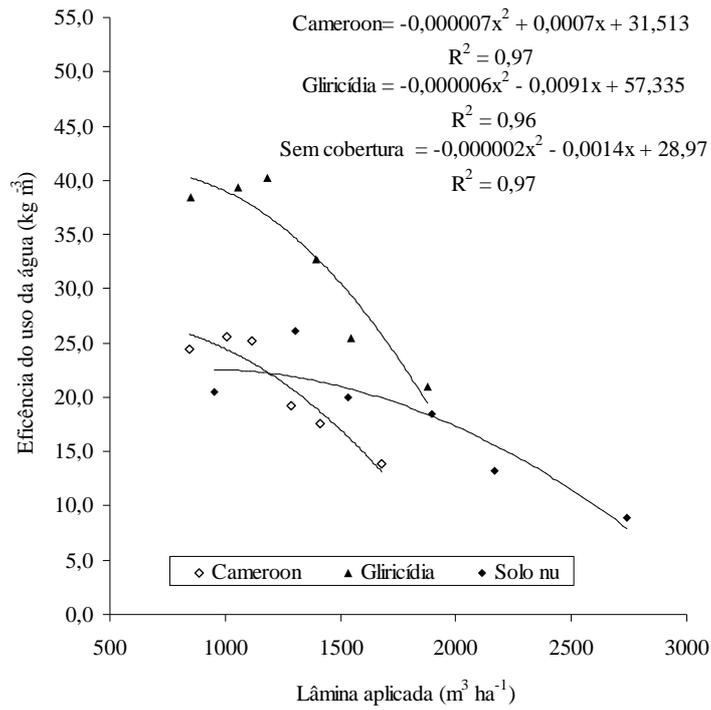
17% menor àquele onde a suspensão ocorreu na fase de enchimento. Na Turquia, Kadayifci *et al.* (2005) encontraram, em casa de vegetação para a cultura da cebola, EUA e EUAI de 5,6 e 5,1 kg m⁻³ ha⁻¹, quando foi aplicada 75% da lâmina de irrigação controle.

Lima (2007) trabalhando com alface observou que o valor máximo de EUA (6,25 kg m⁻³) foi obtido com reposição de 100% da ETc, com utilização de cobertura morta. Para a mesma cobertura, o menor valor observado de EUA correspondeu à menor lâmina aplicada (25% ETc), com o valor de 3,25 kg m⁻³. Considerando EUAI, o valor máximo foi obtido na menor lâmina (25% ETc) no experimento sem cobertura morta no solo, com valor de 12,28 kg m⁻³ e o menor na maior Lamina (115 % ETc) com valor de 5,72 kg m⁻³ no mesmo experimento.

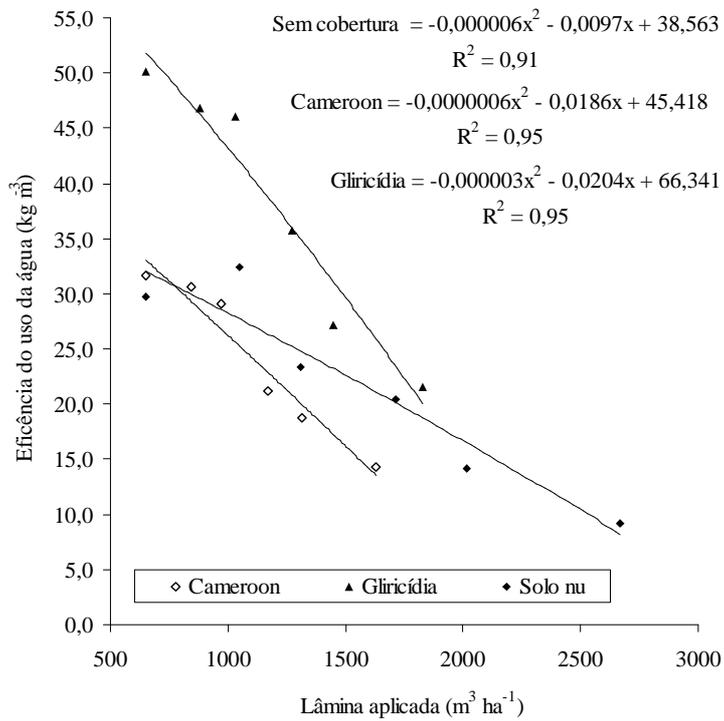
Fabeiro *et al.* (2003), obtiveram uma maior EUA (17,05 kg m⁻³) para a beterraba açucareira quando foi aplicada a menor lâminas de irrigação (6.898 m³ ha⁻¹). Esses resultados corroboram com os encontrados neste trabalho para a EUAI¹, exceto no experimento em sem cobertura, onde a segunda menor lâmina (1.049 m³ ha⁻¹) permitiu obter 32,4 kg m⁻³.

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⁻³. 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.

A Figura 21 apresenta as equações de eficiência no uso da água (EUA), a eficiência no uso da água de irrigação (EUAI¹) e eficiência no uso da água somente aplicada pelos tratamentos (EUAI²) em função da lâmina de água aplicada. É importante ressaltar que a melhor eficiência não está relacionada com a melhor produtividade, para o tratamento sem cobertura. Nos demais, como não foram verificadas diferenças significativas na produtividade (massa fresca de raiz), pode-se constatar pelas Figuras que os menores valores de lâmina aplicada estão sempre associados às maiores eficiências, representando, portanto, uma otimização efetiva do recurso água.



EUA



EUA¹

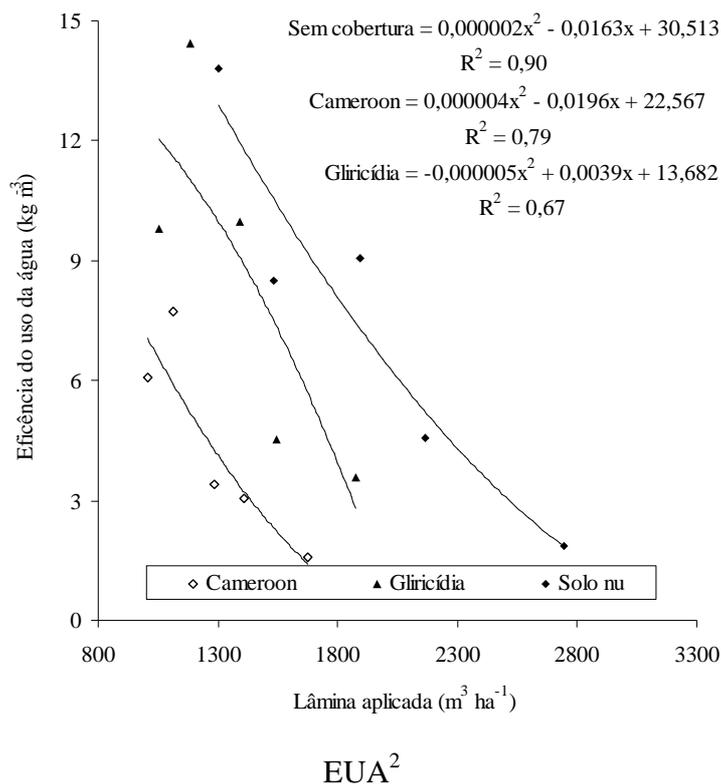


Figura 21. Cultivo orgânico da beterraba (*Beta vulgaris* ‘Early Wonder Tall Top’): representação gráfica e funções de eficiência no uso da água para os três experimentos analisadas por três diferentes métodos de análise da eficiência do uso da água (EUA, EUAI1 e EUAI2) sendo: EUA a razão entre produtividade total e lâmina total de irrigação (irrigação+precipitação efetiva); EUA1 a razão entre a produtividade total e lâmina de irrigação; e EUA2 a razão entre a produtividade (produtividade total subtraída a produtividade não irrigada) e lâmina de irrigação nas parcelas com e sem cobertura do solo. (Seropédica – RJ, 2008).

Para todos os índices de eficiência utilizados, é possível perceber que sempre os maiores valores estão associados ao cultivo da beterraba com cobertura de Glicíndia. Esses valores foram de 40,0; 50,0 e 14,0 kg m⁻³, para EUA, EUAI¹ e EUAI², respectivamente.

4.5.5 Teor de Nutriente no Solo Antes e Após o Cultivo

Após a colheita da beterraba, foram coletadas amostras de solo nos respectivos experimentos e novas análises químicas foram realizadas. Os resultados estão apresentados nas Tabelas 14, 15 e 16.

Tabela 14. Cultivo orgânico da beterraba (*Beta vulgaris* ‘Early Wonder Tall Top’): análise química do solo imediatamente após a colheita da hortaliça nas parcelas sob cobertura com *Pennisetum purpureum* ‘Cameroon’ em função diferentes lâminas de irrigação (Seropédica – RJ, 2008).

Lâmina total* (mm)	10 cm					20 cm				
	Ca+Mg	Ca	Mg	P	K	Ca+Mg	Ca	Mg	P	K
	---- cmol _c dm ⁻³ ----			-- mg dm ⁻³ --		---- cmol _c dm ⁻³ ----			--mg dm ⁻³ --	
84	3,97	2,79	1,18	117,0	280	4,05	2,45	1,60	108,0	94
101	4,10	2,76	1,34	117,0	230	4,24	2,63	1,61	91,0	95
112	4,20	2,65	1,55	79,0	190	3,40	2,17	1,23	57,0	95
128	4,29	2,90	1,39	123,0	205	3,91	2,53	1,38	90,0	82
141	4,15	2,79	1,36	119,0	185	4,14	2,71	1,43	94,0	91
168	4,16	2,85	1,31	112,0	225	4,14	2,71	1,43	107,0	85

* Irrigação + precipitação pluviométrica efetiva

Tabela 15. Cultivo orgânico da beterraba (*Beta vulgaris* ‘Early Wonder Tall Top’): análise química do solo imediatamente após a colheita da hortaliça nas parcelas sob cobertura com *Gliricidia sepium* em função diferentes lâminas de irrigação (Seropédica – RJ, 2008).

Irrigação total* (mm)	10 cm					20 cm				
	Ca+Mg	Ca	Mg	P	K	Ca+Mg	Ca	Mg	P	K
	---- cmol _c dm ⁻³ ----			-- mg dm ⁻³ --		---- cmol _c dm ⁻³ ----			--mg dm ⁻³ --	
85	3,87	2,51	1,36	84,0	365	3,81	2,50	1,31	87,0	95
105	4,13	2,56	1,57	100,0	300	4,19	2,55	1,64	88,0	83
118	4,41	2,81	1,60	91,0	245	3,87	2,52	1,35	97,0	100
139	4,31	2,57	1,74	111,0	250	3,54	2,20	1,34	79,6	77
154	4,34	2,74	1,55	104,0	270	3,70	2,17	1,53	86,6	95
187	4,15	2,72	1,43	110,0	190	4,20	2,60	1,60	114,0	85

* Irrigação + precipitação pluviométrica efetiva

Tabela 16. Cultivo orgânico da beterraba (*Beta vulgaris* ‘Early Wonder Tall Top’): análise química do solo imediatamente após a colheita da hortaliça nas parcelas sem cobertura do solo em função diferentes lâminas de irrigação (Seropédica – RJ, 2008).

Irrigação total* (mm)	10 cm					20 cm				
	Ca+Mg	Ca	Mg	P	K	Ca+Mg	Ca	Mg	P	K
	---- cmol _c dm ⁻³ ----			-- mg dm ⁻³ --		---- cmol _c dm ⁻³ ----			--mg dm ⁻³ --	
95	3,99	2,59	1,40	83,0	195	3,60	2,17	1,43	83,5	80
130	5,21	3,32	1,89	139,0	180	4,24	2,70	1,54	167,7	82
153	5,15	3,20	1,95	121,0	155	4,10	2,48	1,62	118,0	75
190	4,47	2,96	1,51	146,0	93	3,80	2,35	1,45	119,1	61
216	4,45	2,78	1,67	139,0	125	3,90	2,40	1,50	127,4	81
274	4,74	2,99	1,75	125,0	140	3,90	2,26	1,64	89,4	76

* Irrigação + precipitação pluviométrica efetiva

Observando-se as Tabelas 14, 15 e 16, e comparando-as com a Tabela 1, nota-se um incremento do nutriente potássio (K) na camada de 10 cm, sendo este em média superior no experimento com cobertura morta de Gliricídia, seguidos pelos experimentos com cobertura morta de Cameroon e sem cobertura. Esse fato ocorreu em função da decomposição da palha e do esterco aplicados em cobertura. De maneira geral, cálcio (Ca) e magnésio (Mg) analisados separadamente apresentam valores superiores na análise química do solo antes do transplântio (Tabela 1).

4.6 CONCLUSÃO

Os resultados obtidos permitiram concluir que:

- os efeitos de diferentes lâminas de irrigação, não afetaram significativamente a produtividade sob ambas as coberturas mortas (*Pennisetum purpureum* 'Cameroon' e *Gliricidia sepium*), entretanto, a maior produtividade média foi obtida no experimento com cobertura morta de *G. sepium*;
- com sistema de gotejamento a lâmina de irrigação que maximizou a produtividade de raízes no experimento sem cobertura morta no solo foi aquela que repôs 74% da ETc; e
- o cultivo da beterraba com cobertura morta de *Gliricídia* proporcionou os maiores valores de eficiência do uso da água, seguido pelos experimentos sem cobertura morta e com cobertura morta de *P. purpureum* 'Cameroon'.

**5 CAPÍTULO III – PADRÃO E QUALIDADE DA BETERRABA
 (*Beta vulgaris* L.) CULTIVADA EM SISTEMA ORGÂNICO DE
 PRODUÇÃO, SOB DIFERENTES LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO E
 COBERTURAS DO SOLO.**

5.1 RESUMO

Com o objetivo de se determinar a qualidade das raízes e padroniza-las tendo como base a “Proposta de Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade da Beterraba (*Beta vulgaris* L.) para o Programa Brasileiro para a Modernização da Horticultura”, três experimentos de campo foram conduzidos em área experimental da Fazendinha Agroecológica do Km 47, localizada no município de Seropédica (RJ), km 07 da BR 465, latitude 22°45’13’’S e longitude 43°40’23’’W. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados com quatro repetições e seis níveis de irrigação por gotejamento e três condições de cobertura do solo (palha de *Pennisetum purpureum* ‘Cameroon’, *Gliricidia sepium* e sem cobertura morta). A variedade de beterraba utilizada foi a ‘Early Wonder Tall Top’, na presença de cobertura morta (dose de 2,5 kg m⁻² de material seco) ou sem cobertura. Os tratamentos lâminas de irrigação (T1 = 0, T2 = 29, T3 = 48, T4 = 78, T5 = 100 e T6 = 148% da ETc) foram estimados tendo como base o balanço de água no solo, considerando uma umidade correspondente à capacidade de campo igual a 0,255 cm³ cm⁻³. Na avaliação de qualidade, os parâmetros foram o pH, sólidos solúveis totais (SST), acidez total titulável (ATT), além do diâmetro da raiz. Os parâmetros de qualidade como pH, SST (°Brix) e acidez (g 100g⁻¹) apresentaram valores médios de 6,09; 7,75 e 1,24, respectivamente, para o experimento com cobertura de Cameroon; 6,07, 7,62 e 1,25, respectivamente, para o experimento com cobertura de Gliricídia; e 6,22, 8,18 e 1,23, respectivamente, para o experimento sem cobertura morta. A utilização de cobertura morta no solo com palhada de Gliricídia e manutenção de umidade do solo entre 29 e 48% da ETc possibilitou a obtenção de beterrabas classificadas na categoria I e diâmetro na classe 50. A ausência de cobertura morta favoreceu o melhor desempenho da cultura da beterraba quanto à categoria, enquadrando todos os tratamentos na categoria I. Os parâmetros pH, SST e ATT não foram influenciados de forma expressiva pela variação de lâminas de irrigação e cobertura do solo.

PALAVRA-CHAVE: Classificação, pós-colheita e manejo da irrigação

5.2 ABSTRAT

Three field experiments with beet (*Beta vulgaris* L., cv. Early Wonder Tall Top) were conducted in the experimental area denominate Fazendinha Agroecológica Km 47, located in Seropédica (RJ), Brazil, in order to determine the quality of the roots as base the "Proposal of Technical Regulation of Identity and Quality of the Beet (*Beta vulgaris* L.) for the Brazilian Program for the Modernization of the Horticulture". The experiments were conducted under three conditions of soil cover: straw of grass *Pennisetum purpureum* 'Cameroon', straw of legume *Gliricidia sepium* and bare soil. In each experiment, experimental design in random blocks with four replicates and the different depths applied by a drip irrigation system was used. In the presence of mulch (dose of 2.5 kg m⁻² of dry material) or without coverage, the treatment irrigation depths (0, 29, 48, 78, 100 and 148% of ETc) was estimated based on the soil water balance, in order to restore the amount of water in the profile (0 - 0.20 m) to the field capacity (0.255 cm³ cm⁻³), in the site used as the reference treatment (100% of ETc). The parameters used to evaluate the quality were the pH, total soluble solids (SST), acidity total titratable (ATT), besides the diameter of the root. The quality parameters as pH, SST (°Brix) and acidity (g 100g⁻¹) presented medium values of 6.09, 7.75 and 1.24 with covering of Cameroon, respectively; 6.07, 7.62 and 1.25 with Gliricidia, respectively, and 6.22, 8.18 and 1.23, respectively, for the bare soil. The use of dead covering in the soil of Gliricidia and maintenance of humidity of the soil among 29 and 48% of the ETc allowed to obtain beets classified in the category I and diameter in the class 50. The absence of mulch favored the best acting of the culture of the beet as for the category, framing all of the treatments in the category I. The parameters pH, SST and ATT was not affected so significantly by the variation in irrigation depths and soil covering.

KEYWORDS: Classification, powder-crop and irrigation management

5.3 INTRODUÇÃO

O homem sempre associa hortaliças ou frutas frescas com o que é bom, que tem qualidade e todos os dias as inovações aparecem resultando em esforços para a diferenciação de um produto por seus produtores e por aqueles que só os negociam com o consumidor final ⁽⁶⁾. Sendo assim, características qualitativas de alimentos vegetais tais como pH, sólidos solúveis totais (SST), acidez total titulável (ATT), firmeza, cor, odor, sabor, textura e brilho, tornam-se potencializadores da comercialização.

A proposta de Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade da Beterraba (*Beta vulgaris* L.) (disponível em www.hortibrasil.org.br/rtbeterraba.doc) para o Programa Brasileiro para a Modernização da Horticultura tem como objetivo “estabelecer as características de identidade, qualidade, acondicionamento, embalagem e apresentação da beterraba (sem folhas) destinada ao consumo in natura, a ser comercializada no mercado interno, devendo ser seguida por todo membro da cadeia agroindustrial que queira aderir ao Programa (CEAGESP). Segundo esta proposta, a classe é a “garantia de homogeneidade visual de tamanhos do lote” e que não existe classe de tamanho para produtos com o maior diâmetro transversal abaixo de 50 mm.

Na indústria alcooleira, valores de SST elevados, por exemplo, sugerem elevada conversão em álcool. Coelho (2004), em Uruguaiana (RS), revelou a possibilidade de sucesso para o plantio da cana-de-açúcar em alguns tipos de solo. Segundo o autor a produtividade média foi de 130 Mg ha⁻¹, e ao considerar um valor de 18 °Brix foi estimada uma produção de 6.800 litros de álcool anidro.

Vitti (2003) determinou para beterraba de mesa, variedade Early Wonder, processada minimamente, o teor de SST no tempo e em diferentes cortes. Na primeira avaliação após a colheita, as beterrabas apresentavam SST de 6 a 7° Brix. Vinne *et al.* (2005), testaram cinco cultivares de beterraba de mesa da mesma variedade, e constataram que 93,1% da produção comercial apresentou diâmetro médio superior a 50 mm, 38,4 % variou entre 70m e 90 mm e o SST na colheita foi 9,8 °Brix.

Vários são os trabalhos que relacionam as avaliações pós-colheita de diferentes culturas com níveis de umidade no solo. Sousa *et al.* (2000), realizaram a colheita do meloeiro (cultivar Eldorado 300) quando os frutos atingiram o ponto de maturação fisiológica, com Brix em torno de oito. Os autores detectaram diferença significativa entre a produtividade comercial e as diferentes frequências de irrigação testadas, sendo a de um dia a mais eficiente. Para o cálculo da produtividade comercial, utilizaram apenas os frutos com peso acima de 0,800 kg, formato normal e não estragados.

Serrano *et al.* (2007) constataram que o fato de se irrigar a cultura da goiabeira “Paluma”, acarretou um incremento na produtividade de 73%, em comparação com cultivo sem irrigação. Os autores também observaram que sob irrigação, frutos “de vez” apresentavam o SST sempre menor, exceto para plantas podadas em Dezembro (12,39 °Brix), tendência que persistiu para os frutos “maduros” (12,30 °Brix). A ATT no mês de dezembro, para os dois tipos de fruto, foram as maiores em média com 0,73% e 0,61% de ác. cítrico e as relações SST/ATT as que apresentaram as menores razões médias (16,89, 19,43) respectivamente, para frutos “de vez” e maduros.

Vásquez *et al.* (2005) apresentaram médias dos teores de SST, pH e ATT em frutos de meloeiro (*Cucumis melo* L. cultivar Bônus II). Os tratamentos constaram de

⁶(www.hortibrasil.org.br/negocio.htm, em 02 de fevereiro de 2009)

diferentes doses de potássio, lâminas de irrigação e os resultados foram 6,2; 13,3 °Brix e 0,121 mg kg⁻¹, respectivamente. Viana *et al.*(2007) obtiveram valores de SST para a mesma espécie em sistemas de fertirrigação superficial e subsuperficial de 10,7 e 10,6%.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar desempenho pós-colheita da beterraba de mesa cultivada em solo com e sem a utilização de cobertura morta, sob diferentes lâminas de irrigação aplicadas por gotejamento.

5.4 MATERIAL E MÉTODOS

A metodologia seguida para obtenção das beterrabas (*Beta vulgaris* L. ‘Early Wonder Tall Top’) foi a mesma, como descrita anteriormente.

Após atendimento das pressuposições, os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e de regressão, sendo a lâmina de água aplicada como variável independente.

5.4.1 Análise pós-colheita

As análises laboratoriais foram conduzidas no Departamento de Fitotecnia, no laboratório de Pós-colheita na UFRRJ, Seropédica (RJ). No dia 10 de setembro de 2008, foram coletadas 4 plantas de beterraba para determinação do pH, teor de sólidos solúveis totais (SST), acidez titulável total (ATT), diâmetro e comprimento.

Na cultura da beterraba o calibre (diâmetro equatorial) é o principal fator de qualidade, sendo a classe que se refere este fator, a garantia de homogeneidade visual do lote. A Tabela 17 apresenta a padronização normatizada deste fator e que deve ser medido no seu maior diâmetro transversal equatorial.

Tabela 17. Classes segundo a proposta de Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade da Beterraba (*Beta vulgaris* L.) do Programa Brasileiro para a Modernização da Horticultura, com base no calibre (diâmetro equatorial) da raiz.

Classe	Calibre (mm)
50	Igual ou maior a 50 e menor que 90
90	Igual ou maior a 90 e menor que 120
120	Igual ou maior a 120

A homogeneidade visual do lote é garantida pela obediência à amplitude de variação do calibre dentro de cada classe e tolera-se até 10% de mistura com a classe imediatamente superior ou inferior à classe declarada no rótulo, não existindo classe de tamanho para produtos com o maior diâmetro transversal equatorial abaixo de 50 mm.

De acordo com a proposta de referência para a padronização da produção obtida neste trabalho, classificaram-se os lotes separando-os por tratamento e tipo de cobertura a que foram submetidos durante os 80 dias de cultivo a campo na Fazendinha Agroecológica do Km 47 – denominado aqui como produtor. Segundo a Tabela 18, a categoria do lote pode variar de Extra a classe III considerando-se o percentual total de defeitos graves e leves.

Tabela 18. Limites máximos de tolerância (%) por categoria de defeitos segundo a “Proposta de Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade da Beterraba (*Beta vulgaris* L.)” do “Programa Brasileiro para a Modernização da Horticultura”.

Categoria	Extra	I	II	III
Defeitos Graves				
Podridão	0	3	5	10
Dano profundo	0	3	5	10
Murcho	0	3	5	10
Total	0	3	5	10
Defeitos Leves				
Descoloração	0	5	15	30
Dano superficial	10	25	50	100
Excesso de bico	10	25	50	100
Excesso de talo	10	25	50	100
Cortiça	10	25	50	100
Deformado	10	25	50	100
Falta de limpeza	10	25	50	100
Total	10	25	50	100

Caracterização física das amostras

As beterrabas foram caracterizadas pela determinação em raízes, da massa fresca em balança de precisão (0,01 g), com resultado expresso em gramas; do comprimento e do diâmetro (diâmetro transversal equatorial da raiz), medidos com auxílio de um paquímetro, com resultados expressos em “cm”.

Análises físico-químicas

As análises laboratoriais foram conduzidas no Laboratório de Pós-colheita do Departamento de Fitotecnia – Instituto de Agronomia/UFRRJ. Foram determinados o pH, a acidez total titulável (ATT) e o teor de sólidos solúveis totais (SST). Todas as determinações foram feitas com quatro repetições. Cada amostra (repetições) foi raspada com auxílio de uma colher limpa, retirando-se 10 gramas de cada raiz e adicionados em Becker de 50 ml para análise de pH e ATT.

O pH foi determinado por medição direta em potenciômetro universal (DIGIMED, DM-20). Porções de 10,0 g foram transferidas quantitativamente para um becker (50 ml), ao qual era adicionado 10 mL de água destilada. A mistura foi agitada por 10 minutos com auxílio de agitador magnético (CONING) e depois o pH foi medido diretamente.

Porções de 10,0 g foram transferidas para um becker (50 mL), ao qual era adicionado 10 mL de água destilada. A mistura foi agitada por 10 minutos com auxílio de agitador magnético (CONING). A determinação da ATT foi feita pelo método potenciométrico, tendo como ponto final o pH 7,0 (pH neutro). Foi utilizado como titulante uma solução 0,01N de NaOH, sendo que o ponto final da titulação foi determinada pela medição direta e contínua do pH (por potenciometria, conforme já descrito) Os resultados foram expressos em miligramas de ácido cítrico por 100 g da amostra ($\text{mg } 100\text{g}^{-1}$).

Na determinação do teor de SST, foi utilizado o refratômetro manual QI 107-1, com resultado sendo expresso em °Brix.

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 de melhor ajuste entre a produtividade 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 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 (FERREIRA, 2003).

5.4.2 Análise de Nitrogênio

As plantas de beterraba depois de colhidas e lavadas foram separadas em folhas, pecíolos e raízes. A cobertura morta utilizada no experimento foi proveniente de podas da leguminosa arbórea gliricídia (*Gliricidia sepium*) e de uma gramínea (*Pennisetum purpureum* 'Cameroon'), passadas em picadeira elétrica e seca à sombra, antes de sua distribuição nos canteiros. No momento do corte das plantas, foram coletadas amostras da parte aérea para estimativas dos teores de nitrogênio nos tecidos. Essas amostras foram secas em estufa ventilada e regulada a 65°C até atingir peso constante, sendo então moídas. A determinação de N na biomassa foi baseada na metodologia recomendada por Bremner *et al.*, (1982).

5.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.5.1 Análise pós-colheita

Após a colheita foram contabilizados 32 frutos por tratamento (lâminas de irrigação e diferentes coberturas) e geradas as Tabelas 3, 4 e 5, de modo a contabilizar os pontos (contagem manual do número de raízes) referentes aos defeitos determinados pela “proposta de Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade da Beterraba (*Beta vulgaris* L.)”. Segundo este documento a qualidade máxima é a ausência absoluta de defeitos. A classificação por categoria garante a obediência aos padrões mínimos de qualidade. O estabelecimento de diferentes tolerâncias aos defeitos graves e leves, permitiu a separação das raízes em 4 categorias.

A Figura 22 apresenta a porcentagem de raízes com diâmetro inferior a 5 cm por lote (tratamento) e por experimento.

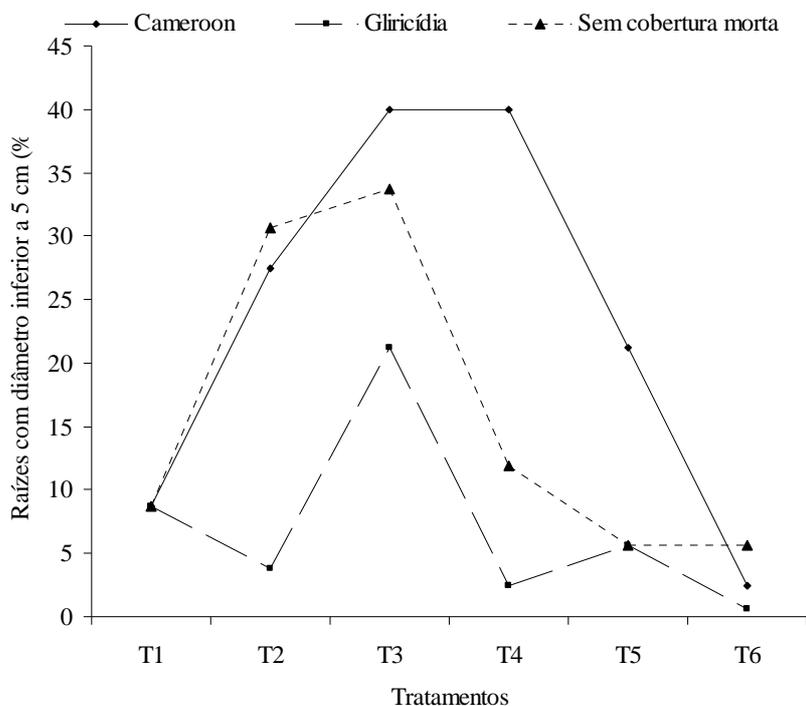


Figura 22. Cultivo orgânico de beterraba (*Beta vulgaris* ‘Early Wonder Tall Top’): percentuais de raízes com diâmetro equatorial inferior a 5 cm, nos experimentos I (cobertura do solo com *Pennisetum purpureum* ‘Cameroon’); II (cobertura do solo com *Gliricidia sepium*); III (solo sem cobertura morta). Os tratamentos foram os diferentes níveis de irrigação + precipitação pluviométrica efetiva (T1 = 0%, T2 = 29%, T3 = 48%, T4 = 78%, T5 = 100% e T6 = 148% da ETc).

Com base na Figura 22, observa-se que tanto a menor quanto as maiores lâminas em seus respectivos experimentos, apresentaram a mesma tendência no maior número de raízes com diâmetro superior a 5 cm. O experimento com cobertura morta de Gliricídia apresentou o menor percentual total (soma de todos os tratamentos) de raízes

com diâmetro não comercial (16%) comparado com os outros experimentos, presença de palhada Cameroon e ausência de cobertura morta, que foram respectivamente, 33 e 26%. Considerando a margem de 10% de tolerância para o aproveitamento de raízes com diâmetros menores a 5 cm, o experimento com palhada de Gliricídia apresentou uma redução de 6% na produtividade comercial em relação a produtividade total, ou seja, 39,1 Mg ha⁻¹, e o experimento com cobertura morta de Cameron e sem cobertura morta com 18,9 e 24,1 Mg ha⁻¹.

De maneira geral, os diâmetros das beterrabas no presente estudo apresentaram-se superior no experimento com cobertura morta de Gliricídia no solo (Tabela 20) seguido pelo experimento sem cobertura morta (Tabela 21) e com cobertura morta de Cameroon (Tabela 19). O diâmetro médio observado em todos os tratamentos foi superior ao limite mínimo para classificação da beterraba.

Tabela 19. Cultivo orgânico de beterraba (*Beta vulgaris* ‘Early Wonder Tall Top’): diâmetro equatorial, comprimento, pH, acidez total titulável (ATT) e sólidos solúveis totais (SST) das raízes da hortaliça em função de diferentes lâminas de irrigação aplicadas nas parcelas de cobertura do solo com palhada de *Pennisetum purpureum* ‘Cameroon’ (Seropédica/RJ, 2008).

Irrigação Total* (mm)	Diâmetro (cm)	Comprimento (cm)	pH (g 100g ⁻¹)	SST (°Brix)	ATT (mg 100g ⁻¹)
85	5,9 a**	6,6 a	6,07 a	7,70 a	1,20 a
101	5,0 a	5,9 b	6,09 a	7,33 a	1,25 a
112	5,1 a	5,8 b	6,07 a	7,75 a	1,35 a
128	5,0 a	5,7 b	6,07 a	8,30 a	1,10 a
141	5,3 a	6,3 a	6,11 a	7,90 a	1,25 a
168	5,9 a	6,5 a	6,13 a	7,53 a	1,30 a
Média	5,4	6,2	6,09	7,75	1,24
C.V. (%): lâmina	9,5	7,6	2,69	6,70	17,50

*Irrigação + precipitação pluviométrica efetiva; ** médias seguidas de mesma letra em cada coluna não diferem entre si ao nível de 5% de significância (teste F).

De acordo com os dados apresentados nas Tabelas 19, 20 e 21 é possível perceber que nenhum parâmetro de qualidade avaliado apresentou diferenças significativas com relação às diferentes lâminas de irrigação aplicadas, exceto para o comprimento de raiz no experimento com palhada de Cameroon (Figura 19 e Tabela 19).

Tabela 20. Cultivo orgânico de beterraba (*Beta vulgaris* ‘Early Wonder Tall Top’): diâmetro equatorial, comprimento, pH, acidez total titulável (ATT) e sólidos solúveis totais (SST) das raízes da hortaliça em função de diferentes lâminas de irrigação aplicadas nas parcelas de cobertura do solo com palhada de *Gliricidia sepium* (Seropédica/RJ, 2008).

Irrigação Total* (mm)	Diâmetro (cm)	Comprimento (cm)	pH (g 100g ⁻¹)	SST (°Brix)	ATT (mg 100g ⁻¹)
85	6,5 a**	7,2 a	6,00 a	7,98 a	1,30 a
105	6,1 a	8,0 a	6,13 a	7,48 a	1,28 a
118	5,8 a	6,8 a	6,20 a	7,48 a	1,08 a
139	6,3 a	7,0 a	5,98 a	7,75 a	1,30 a
154	6,1 a	6,8 a	6,05 a	8,20 a	1,28 a
187	6,5 a	7,7 a	6,05 a	6,83 a	1,30 a
Média	6,2	7,3	6,07	7,62	1,25
C.V. (%): lâmina	6,1	9,8	2,19	11,67	10,04

*Irrigação + precipitação pluviométrica efetiva; ** médias seguidas de mesma letra em cada coluna não diferem entre si ao nível de 5% de significância (teste F).

Tabela 21. Cultivo orgânico de beterraba (*Beta vulgaris* ‘Early Wonder Tall Top’): diâmetro equatorial, comprimento, pH, acidez total titulável (ATT) e sólidos solúveis totais (SST) das raízes da hortaliça em função de diferentes lâminas de irrigação aplicadas nas parcelas sem cobertura morta (Seropédica/RJ, 2008).

Irrigação Total* (mm)	Diâmetro (cm)	Comprimento (cm)	pH (g 100g ⁻¹)	SST (°Brix)	ATT (mg 100g ⁻¹)
95	5,7 a**	6,6 a	6,15 a	8,53 a	1,35 a
130	5,0 a	5,9 a	6,30 a	8,35 a	0,98 a
153	5,2 a	5,8 a	6,28 a	8,53 a	1,20 a
190	5,5 a	6,0 a	6,15 a	7,83 a	1,23 a
216	6,0 a	6,8 a	6,28 a	7,78 a	1,33 a
274	5,9 a	6,5 a	6,18 a	8,10 a	1,28 a
Média	5,5	6,3	6,22	8,18	1,23
C.V. (%): lâmina	7,1	6,4	1,00	13,56	13,19

*Irrigação + precipitação pluviométrica efetiva; ** médias seguidas de mesma letra em cada coluna não diferem entre si ao nível de 5% de significância (teste F).

As tabelas 22, 23 e 24 apresentam os resultados das contagens de defeitos graves e leves de 32 frutos por tratamento, aqui denominados como lotes.

Tabela 22. Cultivo orgânico de beterraba (*Beta vulgaris* ‘Early Wonder Tall Top’): número de raízes com defeitos graves e leves ⁽¹⁾, em função de diferentes lâminas de irrigação aplicadas às parcelas com cobertura morta de *Pennisetum purpureum* ‘Cameroon’ (Seropédica/RJ, 2008).

Categoria	Tratamento					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Defeitos Graves						
Podridão	2	1	2	2	2	1
Dano profundo	0	1	2	2	3	2
Murcho	0	0	0	0	0	0
Total	2	2	4	4	5	3
Defeitos Leves						
Descoloração	0	0	0	0	0	0
Dano superficial	9	6	5	6	6	4
Excesso de bico	12	6	6	7	9	11
Excesso de talo	0	0	0	0	0	0
Cortiça	13	17	14	17	18	14
Deformado	2	7	2	2	1	4
Falta de limpeza	0	0	0	0	0	0
Total	36	36	27	32	34	33

⁽¹⁾ Conforme “Proposta de regulamento Técnico de Identidade e Qualidade da Beterraba (*Beta vulgaris* L.)” do “Programa Brasileiro para Modernização da Horticultura”. T1 = 0%, T2 = 29%, T3 = 48%, T4 = 78%, T5 = 100% e T6 = 148% da ETc.

Com esses resultados foi possível enquadrar os lotes de raízes dos tratamentos T1, T2, T3, T4 e T6 na categoria I e T5 na categoria II. Essa distinção do T5 se deve ao fato do somatório dos defeitos graves terem sido igual a 5.

A Tabela 23 apresenta o resultado da contagem de 32 frutos por tratamento no experimento com cobertura de Gliricídia (*G. sepium*). As lâminas totais de irrigação (85, 105, 118, 139, 154 e 187 mm) se referem aos tratamentos T1, T2, T3, T4, T5 e T6 respectivamente.

O experimento com cobertura de Gliricídia (leguminosa) apresentou número maior de tratamentos na categoria II (T1, T3, T4 e T5) devido ao número de raízes com dano profundo. Este dano esta relacionado principalmente a rachaduras nos frutos que, segundo Filgueira (2000), podem ocorrer sob deficiência de Boro. Os tratamentos T2 e T6 permaneceram na categoria I.

A Tabela 24 apresenta o resultado da contagem de 32 frutos por tratamento no experimento sem cobertura morta. As lâminas totais de irrigação (95, 130, 153, 190, 216 e 274 mm) se referem aos tratamentos T1, T2, T3, T4, T5 e T6, respectivamente.

Tabela 23. Cultivo orgânico de beterraba (*Beta vulgaris* ‘Early Wonder Tall Top’): número de raízes com defeitos graves e leves ⁽¹⁾, em função de diferentes lâminas de irrigação aplicadas às parcelas com cobertura morta de *Gliricidia sepium* (Seropédica/RJ, 2008).

Categoria	Tratamento					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Defeitos Graves						
Podridão	0	0	0	0	0	0
Dano profundo	8	2	5	6	6	4
Murcho	0	0	0	0	0	0
Total de Defeitos Graves	8	2	5	6	6	4
Defeitos Leves						
Descoloração	0	0	0	0	0	0
Dano superficial	5	5	5	3	7	5
Excesso de bico	10	6	11	10	8	3
Excesso de talo	0	0	0	0	0	0
Cortiça	15	18	20	19	15	17
Deformado	4	1	0	4	1	1
Falta de limpeza	0	0	0	0	0	0
Total de Defeitos Leves	34	30	36	36	31	26

⁽¹⁾ Conforme “Proposta de regulamento Técnico de Identidade e Qualidade da Beterraba (*Beta vulgaris* L.)” do “Programa Brasileiro para Modernização da Horticultura”. T1 = 0%, T2 = 29%, T3 = 48%, T4 = 78%, T5 = 100% e T6 = 148% da ETc.

Tabela 24. Cultivo orgânico de beterraba (*Beta vulgaris* ‘Early Wonder Tall Top’): número de raízes com defeitos graves e leves ⁽¹⁾, em função de diferentes lâminas de irrigação aplicadas às parcelas sem cobertura morta (Seropédica/RJ, 2008).

Categoria	Tratamento					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Defeitos Graves						
Podridão	0	0	0	0	1	0
Dano profundo	1	1	1	2	2	1
Murcho	0	0	0	0	0	0
Total de Defeitos Graves	1	1	1	2	3	1
Defeitos Leves						
Descoloração	0	0	0	0	0	0
Dano Superficial	5	4	1	2	1	3
Excesso de bico	16	13	9	7	11	14
Excesso de talo	0	0	0	0	0	0
Cortiça	21	20	19	20	21	21
Deformado	5	1	4	1	4	3
Falta de Limpeza	0	0	0	0	0	0
Total de Defeitos Leves	47	38	33	30	37	41

⁽¹⁾ Conforme “Proposta de regulamento Técnico de Identidade e Qualidade da Beterraba (*Beta vulgaris* L.)” do “Programa Brasileiro para Modernização da Horticultura”. T1 = 0%, T2 = 29%, T3 = 48%, T4 = 78%, T5 = 100% e T6 = 148% da ETc.

Com base nos resultados apresentados na Tabela 24, constatou-se que todo o

experimento foi enquadrado na categoria I, devido aos elevados valores de cortiça encontrada. Um problema comum nesta cultura é o efeito da formação de uma camada de tecido cortical no “ombro” da raiz. O excesso de bico também foi expressivo, principalmente nos tratamentos com menor quantidade de água aplicada, entretanto, o limite de pontos para esta variável é 25.

5.5.2 Análise de Nitrogênio

As Tabelas 25, 26 e 27 apresentam valores de concentração de N determinados no final do cultivo (105 DAS). O acúmulo total médio de N para os três experimentos (*Pennisetum purpureum* ‘Cameroon’, *Gliricidia sepium* e Sem cobertura morta) foram 31,8; 35,1 e 31,1 g kg⁻¹ de massa seca de folhas, respectivamente. Em relação parte aérea e raiz, folhas e pecíolos foram responsáveis por 75,7% do N acumulado no experimento com cobertura morta de Cameroon. Para o experimento com palhada de Gliricídia e o experimento sem cobertura morta no solo, essa relação foi, respectivamente, de 77,9 e 79,4%.

Tabela 25. Cultivo orgânico de beterraba (*Beta vulgaris* ‘Early Wonder Tall Top’): teores de nitrogênio nas de raízes, folhas e pecíolos, em função de diferentes lâminas de irrigação aplicadas às parcelas com cobertura morta de *Pennisetum purpureum* ‘Cameroon’ (Seropédica/RJ, 2008).

Irrigação Total* (mm)	Concentração N na raiz (g kg ⁻¹ MS)	Concentração N na folha (g kg ⁻¹ MS)	Concentração N no pecíolo (g kg ⁻¹ MS)
85	15,4 a**	34,1 a	14,5 a
101	15,0 a	34,4 a	17,4 a
112	12,9 a	29,1 a	14,5 a
128	14,5 a	30,1 a	13,3 a
141	14,8 a	31,9 a	14,5 a
168	16,8 a	31,4 a	15,2 a
Média	15,0	31,8	14,9
C.V. (%): lâmina	27,2	10,8	10,6

* Irrigação + precipitação pluviométrica efetiva; **médias seguidas de mesma letra em cada coluna não diferem entre si ao nível de 5% de significância (teste F);

De acordo com Grangeiro *et al.* (2007), para mudas de beterraba semeadas no campo, o maior acúmulo de N na parte aérea ocorre entre 40 e 50 DAS e diminui dos 50 aos 60 DAS, onde passa a prevalecer o acúmulo nas raízes. De maneira geral, para a beterraba de mesa com mudas produzidas em bandeja, existe um atraso de aproximadamente 20 dias no desenvolvimento da planta no campo (FILGUEIRA, 2000; GUIMARÃES *et al.*, 2002).

Tabela 26. Cultivo orgânico de beterraba (*Beta vulgaris* ‘Early Wonder Tall Top’): teores de nitrogênio nas de raízes, folhas e pecíolos, em função de diferentes lâminas de irrigação aplicadas às parcelas com cobertura morta de *Gliricidia sepium* (Seropédica/RJ, 2008).

Irrigação Total* (mm)	Concentração N na raiz (g kg ⁻¹ MS)	Concentração N na folha (g kg ⁻¹ MS)	Concentração N no pecíolo (g kg ⁻¹ MS)
85	14,7 a**	37,1 a	17,1 a
105	14,9 a	38,3 a	15,6 a
118	11,8 a	33,2 a	15,4 a
139	13,8 a	31,6 a	15,1 a
154	13,6 a	33,6 a	14,2 a
187	17,8 a	36,4 a	16,5 a
Média	14,4	35,1	15,6
C.V. (%): lâmina	22,0	11,0	7,7

* Irrigação + precipitação pluviométrica efetiva; **médias seguidas de mesma letra em cada coluna não diferem entre si ao nível de 5% de significância (teste F);

Tabela 27. Cultivo orgânico de beterraba (*Beta vulgaris* ‘Early Wonder Tall Top’): teores de nitrogênio nas de raízes, folhas e pecíolos, em função de diferentes lâminas de irrigação aplicadas às parcelas sem cobertura morta (Seropédica/RJ, 2008).

Irrigação Total* (mm)	Concentração N na raiz (g kg ⁻¹ MS)	Concentração N na folha (g kg ⁻¹ MS)	Concentração N no pecíolo (g kg ⁻¹ MS)
95	11,4 a**	30,8 a	15,8 a
130	14,4 a	31,4 a	15,6 a
153	11,6 a	29,6 a	15,1 a
190	10,6 a	29,6 a	14,5 a
216	11,8 a	33,3 a	16,2 a
274	12,8 a	31,9 a	16,4 a
Média	12,1	31,1	15,6
C.V. (%): lâmina	25,5	6,9	8,7

* Irrigação + precipitação pluviométrica efetiva; **médias seguidas de mesma letra em cada coluna não diferem entre si ao nível de 5% de significância (teste F);

Grangeiro *et al.* (2007) fazendo adubação mineral encontraram uma relação menos expressiva, com o N na parte aérea representando 52,7% do total na planta, entretanto com maior acúmulo nas raízes. Segundo mesmo autor, a maior demanda de N pela planta ocorre entre 50 e 60 dias após a semeadura (DAS), coincidindo com o maior acúmulo de massa seca na planta. O acúmulo máximo total de N foi observado aos 60 DAS para mudas semeadas em canteiro (campo), ou aproximadamente 80 DAS para mudas oriundas de bandeja.

De maneira geral, a concentração de N tão pouco foi afetada pela cobertura do solo quanto pelas diferentes lâminas dentro de cada sistema. Nota-se ligeira superioridade da cobertura *Gliricidia* em relação as demais, e somente na raiz é que a ausência de cobertura apresenta valores de concentração de N inferiores às coberturas.

5.6 CONCLUSÃO

Os resultados obtidos permitiram concluir que:

- a utilização de cobertura morta no solo com palhada de *Gliricidia sepium* e manutenção de umidade do solo entre 29 e 48% da ETC, possibilitou a obtenção de beterrabas classificadas na categoria I e diâmetro na classe 50;

- a ausência de cobertura morta favoreceu o melhor desempenho da cultura da beterraba quanto à categoria, enquadrando todos os tratamentos na categoria I; e

- os parâmetros pH, SST e ATT não foram influenciados de forma expressiva pela variação de lâminas de irrigação e cobertura do solo, assim como níveis de nitrogênio nas partes analisadas.

6 CONCLUSÕES GERAIS

Os resultados obtidos permitiram concluir que:

- o uso da cobertura morta no solo com gramínea ou leguminosa minimizou de forma expressiva a demanda hídrica da cultura da beterraba, contribuindo para uma redução da ETc acumulada para a cultura da beterraba em até 53,7%;

- a produtividade média de beterraba (massa fresca da raiz) utilizando cobertura morta de *Gliricidia sepium* foi 40,9 e 35% superior as produtividades médias obtidas nos experimentos com cobertura morta de *Pennisetum purpureum* 'Cameroon' e sem cobertura morta no solo;

- a menor redução entre produtividade total e comercial, foi de 6%, obtida quando se empregou cobertura morta de *G. sepium*;

- o máximo valor de EUA foi determinado no experimento com cobertura morta de *G. sepium*, sendo 36 e 35% superior a EUA determinadas nos experimentos com cobertura morta de *P. purpureum* 'Cameroon' e sem cobertura morta no solo, respectivamente.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, S. M. C.; ABOUD, A. C. de S.; RIBEIRO, R. de L. D.; ALMEIDA, D. L. de. Balanço do nitrogênio e fósforo em solo com cultivo orgânico de hortaliças após a incorporação de biomassa de guandu. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.39, n.11, p.1111-1117, 2004

AGUIAR, J.V. de. **A Função de Produção na Agricultura Irrigada**. Fortaleza: Imprensa Universitária, p. 196, 2005.

ALBUQUERQUE, P. E. P.; ANDRADE JUNIOR, A. S.; SOUSA, F.; SEDIYAMA, G. C.; BEZERRA, J. R. C.; STONE, L. F.; SILVEIRA, P. M. Coeficientes de cultivo das principais culturas anuais. **Revista ITEM – Irrigação e Tecnologia Moderna**, n.52/53, p.49-57. 2001.

ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements**. Roma: FAO - Irrigation and drainage Paper, 56, p. 301, 1998.

ALMEIDA, D.L de; GUERRA, J.G.M.; RIBEIRO, R. DE L.D. **Sistema integrado de produção agroecológica: uma experiência de pesquisa em agricultura orgânica**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, (Documento 169), p. 39, 2003.

ANDRADE, R. DA S.; MOREIRA, J. A. A.; STONE, L. F.; CARVALHO, J. DE A. Consumo relativo de água do feijoeiro no plantio direto em função da porcentagem de cobertura morta do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. vol.6 no 1, 2002

ANTONINO, A. C. D.; SAMPAIO, E. V. S. B.; DALL'OLIO, A.; SALCEDO, I. H. Balanço hídrico em solo com cultivos de subsistência no semi-árido do nordeste do BRASIL. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.4, n.1, p.29-34, 2000

AQUINO LA; PUIATTI M; PEREIRA PRG; PEREIRA FHF; LADEIRA IR; CASTRO MRS. 2006. Produtividade, qualidade e estado nutricional da beterraba de mesa em função de doses de nitrogênio. **Horticultura Brasileira**. v. 24, n. 2, p 199-203, 2006.

ARAÚJO, M. L. de, Diferentes espaçamentos em dois sistemas de semeadura na cultura da beterraba (*Beta vulgaris*. L). **Anais... XXII Congresso Brasileiro de Orticultura**, Vitória-ES, p. 272, 1982.

ASSIS, R. L. de; AREZZO, D. C. de; ALMEIDA, D. L. de; DE-POLLI, H. Aspectos Sócio-Econômicos da Agricultura Orgânica Fluminense. **Revista de Administração Pública**. Rio de Janeiro, v. 30, n. 1, p. 26-42, 1996.

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.

BERGAMASCHI, H.; DALMAGO, G. A.; BERGONCI, J. I.; BIANCHI, C. A. M.; MÜLLER, A. G.; COMIRAN, F.; HECKLER, B. M. M. Distribuição hídrica no período crítico do milho e produção de grãos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.39, n.9, p.831-839, set. 2004.

BERNARDO, S.; MANTOVANI, E.; SOARES, A. A. **Manual de irrigação**. 8º ed. Viçosa: UFV. 625p., 2006.

BEZERRA, F. M. L.; ANGELOCCI, L. R.; MINAMI, K. Coeficientes de sensibilidade ao déficit hídrico para a cultura da batata nas condições edafoclimáticas da região de piracicaba, SP. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.3, n.3, p.322-326, 1999.

BREMNER, J. M.; MULVANEY, C. S. **Nitrogen total**. In: PAGE, A. L. (Ed.). *Methods of soil analys. Part 2*. 2. ed. Madison: SSSA, p. 595 – 624, 1982.

CALBO, A. G.; SILVA, W. L. de C. **Sistema Irrigas para manejo de irrigação: fundamentos, aplicações e desenvolvimentos**. Embrapa Hortaliças, 174 p. : il. 2005.

CAVALCANTE JÚNIOR, J. A.; AZEVEDO, B. M. de; VASCONCELOS, D. V.; MARINHO, A. B.; CIMANCA, J. C.; BRAGA, E. S. Avaliação da produtividade da roseira variedade ‘Iracema’ em Função de diferentes lâminas de irrigação, com base na Evaporação de água observada no tanque classe “A”. **Anais...** Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem. São Mateus-ES, 2008 (CD-ROM)

CINTRA, F. L. D.; LIBARDI, P. L.; SAAD, A. M. Balanço hídrico no solo para porta-enxerto de citros em ecossistema de Tabuleiro Costeiro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 4, n. 1,p. 23-28, 2000.

COELHO, E. F.; CALDAS, R. C.; SANTOS, D. B.; LEDO, C. A. DA S. Número e espaçamento entre hastes de guia de onda para medida da umidade do solo com TDR. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.7, n.2, p.215-220, 2003

COELHO, F. C. S de B. **Diagnóstico sócio-econômico de Uruguaiana**. Uruguaiana / Porto Alegre. Pontifica Universidade Católica do Rio Grande do Sul, v.2, p.212, 2004

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**, v. 26, p. 74-77, 2008.

COTRIM, C. E.; COELHO, E. F.; COELHO FILHO, M. A.; RAMOS, M. M.; NASCIMENTO, P. S.; SANTOS, R. P.; ANDRADE NETO, 4 E T. M. Calibração de guia de onda acoplada a TDR, em um tipo de solo, utilizando amostra deformada e indeformada. **Anais...** XVII Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem. São Mateus – ES. CD-ROM, 2008

CRUZ, F. A. DA. **Instalação e calibração de lisímetro de pesagem e determinação da evapotranspiração de referência para a região de Seropédica-RJ**. 65p., (Dissertação), Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica-RJ, 2005

DE-POLLI, H. & ALMEIDA, D. L. **Manual de Adubação para o Rio de Janeiro**. Itaguaí: Ed. Universidade Rural, p. 179, 1988

DOORENBOS, J.; KASSAM, A. H. **Efeito da água no rendimento das culturas**. Trad. De H.R. Gheyi, A.A. de Sousa, F.A.V. Damasceno e J.F. de Medeiros. Campina Grande: UFPB, 306p., (FAO. Estudos de Irrigação e Drenagem, 33).1979

DOORENBOS, J.; PRUITT, J.O. **Guidlines for predicting crop water requirements**. Rome, FAO, p. 179, (FAO Irrigation and Drainage Paper, 24), 1977.

DUSSÁN SARRIA, S. **Comportamento pós-colheita do caqui (*Diospyros kaki*): avaliação física e química**. Campinas, SP: [s.n.]. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP, 1998

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Rio de Janeiro, p. 212, 1997.

FABEIRO, C.; SANTA OLALLA, F. M. DE; LÓPEZ, R.; DOMÍNGUEZ, A. Production and quality of the sugar beet (*Beta vulgaris* L.) cultivated under controlled deficit irrigation conditions in a semi-arid climate. **Agricultural Water Management**. v. 62, p. 215–227, 2003

FARIAS, C. H. de A.; SOBRINHO, J. E.; MEDEIROS, J. F. de; COSTA, M. da C.; NASCIMENTO, I. B. do; SILVA, M. C. de C. Crescimento e desenvolvimento da cultura do melão sob diferentes lâminas de irrigação e salinidade da água. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.7, n.3, p.445-450, 2003

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

FERREIRA, D. F. **SISVAR**, Versão 4.6 (Build 6.0) DEX/FLA. 2003.

FERREIRA, P. A.; MOURA, R. F.; SANTOS, D. B.; FONTES, P. C. R.; MELO, R. F. DE. Efeitos da lixiviação e salinidade da água sobre um solo salinizado cultivado com beterraba. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.10, n.3, p.570–578, 2006

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

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo Manual de Olericultura: Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa: UFV, p. 362-366, 2000

FREITAS, W. DA S.; RAMOS, M. M.; OLIVEIRA, A. M. S. Demanda de irrigação da cultura da uva na bacia do Rio São Francisco. Campina Grande, PB: **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 10, n. 3, p. 563-569, 2006

FRIZZONE, J. A. & ANDRADE JUNIOR, A. S. de (Eds.). **Planejamento da irrigação: análise de decisão de investimento**. Brasília, DF: EMBRAPA informação tecnológica, 626 p., 2005.

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

GONÇALVES, A. O.; FAGNANI, M. A.; PERES, J. G. Efeitos da cobertura do solo com filme de polietileno azul no consumo de água da cultura da alface cultivada em estufa. **Engenharia agrícola**, v.25, n.3, p.622-631, 2005

GRANGEIRO, L. C.; NEGREIROS, M. Z. de; SOUZA, B. S. de; AZEVEDO, P. E. de; OLIVEIRA, S. L. de; MEDEIROS, M. A; Acúmulo e Exportação de Nutrientes em Beterraba. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, n. 2, p. 267-273, 2007.

GUIMARÃES, V. F.; ECHER, M. M.; MINAMI, K. Métodos de produção de mudas, distribuição de metéria seca e produtividade de plantas de beterraba. **Horticultura Brasileira**, v. 20, n. 3, p. 505-509, 2002.

HAMADA, E. & TESTEZLAF, R. Desenvolvimento e produtividade da alface submetida a diferentes lâminas de água através da irrigação por gotejamento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 30, n.9, p. 1201-1209, 1995.

HAMERSCHMIDT, I. Agricultura orgânica: Conceituações e princípios. **Anais...** do 38ª Congresso Brasileiro de Olericultura. Pretolima-PE; ART&MIDIA, 1998 (CD-ROM).

HILLEL, D., GURON, Y., 1975. Relation between evapotranspiration rate and maize yield. **Water Resouces**. 9, 743–748. Imtiyaz, M., Singh, S.J., 1990. The effect of soil moisture stress on onion: evapotranspiration-yield relationship. In: Salokhe, V.M., Ilangantilike, S.G. (Eds.), Proceedings of the International Agricultural Engineering Conference and Exhibition, Bangkok, Thailand, p. 889–898, 1990.

HORTA, A. C. S., SANTOS, H. S., CONSTANTIN, J., SCAPIM, C. A. **Interferência de plantas daninhas na beterraba transplantada e semeada diretamente**. Maringá, PR. Disponível em: <e-mail: amhorta@uol.com.br>.

JACCOUD, A. **Curvas características de umidade dos solos da área da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro**. (Tese apresentada à escola de Pós-graduação, da UFRRJ) 81p., 1971

JOLLIET, O. Hortitrans, a model for predicting and optimizing humidity and transpiration in greenhouses. **Journal of Agricultural Engineering Resouces**, v.58, p.23-37, 1994.

JONES, H.G. **Plants and microclimate**. Cambridge: Cambridge University Press, 2 ed., 428 p., 1992.

KADAYIFCI, A.; TUYLU, G. I.; UCAR, Y.; CAKMAK, B. Crop water use of onion (*Allium cepa* L.) in Turkey. **Agricultural Water Management**, v. 72, p. 59–68, 2005.

KARAM, F.; MASAAD, R.; SFEIR, T.; MOUNZER, O.; ROUPHAEL, Y. Evapotranspiration and seed yield of field grown soybean under deficit irrigation conditions. **Agricultural Water Management**, v. 75, p. 226–244, 2005.

KARAM, F.; BREIDY, J.; STEPHAN, C.; ROUPHAEL, J. Evapotranspiration, yield and water use efficiency of drip irrigated corn in the Bekaa Valley of Lebanon **Agricultural Water Management**, v, 63, p. 125–137, 2003

KEMPER, W. D. Effects of soil properties on precipitation use efficiency. **Irrig Sci**, v. 14, p. 65-73, 1993

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

LIMA, M. E. **Avaliação do desempenho da cultura da alface (*Lactuca sativa* L.) cultivado em sistema orgânico de produção, sob diferentes lâminas de irrigação e cobertura do solo**. 55p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica-RJ, 2007.

LOPES, A. S.; PAVANI, L. C.; CORÁ, J. E.; ZANINI, J. R.; MIRANDA, H. A. Manejo da irrigação (tensiometria e balanço hídrico climatológico) para a cultura do feijoeiro em sistemas de cultivo direto e convencional. **Engenharia agrícola**, v.24, n.1, p.89-100, 2004

MANTOVANI, E. C. **Irrigação: princípios e métodos**. Viçosa: Ed. UFV ed. 2, p. 225-256, 2007

MARQUELLI, W.A.; SILVA, W.L.C.; CARRIJO, O.A.; SILVA, H.R. Produção e qualidade de alho sob regimes de água no solo e doses de nitrogênio. **Horticultura Brasileira**, v. 20, n. 2, p. 191-194, 2002.

MARQUELLI, W.A. **Irrigação em Campos de Produção de Sementes de Hortaliças**. EMBRAPA Hortaliça (Circular técnica, 52), 16 p., 2007.

MARQUELLI, W. & SILVA, H. R. **Irrigação da pimenteira**. EMBRAPA Hortaliças (Circular Técnica 51), 14 p., 2007

MARQUELLI, W.A. & SILVA, W.L.C. **Tensões-limite de água no solo para o cultivo do tomateiro para processamento irrigado por gotejamento**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 17p., (Boletim de pesquisa e desenvolvimento / Embrapa Hortaliças , 37), 2008.

MASON, C. F. **Decomposição**. São Paulo: EPU: Ed. Da Universidade de São Paulo, v. 18, 1980.

MATSURA, E. E. **Aplicações da técnica TDR: Manejo da água e nutrientes no solo**. In: II Workshop de Aplicações de Técnicas Eletromagnéticas para o Monitoramento Ambiental. UNITAL/Taubaté(SP), (CD ROM), 2008

MEDEIROS, J. F. DE; SILVA, M. C. DE C.; CÂMARA NETO, F. G.; ALMEIDA, A. H. B. DE; SOUZA, J. DE O.; NEGREIROS, M. Z. DE; SOARES, S. P. F. Crescimento e produção do melão cultivado sob cobertura de solo e diferentes frequências de irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.10, n.4, p.792–797, 2006

MEDEIROS, A.T. **Estimativa da evapotranspiração de referência a partir da equação de Penman-Monteith, de medidas lisimétricas e de equações empíricas em Paraipaba-CE**. 103p. Tese (Doutorado em Agronomia: Irrigação e Drenagem). Piracicaba-SP, 2002.

MIRANDA, F.R.; GONDIM, R.S.; COSTA, C.A.G. Evapotranspiration and crop coefficients for tabasco pepper (*Capsicum frutescens* L.). **Agricultural Water Management**, vol. 82, p. 237-246, 2006

MONTE, J. A. **Manejo de irrigação na cultura do tomateiro em campo, na região de Seropédica-RJ**. 43p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica-RJ, 2007.

NEVES, M. C. P.; ALMEIDA, D. L.; DE-POLLI, H.; GUERRA, J. G. M.; RIBEIRO, R. DE L. D. **Agricultura orgânica: Uma estratégia para o desenvolvimento de sistemas agrícolas sustentáveis**. Seropédica, RJ: EDUR, p. 98, 2004.

NUNES, M. A.; DIAS, M. A.; GASPAR, A. M.; OLIVEIRA, M. D.; PINTO, E.; CARAPAU, A. L. Análise do crescimento da beterraba sacarina em cultura de primavera. **Agronomia Lusitana**, v. 40, p. 217-240, 1981.

OLIVEIRA, F. F. **Influência da Cobertura morta com palha de leguminosa e gramínea no desempenho de alface (*Lactuca sativa* L.) sob manejo orgânico**. Seropédica, RJ. 2005a. 55p. Dissertação (Mestrado em Agronomia Ciência do Solo) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2005

OLIVEIRA, R. A.; ROCHA, I de B.; SEDIYAMA, G. C.; PUIATTI, M.; CECON, P. R.; SILVEIRA, S. de F. R. Coeficientes de cultura da cenoura nas condições edafoclimáticas do Alto Paranaíba, no Estado de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.7, n.2, p.280-284, 2003

PEREIRA, A.R.; VILLA NOVA, N.A.; SEDIYAMA, G.C. **Evapo(transpi)ração**. Piracicaba, SP: FEALQ, p. 183, 1997a.

PEREIRA, L. S.; ALLEN, R. G. Novas aproximações aos coeficientes culturais. **Engenharia Agrícola**, v.16, n.4, p.118- 143. 1997.

PIMENTEL, C. **Metabolismo do carbono na agricultura tropical**. Seropédica: Edur, p. 150, 1998.

_____. **A Relação de Planta com a Água**. Seropédica, RJ: Edur, 192p. il., 2004

QUEIROGA, R. C. F.; NOGUEIRA, I. C. C.; BEZERRA NETO, F.; MOURA, A. R. B. DE; PEDROSA, J. F. Utilização de diferentes materiais como cobertura morta do solo no cultivo de pimentão. **Horticultura Brasileira**, vol. 20, n. 3, p. 416-418, 2002.

REICHARDT, K. & TIMM, L. C. **Solo, planta e atmosfera: conceitos, processos e aplicações**. Barueri, SP: Manole, p. 478, 2004.

RICCI, M. dos S. F.; ALMEIDA, D. L. de; FERNANDES, M. do C. A; RIBEIRO, R. de L. D.; CANTANHEIDE, M. C. dos S. Efeitos da Solarização do Solo na Densidade Populacional da Tiririca e na Produtividade de Hortaliças sob Manejo Orgânico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, vol.35, nº.11, p.2175-2179, 2000.

RICHARDS, R. A.; LÓPEZ-CASTAÑEDA, C.; GOMEZ-MACPHERSON, H.; CONDON, A. G. Improving the efficiency of water use by plant breeding and molecular biology. **Irrig Sci**, vol. 14, p. 93-104, 1993.

ROBINSON, D.W. Mulches ornamental plantings. Author's reply. **Hortscience**, v.23, n.6, 1988.

SANTANA, M. J.; CARVALHO, J. de A.; FAQUIN, V.; QUEIROZ, T. M. de. Produção do pimentão (*Capsicum annuum* L.) irrigado sob diferentes tensões de água no solo e doses de cálcio. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 28, n. 6, p. 1385-1391, 2004.

SANTOS, H. P. & TOMM, G. O. Rotação de culturas para cevada, após dez anos: efeitos na fertilidade do solo. **Ciência Rural**, vol. 28, n. 4, p. 573 – 580, 1998

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

SENTELHAS, P.C. Class A pan coefficients (Kp) to estimate daily reference evapotranspiration (ET_o). **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB, v.7, n.1, p.111-115, 2003.

SERRANO, L. A. L.; MARINHO, C. S.; RONCHI, C. P.; LIMA, I. DE M.; MARTINS, M. V. V.; TARDIN, F. D. Goiabeira 'Paluma' sob diferentes sistemas de cultivo, épocas e intensidades de poda de frutificação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, n.6, p.785-792, 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**, v.3, n.3, p.417-420, 1999.

SILVA, J.B.; VIEIRA, R.D.; CECÍLIO FILHO, A.B. Superação de dormência em sementes de beterraba por meio de imersão em água corrente. **Horticultura Brasileira**, v.23, n.4, p.990-992, 2005a.

SILVA, M.C.C.; MEDEIROS, J.F.; NEGREIROS, M. Z.; SOUSA, V.F. Produtividade de frutos do meloeiros sob diferentes níveis de salinidade da água de irrigação, com e sem cobertura do solo. **Horticultura Brasileira**, v.23, n.2, p. 202-205, 2005b.

SILVA, M. M. **Balço de água no solo com milho sob sistema plantio direto e diferentes doses de nitrogênio**. 86 p.: Il. Tese (Doutorado em Agronomia) Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz – Piracicaba (SP), 2007

SOARES, W. R.; SEDIYAMA, G. C.; RIBEIRO, A.; COSTA, J. M. N. Dependência do coeficiente de cultura no estágio inicial de desenvolvimento (Kcini) à lâmina de irrigação e textura do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.5, n.1, p.23-27, 2001.

SOUSA, P. S. de; MEDEIROS, J. F. de; MATOS, J. de A. de; MELO, S. B. de; FERREIRA, R. da C.; OLIVEIRA, F. de A. de. Efeito de lâminas de irrigação sobre o crescimento do Algodoeiro herbáceo. **Anais... XVII Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem**. São Mateus-ES, 2008 (CD-ROM)

SOUSA, V. F., COELHO, E. F., ANDRADE JUNIOR, A. S., FOLEGATTI, M. V., FRIZZONE, J. A. Eficiência do uso da água pelo meloeiro sob diferentes frequências de irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 4, n. 2, p. 183-188, 2000

SOUZA, C. F.; FOLEGATTI, M. V.; MATSURA, E. E.; OR, D. Calibração da Relectometria no Domínio do Tempo (TDR) para a Estimativa da Concentração da Solução no Solo. **Revista Engenharia Agrícola** (Artigo técnico), Jaboticabal, v.26, n.1, p. 282-291, 2006a

SOUZA FILHO, J. D. da C.; RIBEIRO, A.; COSTA, M. H.; COHEN, J. C. P. Mecanismos de controle da variação sazonal da transpiração de uma floresta tropical no nordeste da Amazônia. **Acta Amazônica**, v35(2) p. 223 – 229, 2005.

SOUZA, P.A.; NEGREIROS, M.Z.; MENEZES, J.B.; BEZERRA NETO, F.; SOUZA, G.L.F.M.; CARNEIRO, C.R.; QUEIROGA, R.C.F. Características químicas de alface cultivada sob efeito residual da adubação com composto orgânico. **Horticultura Brasileira**, v. 23, n.3, p. 754-757, 2005.

STARK, J.C.; JARRELL, W.M.; LETEY, J. Evaluation of irrigation- nitrogen management practices for celery using continuous-variable irrigation. **Soil Sci Soc.** 95-98pp. 1983.

SUDO, A. **Viabilidade agrônômica de consórcios de olerícolas sob manejo orgânico**. Seropédica, RJ, p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 1998.

TAIZ, L. **Fisiologia Vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 3 ed., p. 616-619, 2004.

TOPP, G. C.; DAVIS, J. L.; ANNAN, A. P. Electromagnetic determination of soil water content: measurements in coaxial transmission lines. **Water Resources Research**, v.16, n.3, p.574-582, 1980.

TRANI, P. E.; CANTARELLA, H.; TIVELLI, S. W. Produtividade de beterraba em função das doses de sulfato de amônio em cobertura. **Horticultura Brasileira**, v. 23, n. 3, p. 726-730, 2005

VÁSQUEZ, M. A. N.; FOLEGATTI, M. V.; DIAS, N. da S.; SOUSA, V. F. de. Qualidade pós-colheita de frutos de meloeiro fertirrigado com diferentes doses de potássio e lâminas de irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.9, n.2, p.199-204, 2005

VAZ, C. M. P. Aplicabilidade e limitações da TDR para a medida da umidade em solos brasileiros **Anais... II Workshop de Aplicações de Técnicas Eletromagnéticas para o Monitoramento Ambiental**. UNITAL/Taubaté (SP), 2008 (CD-ROM)

VIANA, T. V. DE A.; SALES, I. G. M.; SOUSA, V. F.; AZEVEDO, BENITO M.; FURLAN, R. A.; COSTA, S. C. Produtividade do meloeiro fertirrigado com potássio em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, v. 25, n. 3, jul.-set. 2007

VILELA, N. J.; RESENDE, F. VILELA.; MEDEIROS, M. A. **Evolução da cadeia produtiva da agricultura orgânica** (Curricular técnica 45), Brasília, DF, 2006

VILLELA, A. L. O. **Variabilidade espacial da qualidade físico-hídrica dos solos de uma unidade de pesquisa em produção agroecológica**. 2007. 55 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ.

VINNE, J. VAN DER; BRAZ, L. T.; BREDA JUNIOR, J. M. Produção de cultivares de beterraba em sistema de semeadura direta na palha. **Anais... XXXXVI Congresso Brasileiro de Olericultura**, Goiânia-GO, 2006. Disponível em: <www.abhorticultura.com.br/Biblioteca – acesso em 12 de março de 2009>

VITTI, M. C. D. **Aspéctos fisiológico, bioquímico e microbiológico em beterrabas minimamente processadas**. 132 f. Dissertação (Mestrado em Ciência) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba/USP, SP, 2003.

8 ANEXO 1

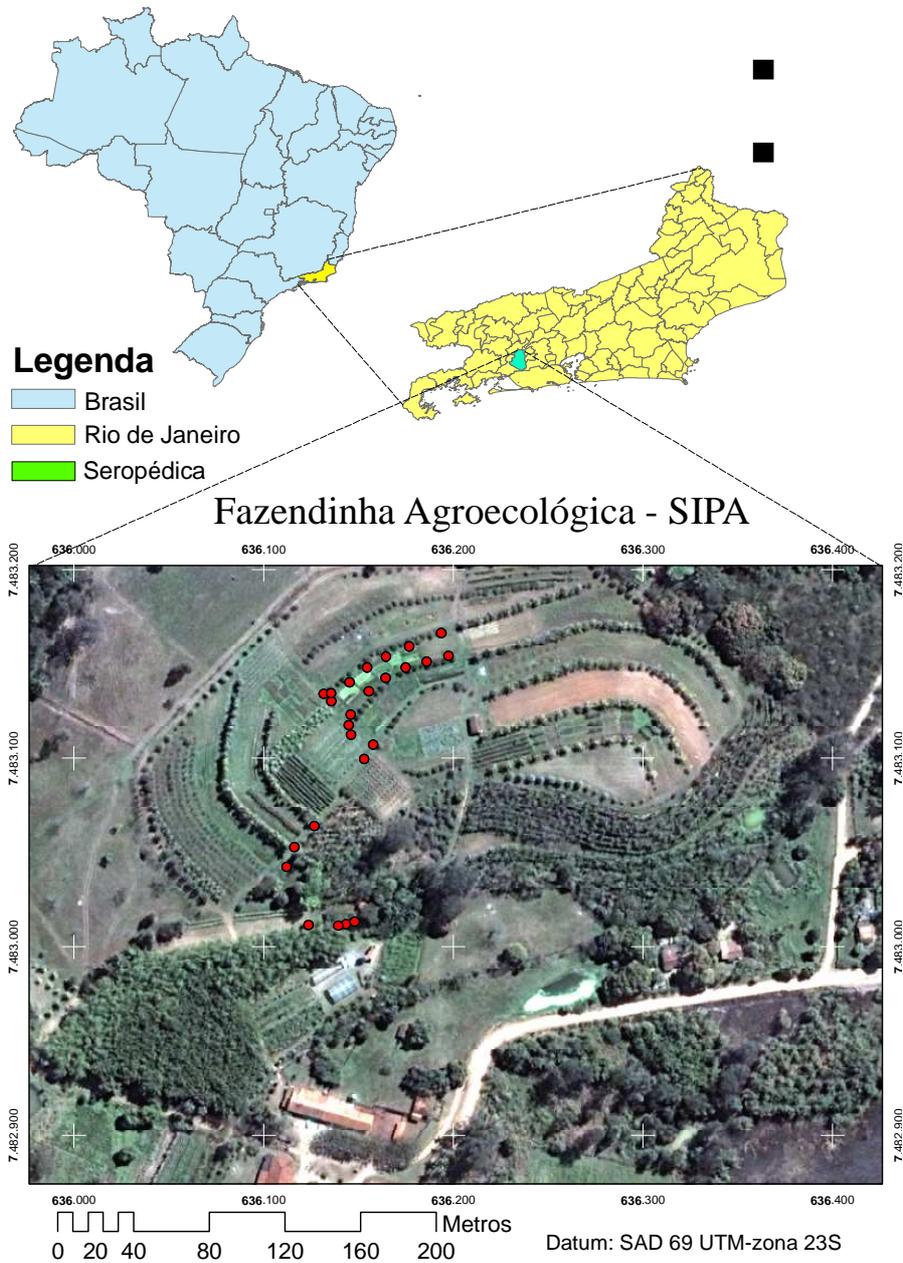


Figura 23. Vista da área de produção orgânica da Fazendinha Agrocológica do Km 47 e da gleba 12 em destaque, a áreas experimental (Cultivo de beterraba orgânico, Seropédica - RJ, 2009).

9 ANEXO 2

ANOVA GERAL COM UTILIZAÇÃO DE COBERTURA MORTA FORMADA POR *Penisetum purpureum* cv Camerom

Variável: Área foliar

Fonte de Variação	GL	P>F
Bloco	3	0,4355
Lâmina de Irrigação	5	0,2441
erro	15	

Coefficiente de variação (%) = 31,27

Média Geral: 480,0

Variável: Número de Folhas

Fonte de Variação	GL	P>F
Bloco	3	0,8254
Lâmina de Irrigação	5	0,9638
Erro	15	

Coefficiente de variação (%) = 21,36

Média Geral: 10,2

Variável: Massa fresca de folha

Fonte de Variação	GL	P>F
Bloco	3	0,9266
Lâmina de Irrigação	5	0,9883
erro	15	

Coefficiente de variação (%) = 34,73

Média Geral: 24,5

Variável: Massa seca de folha

Fonte de Variação	GL	P>F
Bloco	3	0,9299
Lâmina de Irrigação	5	0,9588
erro	15	

Coefficiente de variação (%) = 36,40

Média Geral: 1,8

Variável: Massa fresca de pecíolo

Fonte de Variação	GL	P>F
Bloco	3	0,8283
Lâmina de Irrigação	5	0,9991
erro	15	

Coefficiente de variação (%) = 48,25

Média Geral: 14,3

Variável: Massa seca de pecíolo

Fonte de Variação	GL	P>F
Bloco	3	0,9980
Lâmina de Irrigação	5	0,9947
erro	15	

Coefficiente de variação (%) = 49,17

Média Geral: 0,9

Variável: Massa fresca de raiz

Fonte de Variação	GL	P>F
Bloco	3	0,8818
Lâmina de Irrigação	5	0,8870
erro	15	

Coefficiente de variação (%) = 35,61

Média Geral: 24,6

Variável: Massa seca de raiz

Fonte de Variação	GL	P>F
Bloco	3	0,5678
Lâmina de Irrigação	5	0,5169
erro	15	

Coefficiente de variação (%) = 31,36

Média Geral: 10,7

Variável: Comprimento de raiz

Fonte de Variação	GL	P>F
Bloco	3	0,1208
Lâmina de Irrigação	5	0,0272
erro	15	

Coefficiente de variação (%) = 7,11

Média Geral: 6,2

Regressão

Parâmetro	Estimativa			
C	11,504284**	*	Significativo	5% de
B	-0,092247*		probabilidade;	
A	0,000378**	**	Significativo	1% de
R ²	57,6		probabilidade.	

Variável: Diâmetro de raiz

Fonte de Variação	GL	P>F
Bloco	3	0,0872
Lâmina de Irrigação	5	0,0631
erro	15	

Coefficiente de variação (%) = 9,56

Média Geral: 5,3

Variável: pH

Fonte de Variação	GL	P>F
Bloco	3	0,4160
Lâmina de Irrigação	5	0,9946
erro	15	

Coefficiente de variação (%) = 2,69

Média Geral: 6,1

Variável: Acidez Total Titulável

Fonte de Variação	GL	P>F
Bloco	3	0,1222
Lâmina de Irrigação	5	0,6811
erro	15	

Coefficiente de variação (%) = 17,50

Média Geral: 1,2

Variável: Sólido Solúvel Total

Fonte de Variação	GL	P>F
Bloco	3	0,2296
Lâmina de Irrigação	5	0,2054
erro	15	

Coefficiente de variação (%) = 6,70

Média Geral: 7,8

Variável: Nitrogênio na raiz

Fonte de Variação	GL	P>F
Bloco	3	0,0959
Lâmina de Irrigação	5	0,8813
erro	15	

Coefficiente de variação (%) = 28,93

Média Geral: 14,9

Variável: Nitrogênio na folha

Fonte de Variação	GL	P>F
Bloco	3	0,1352
Lâmina de Irrigação	5	0,2432
erro	15	

Coefficiente de variação (%) = 10,83

Média Geral: 31,9

Variável: Nitrogênio no pecíolo

Fonte de Variação	GL	P>F
Bloco	3	0,9046
Lâmina de Irrigação	5	0,0517
erro	15	

Coefficiente de variação (%) = 10,83

Média Geral: 14,9

Variável: Nitrogênio na folha

Fonte de Variação	GL	P>F
Bloco	3	0,1352
Lâmina de Irrigação	5	0,2432
erro	15	

Coeficiente de variação (%) = 10,83

Média Geral: 31,9

**ANOVA GERAL COM UTILIZAÇÃO DE COBERTURA MORTA FORMADA
POR *Gliricídia sepium***

Variável: Área foliar

Fonte de Variação	GL	P>F
Bloco	3	0,2032
Lâmina de Irrigação	5	0,2750
erro	15	

Coeficiente de variação (%) = 40,51

Média Geral: 584,3

Variável: Número de folhas

Fonte de Variação	GL	P>F
Bloco	3	0,5295
Lâmina de Irrigação	5	0,1003
erro	15	

Coeficiente de variação (%) = 15,47

Média Geral: 10,5

Variável: Massa fresca de folha

Fonte de Variação	GL	P>F
Bloco	3	0,7094
Lâmina de Irrigação	5	0,1431
erro	15	

Coeficiente de variação (%) = 27,42

Média Geral: 2,5

Variável: Massa seca de folha

Fonte de Variação	GL	P>F
Bloco	3	0,8470
Lâmina de Irrigação	5	0,1761
erro	15	

Coeficiente de variação (%) = 27,39

Média Geral: 2,5

Variável: Massa fresca de pecíolo

Fonte de Variação	GL	P>F
Bloco	3	0,8338
Lâmina de Irrigação	5	0,2237
erro	15	

Coeficiente de variação (%) = 35,87

Média Geral: 22,9

Variável: Massa seca de pecíolo

Fonte de Variação	GL	P>F
Bloco	3	0,9277
Lâmina de Irrigação	5	0,1071
erro	15	

Coeficiente de variação (%) = 32,52

Média Geral: 1,4

Variável: Massa fresca de raiz

Fonte de Variação	GL	P>F
Bloco	3	0,4397
Lâmina de Irrigação	5	0,3011
erro	15	

Coeficiente de variação (%) = 27,19

Média Geral: 41,6

Variável: Massa seca de raiz

Fonte de Variação	GL	P>F
Bloco	3	0,2652
Lâmina de Irrigação	5	0,8233
erro	15	

Coeficiente de variação (%) = 18,01

Média Geral: 16,4

Variável: Comprimento de raiz

Fonte de Variação	GL	P>F
Bloco	3	0,6697
Lâmina de Irrigação	5	0,1319
erro	15	

Coeficiente de variação (%) = 9,82

Média Geral: 7,3

Variável: Diâmetro de raiz

Fonte de Variação	GL	P>F
Bloco	3	0,0853
Lâmina de Irrigação	5	0,1091
erro	15	

Coeficiente de variação (%) = 6,14

Média Geral: 6,2

Variável: pH

Fonte de Variação	GL	P>F
Bloco	3	0,6458
Lâmina de Irrigação	5	0,2292
erro	15	

Coeficiente de variação (%) = 2,19

Média Geral: 6,1

Variável: Acidez Total Titulável

Fonte de Variação	GL	P>F
Bloco	3	0,9610
Lâmina de Irrigação	5	0,1402
erro	15	

Coeficiente de variação (%) = 10,04

Média Geral: 1,3

Variável: Sólido Solúvel Total

Fonte de Variação	GL	P>F
Bloco	3	0,5247
Lâmina de Irrigação	5	0,3700
erro	15	

Coeficiente de variação (%) = 11,67

Média Geral: 7,6

Variável: Nitrogênio na raiz

Fonte de Variação	GL	P>F
Bloco	3	0,6139
Lâmina de Irrigação	5	0,0519
erro	15	

Coeficiente de variação (%) = 16,13

Média Geral: 14,4

Variável: Nitrogênio na folha

Fonte de Variação	GL	P>F
Bloco	3	0,1848
Lâmina de Irrigação	5	0,1694
erro	15	

Coeficiente de variação (%) = 35,1

Média Geral: 11,0

Variável: Nitrogênio no pecíolo

Fonte de Variação	GL	P>F
Bloco	3	0,6177
Lâmina de Irrigação	5	0,0523
erro	15	

Coeficiente de variação (%) = 7,74

Média Geral: 15,6

ANOVA GERAL SEM UTILIZAÇÃO DE COBERTURA MORTA

Variável: Área foliar

Fonte de Variação	GL	P>F
Bloco	3	0,4724
Lâmina de Irrigação	5	0,0598
erro	15	

Coeficiente de variação (%) = 22,17

Média Geral: 453,6

Variável: Número de folhas

Fonte de Variação	GL	P>F
Bloco	3	0,8522
Lâmina de Irrigação	5	0,0760
erro	15	

Coeficiente de variação (%) = 12,04

Média Geral: 10,2

Variável: Massa fresca de folha

Fonte de Variação	GL	P>F
Bloco	3	0,2254
Lâmina de Irrigação	5	0,0873
erro	15	

Coeficiente de variação (%) = 22,25

Média Geral: 24,9

Variável: Massa seca de folha

Fonte de Variação	GL	P>F
Bloco	3	0,5523
Lâmina de Irrigação	5	0,0597
erro	15	

Coeficiente de variação (%) = 1,9

Média Geral: 23,9

Variável: Massa fresca de pecíolo

Fonte de Variação	GL	P>F
Bloco	3	0,6383
Lâmina de Irrigação	5	0,1623
erro	15	

Coeficiente de variação (%) = 38,68

Média Geral: 15,1

Variável: Massa seca de pecíolo

Fonte de Variação	GL	P>F
Bloco	3	0,7960
Lâmina de Irrigação	5	0,0882
erro	15	

Coeficiente de variação (%) = 38,14

Média Geral: 0,9

Variável: Massa fresca de raiz

Fonte de Variação	GL	P>F
Bloco	3	0,8799
Lâmina de Irrigação	5	0,0002
erro	15	

Coeficiente de variação (%) = 12,81

Média Geral: 28,7

Regressão

Parâmetro	Estimativa	** Significativo 1% de probabilidade;
C	-14,818421***	
B	0,517655**	
A	-0,001384**	*** P = 0,0618
R ²	57,6	

Variável: Massa seca de raiz

Fonte de Variação	GL	P>F
Bloco	3	0,5431
Lâmina de Irrigação	5	0,1674
erro	15	

Coeficiente de variação (%) = 27,86

Média Geral: 13,5

Variável: Comprimento de raiz

Fonte de Variação	GL	P>F
Bloco	3	0,9695
Lâmina de Irrigação	5	0,1040
erro	15	

Coeficiente de variação (%) = 6,44

Média Geral: 6,3

Variável: Diâmetro de raiz

Fonte de Variação	GL	P>F
Bloco	3	0,1484
Lâmina de Irrigação	5	0,1580
erro	15	

Coeficiente de variação (%) = 7,14

Média Geral: 5,5

Variável: pH

Fonte de Variação	GL	P>F
Bloco	3	0,0012
Lâmina de Irrigação	5	0,0066
erro	15	

Coeficiente de variação (%) = 1,00

Média Geral: 6,2

Variável: Acidez Total Titulável

Fonte de Variação	GL	P>F
Bloco	3	0,4772
Lâmina de Irrigação	5	0,0560
erro	15	

Coeficiente de variação (%) = 13,19

Média Geral: 1,2

Variável: Sólido Total Titulável

Fonte de Variação	GL	P>F
Bloco	3	0,6141
Lâmina de Irrigação	5	0,8640
erro	15	

Coeficiente de variação (%) = 13,56

Média Geral: 8,2

Variável: Nitrogênio na raiz

Fonte de Variação	GL	P>F
Bloco	3	0,4384
Lâmina de Irrigação	5	0,6190
erro	15	

Coeficiente de variação (%) = 25,49

Média Geral: 12,1

Variável: Nitrogênio na folha

Fonte de Variação	GL	P>F
Bloco	3	0,1616
Lâmina de Irrigação	5	0,1894
erro	15	

Coeficiente de variação (%) = 6,90

Média Geral: 31,1

Variável: Nitrogênio no pecíolo

Fonte de Variação	GL	P>F
Bloco	3	0,3022
Lâmina de Irrigação	5	0,4417
erro	15	

Coeficiente de variação (%) = 8,70

Média Geral: 15,6

10 APÊNDICE

Proposta de Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade da Beterraba (*Beta vulgaris* L.) para o “Programa Brasileiro para a Modernização da Horticultura”.

1. Objetivo

Esta norma estabelece as características de identidade, qualidade, acondicionamento, embalagem e apresentação da beterraba (sem folhas) destinada ao consumo *in natura*, a ser comercializada no mercado interno, devendo ser seguida por todo membro da cadeia agroindustrial que queira aderir ao “Programa Brasileiro para a Modernização da Horticultura”.

2. Definições

2.1 Definição do Produto

A beterraba é conhecida como raiz tuberosa (botanicamente, ela é o resultado do armazenamento de reserva no hipocótilo) da espécie *Beta vulgaris* L.

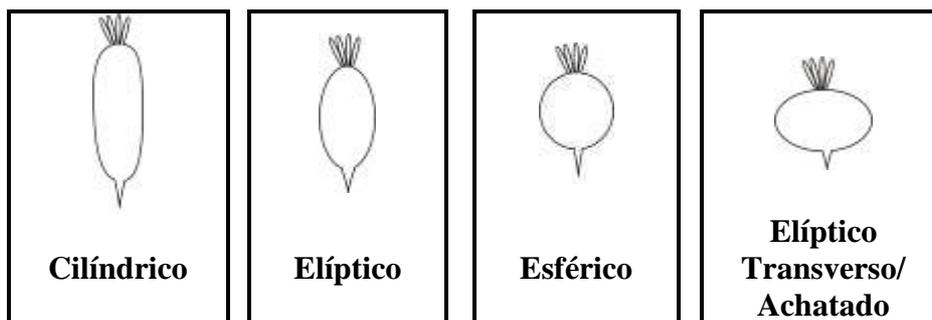
3. Classificação

Classificação é a separação do produto em lotes homogêneos e a sua descrição com características mensuráveis, obedecendo a um padrão mínimo de qualidade. Tamanho não é qualidade. O tamanho e a qualidade são caracterizados separadamente. O lote de beterraba é caracterizado pelo formato da raiz (grupo), pela cor da polpa (subgrupo), pelo calibre da raiz (classe) e pela sua incidência de defeitos (categoria).

3.1 Grupo

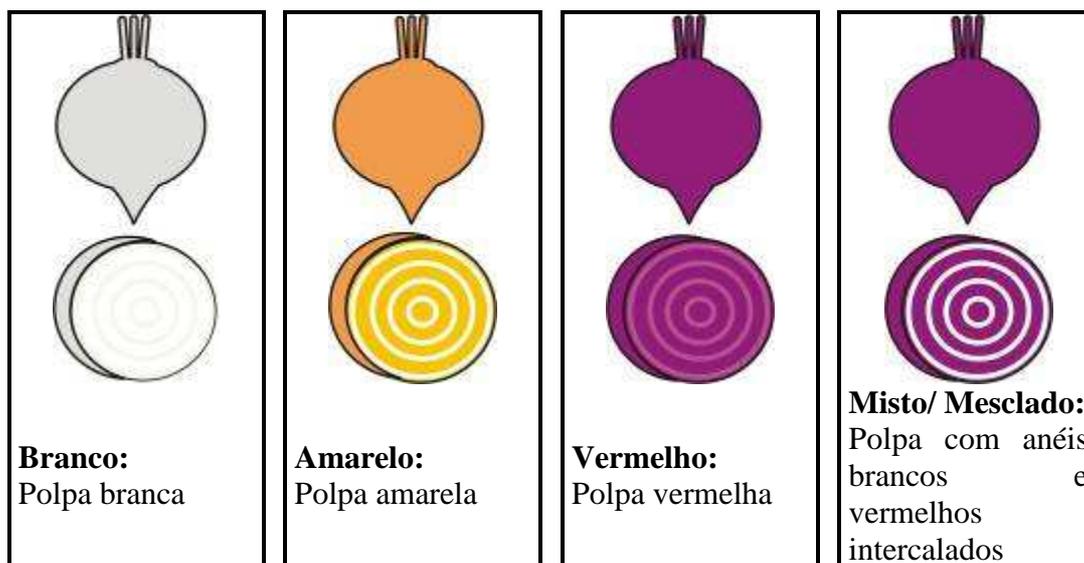
A diferenciação dos grupos varietais de beterraba é feito pelo seu formato (grupo) e cor da polpa (subgrupo).

3.1.2 Formato



3.2 Subgrupo

3.2.1 A cor da polpa



3.3 Classe

Garantia de homogeneidade visual de tamanhos do lote. O tamanho da beterraba é caracterizado pelo calibre da raiz, medido no seu maior diâmetro transversal, e a homogeneidade visual do lote é garantida pela obediência à amplitude de variação do calibre dentro de cada classe.

Tabela 1 – Classes de beterraba.

Classe	Calibre (mm)
50	Maior ou igual a 50 e menor que 90
90	Maior ou igual a 90 e menor que 120
120	Maior ou igual a 120

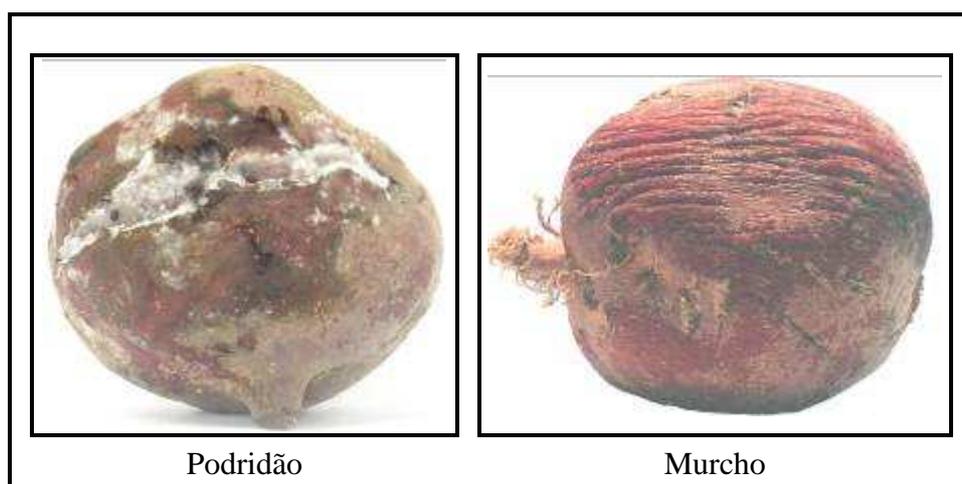
Tolera-se até 10% de mistura com a classe imediatamente superior ou inferior à classe declarada no rótulo. Não existe classe de tamanho abaixo para produtos com o maior diâmetro transversal abaixo de 50 mm

3.4 Categoria

A qualidade máxima é a ausência absoluta de defeitos. A classificação por categoria garante a obediência a padrões mínimos de qualidade. O estabelecimento de diferentes tolerâncias aos defeitos graves e leves, permite a separação do produto em 4 categorias.

3.4.1 Defeitos Graves:

São os defeitos que comprometem muito a aparência, a conservação e/ ou a qualidade do produto, restringindo ou inviabilizando o seu uso e a sua comercialização. O produtor deve eliminar os defeitos graves no ato do embalagem do produto.



3.4.2 Defeitos Leves:

Alterações que depreciam a aparência da raiz, diminuindo o seu valor comercial.

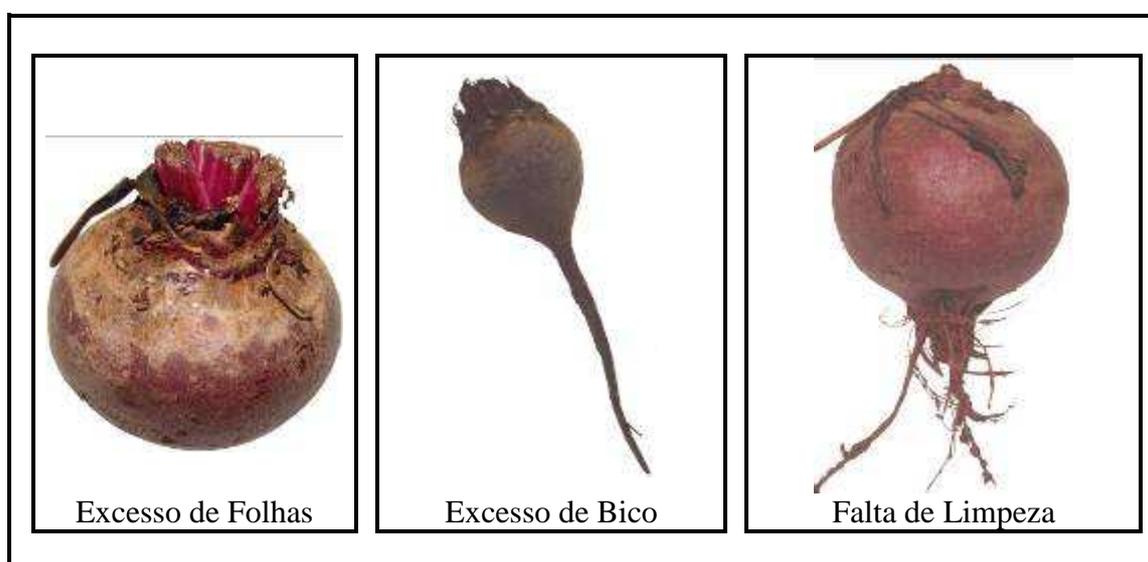
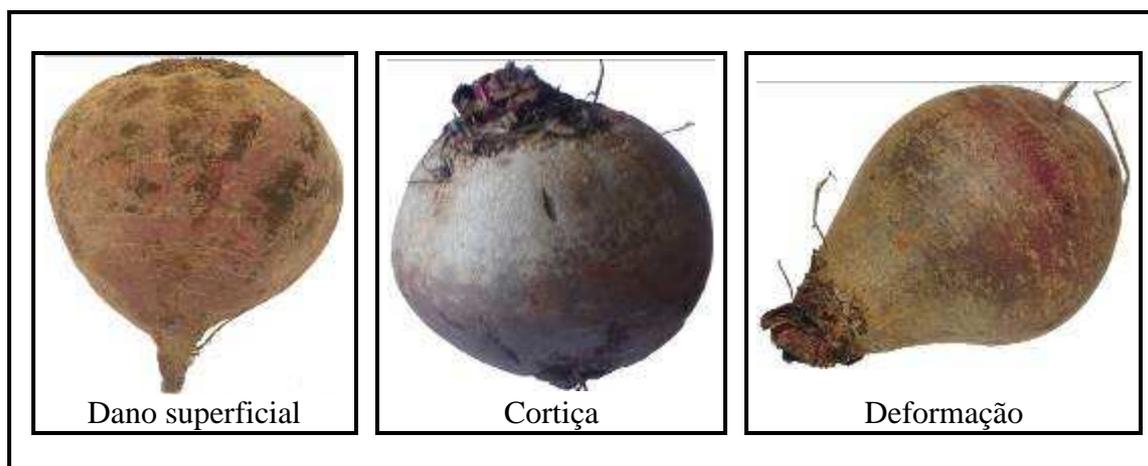


Tabela 2: Limites máximos de tolerância (%) de defeitos por categoria

Categoria	Extra	I	II	III
Defeitos Graves				
Podridão	0	3	5	10
Dano profundo	0	3	5	10
Murcho	0	3	5	10
Total de Defeitos Graves	0	3	5	10
Defeitos Leves				
Descoloração	0	5	15	30
Dano Superficial	10	25	50	100
Excesso de bico	10	25	50	100
Excesso de talo	10	25	50	100
Cortiça	10	25	50	100
Deformado	10	25	50	100
Falta de Limpeza	10	25	50	100
Total de Defeitos Leves	10	25	50	100

4. Embalagens

A embalagem é instrumento de proteção, movimentação e exposição do produto. A instrução Normativa Conjunta SARC/ANVISA/INMETRO N° 009, de 12 de novembro de 2002, estabelece as exigências para as embalagens de frutas e hortaliças frescas. As embalagens podem ser descartáveis ou retornáveis. Se retornáveis, devem ser higienizadas a cada uso. Se descartáveis, devem ser recicláveis ou de incinerabilidade limpa. Devem ser de medidas palatizáveis, isto é, o seu comprimento e a sua largura devem ser submúltiplos de 1 m por 1,20 m a medida do palete padrão brasileiro (PRB). Devem apresentar a identificação e a garantia do fabricante. Devem ser rotuladas, obedecendo à regulamentação do Governo Federal.

5. Marcação

5.1 Do Produtor

- identificação do responsável pelo produto (nome, razão social e endereço);
- inscrição do produtor.

5.2 Do Produto

- nome do produto;
- origem do produto;
- grupo;
- subgrupo;
- classe;
- categoria;
- peso líquido;
- data do embalamento.

A figura a seguir representa uma etiqueta de identificação final, após processo de qualificação da beterraba, sugerida pelo “Programa Brasileiro para a Modernização da Horticultura”.

Beterraba			
Produtor: Sergio Penteado			
<i>Endereço: Fazenda das Quenopodiáceas</i>			
<i>Município: Piedade</i>	<i>Estado: SP</i>		<i>Cep: 45900-000</i>
<i>IP: 0454.101910</i>		<i>CPF: 305.809.612-15</i>	
Grupo:			
Cilíndrico	Eliptico	Esférico	Elíptico Transverso/ Achatado
Subgrupo:			
Branco	Amarelo	Vermelho	Misto/ Mesclado
Classe:			
50	90	120	
Categoria:			
Extra	I	II	III
Data da embalagem:		Peso Líquido:	
9/10/2006		20 Kg	