

**EFEITO DA SOLARIZAÇÃO E INCORPORAÇÃO DE REPOLHO NA SUPRESSÃO  
DA MURCHA BACTERIANA EM TOMATEIRO**

**MYRNA FURTADO HILAL MORAES**

**SÃO LUÍS  
Maranhão - Brasil  
Abril - 2006**

**EFEITO DA SOLARIZAÇÃO E INCORPORAÇÃO DE REPOLHO NA SUPRESSÃO  
DA MURCHA BACTERIANA EM TOMATEIRO**

**MYRNA FURTADO HILAL MORAES**

Engenheira Agrônoma

Orientador: Prof. Dr. **JOSÉ MAGNO MARTINS BRINGEL**

Dissertação apresentada ao Curso de  
Mestrado em Agroecologia da UEMA,  
para obtenção do Título de Mestre em  
Agroecologia.

**SÃO LUÍS**  
**Maranhão - Brasil**  
**Abril - 2006**

Ficha catalográfica elaborada pela seção de aquisição e tratamento de informação  
Diretoria de Serviço de Biblioteca e Documentação – UEMA – São Luís – MA.

Moraes, Myrna Furtado Hilal

Efeito da solarização e incorporação de repolho na supressão da  
murcha bacteriana em tomateiro/Myrna Furtado Hilal Moraes. – São  
Luís, 2006.

71 f.: il.

Dissertação (Mestrado em Agroecologia) – Universidade  
Estadual do Maranhão, 2006.

1. Tomateiro 2. Murcha bacteriana 3. Solarização do solo  
4. Repolho I. Título

CDU: 635.642.935+937

**EFEITO DA SOLARIZAÇÃO E INCORPORAÇÃO DE REPOLHO NA SUPRES  
DA MURCHA BACTERIANA EM TOMATEIRO**

**MYRNA FURTADO HILAL MORAES**

Aprovada em: 03 de Abril de 2006

Comissão Julgadora:

---

Prof. Dr. **José Magno Martins Bringel (UEMA)**  
Orientador / Departamento de Química e Biologia

---

Prof. Dr. **Flávio Henrique Reis Moraes (UNICEUMA)**

---

Profa. Dra. **Antônia Alice Costa Rodrigues (UEMA)**  
Departamento de Fitotecnia e Fitossanidade

*Dedico a meus queridos pais, a minha filha, ao meu marido e a minha irmã, pessoas que sempre me deram amor, dedicação, alegrias e incentivo na minha formação pessoal e profissional.*

## AGRADECIMENTOS

- À Deus, pela coragem e perseverança;
- Ao Prof. Dr. José Magno Martins Bringel, pela orientação, amizade, incentivo e solidariedade em todos os momentos, meus sinceros agradecimentos;
- À CAPES, ao CNPq e à UEMA pela concessão de bolsa de estudos, financiamento da pesquisa e oportunidade na carreira acadêmica;
- Ao LABGEO/UEMA pelo fornecimento dos dados meteorológicos;
- Ao Acácio Cunha (INPE/UEMA) pelo apoio na execução dos experimentos;
- Aos Professores: Adriana Zanin Kronka, Francisca Helena Muniz, Flávio Henrique Reis Moraes, Antonia Alice Rodrigues e Emanuel Gomes de Moura, pelo incentivo à pesquisa e valiosa transmissão de conhecimentos;
- Aos professores Adriana Zanin Kronka e Sérgio do Nascimento Kronka, pela importante colaboração nas análises estatísticas;
- Aos meus pais e a minha irmã, que, com amor e amizade, me ajudaram sempre a manter os estudos com muita garra, lutando ao meu lado, inclusive nos momentos de dificuldades;
- Ao meu marido, Júlio César Alves Moraes, e minha querida filha, Ana Júlia Hilal Moraes, por seu imenso amor, amizade e compreensão nas minhas horas de ausências na dedicação à pesquisa científica.
- Aos amigos que estiveram sempre ao meu lado, nos bons e nos maus momentos me incentivando, consolando e trocando experiências.

(...) Nunca deixe que lhe digam que não vale a pena acreditar  
Num sonho que se tem  
Ou que seus planos nunca vão dar certo  
Ou que você nunca vai ser alguém  
Tem muita gente que está do mesmo lado que você  
Mais deveria estar do lado de lá  
Tem gente que machuca os outros  
Tem gente que não sabe amar  
Tem gente enganando a gente  
Veja nossa vida como está  
Mas eu sei que um dia a gente aprende  
Se você quiser alguém em quem confiar  
Confie em si mesmo  
Quem acredita sempre alcança.

***Renato Russo***

## SUMÁRIO

	RESUMO	x
	ABSTRACT	xii
1	INTRODUÇÃO	14
2	REVISÃO DE LITERATURA	16
2.1	O hospedeiro: tomateiro ( <i>Lycopersicon esculentum</i> Mill.)	16
2.2	O patógeno: <i>Ralstonia solanacearum</i> (Smith)	17
2.3	A doença: murcha bacteriana	18
2.3.1	Epidemiologia	18
2.3.2	Sintomatologia	20
2.4	Controle da doença	21
2.4.1	Incorporação de resíduos vegetais no solo	22
2.4.2	Solarização do solo	26
2.4.3	Manejo integrado: solarização + incorporação de repolho	29
3	MATERIAL E MÉTODOS	30
3.1	Obtenção de isolados de <i>Ralstonia solanacearum</i>	30
3.2	Avaliação da agressividade dos isolados de <i>Ralstonia solanacearum</i> em tomateiro	31
3.3	Influência de dosagens e épocas de incorporação de repolho sobre a murcha bacteriana em casa de vegetação	33
3.4	Efeito da solarização do solo no controle da murcha bacteriana	36
3.5	Efeito combinado da solarização do solo e incorporação de repolho sobre <i>R. solanacearum</i>	38
3.6	Variáveis edafoclimáticas	39
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	40
4.1	Avaliação da agressividade dos isolados de <i>Ralstonia solanacearum</i> em tomateiro	40
4.2	Influência de dosagens e épocas de incorporação de repolho sobre a murcha bacteriana em casa de vegetação	40

4.3	Efeito da solarização do solo no controle da murcha bacteriana	43
4.4	Efeito combinado da solarização do solo e incorporação de repolho sobre <i>R. solanacearum</i>	47
5	CONCLUSÕES	51
	REFERÊNCIAS	52
	ANEXOS	64

# **EFEITO DA SOLARIZAÇÃO E INCORPORAÇÃO DE REPOLHO NA SUPRESSÃO DA MURCHA BACTERIANA EM TOMATEIRO**

Autora: MYRNA FURTADO HILAL MORAES

Orientador: Prof. Dr. JOSÉ MAGNO MARTINS BRINGEL

## **RESUMO**

A murcha bacteriana é uma das mais importantes doenças de plantas do mundo. Devido sua complexidade, a melhor forma de controle da doença, é através do manejo integrado. Assim, o presente trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos solarização e da incorporação de repolho ao solo na supressão da murcha bacteriana em tomateiro. Os ensaios foram realizados no Laboratório de Microbiologia e no Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, na Universidade Estadual do Maranhão – UEMA, em São Luis - MA. Os isolados selecionados foram obtidos de amostras coletadas em diferentes épocas e localidades, havendo a necessidade de se realizar uma verificação da agressividade. Após a escolha do isolado mais patogênico, foi feita a avaliação das dosagens e épocas de incorporação de repolho no solo para supressão da murcha bacteriana, sendo este experimento implantado em casa de vegetação. Este experimento seguiu o delineamento inteiramente casualizado, com os seguintes tratamentos: cinco épocas de incorporação e cinco dosagens de repolho fresco, com quatro repetições.

Avaliação da solarização do solo foi instalada em campo, onde parcelas foram preparadas e inoculadas artificialmente com *Ralstonia solanacearum*. Estas foram irrigadas e recobertas com plástico transparente com 100 µm de espessura e deixados expostos ao sol por períodos distintos. O experimento foi em blocos casualizados com quatro períodos de solarização (15, 30, 45 e 60 dias), uma testemunha inoculada e não-solarizada, com seis repetições cada tratamento. Com relação aos testes da solarização do solo combinada a incorporação de repolho, as parcelas também foram preparadas como no experimento anterior. O experimento foi em blocos casualizados com três formas de biocontrole (repolho, solarização e repolho+solarização), uma testemunha inoculada, não-solarizada e não-incorporada com seis repetições cada tratamento. O repolho incorporado ao solo apresentou um baixo índice de murcha bacteriana ao 0 dia de incorporação na dosagem de 20 g/L, e aos 60 dias de incorporação na dosagem 100 g/L, respectivamente. As demais épocas os resultados não diferiram estatisticamente da testemunha, exceto aos 15 dias na dosagem de 20 g/L de repolho, que pode observar um índice elevado de murcha bacteriana. Dentre os períodos de exposição ao sol, observou-se que nos períodos de 15 e 45 dias houve uma diferença estatística significativa com relação ao tratamento testemunha, quanto ao número de plantas mortas nas parcelas experimentais. A solarização associada à incorporação de repolho mostrou-se potencialmente eficaz na supressão da murcha bacteriana.

**Palavras-chaves:** tomateiro; murcha bacteriana; solarização do solo; repolho

## **SOLARIZATION AND INCORPORATION OF CABBAGE EFFECT IN SUPPRESSION OF BACTERIAL WILT IN TOMATO PLANT**

Author: MYRNA FURTADO HILAL MORAES

Adviser: Prof. Dr. JOSÉ MAGNO MARTINS BRINGEL

### **ABSTRACT**

The most important plants disease of the world is the bacterial wilt. Integrated development is the best form of disease control because, had its complexity. The objective of the present research was to evaluate the effect solarization and of the incorporation the cool cabbage, wilt bacterial suppression in tomatoes plants. The assays had been carried through in the Microbiology Laboratory and the National Institute of Space Research - INPE, UEMA-MA. The isolated chosen teams had been gotten of samples collected at different times and local, having the necessity of if carrying through an aggressiveness verification. After choice the pathogenic isolated, was made the evaluation of the dosages and times of cabbage incorporation in the ground for bacterial wilt suppression, being this experiment implanted in greenhouse. This experiment is followed completed randomized experimental, with the following treatments: five times of incorporation and five dosages of cool cabbage, with four repetitions. Solarization evaluation of the ground was installed in field, where parcels had been prepared and artificially inoculated with *Ralstonia solanacearum*. These had

been irrigated and re-covered with transparent plastic with 100  $\mu\text{m}$  of thickness and left displayed to the sun for distinct periods. The solarization experiment was block type randomized with four periods of solarization (15, 30, 45 and 60 days), witness inoculated and non-solarized, with six repetitions each treatment. With relation to the solarization and incorporation of cabbage tests, the parcels had been also prepared as in the previous experiment. The experiment block-type was randomized with biocontrol three forms (cabbage, solarization and cabbage+solarization), one witness inoculated, non-solarized and not-incorporated with six repetitions each treatment. The incorporated cabbage to the ground presented a low index of bacterial wilt to the 0 days of incorporation in the dosage of 20 g/L, and to the 60 days of incorporation in 100 g/L, respectively. It didn't have difference significant statistics among the incorporated vegetal residues, except the 15 days in the cabbage dosage of 20 g/L, that can a high index of bacterial wilt observe. Among the periods of sun exposition, it has been seen that in the periods of 15 and 45 days it had significant difference statistics with relation to the other treatments how much to the number of dead plants. The solarization associated to the cabbage incorporation revealed potentially efficient the bacterial wilt suppression.

**Keywords:** tomato plant; bacterial wilt; soil solarization; cabbage

## 1 INTRODUÇÃO

O tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) é uma hortaliça originária da América do Sul, consumida em numerosos países. Foi introduzido no Brasil por imigrantes europeus no final do século XIX e tornou-se a segunda hortaliça em importância, sendo cultivada na maioria dos estados (FILGUEIRA, 2000).

O Brasil é um dos principais produtores de tomate, com uma produção de 3,7 milhões de toneladas. O Nordeste destaca-se como a terceira região produtora de tomate, produzindo 581 mil toneladas, sendo o Maranhão, o sexto estado produtor com 7.476 toneladas em 382 hectares de área plantada, tendo os municípios de Presidente Dutra, Imperatriz, Alto Mearim e Grajaú como os maiores produtores do estado (IBGE/SIDRA, 2004).

Embora se sabendo da potencialidade futura da tomaticultura, continua sendo a escassez de medidas eficientes para o controle de patógenos uma das barreiras para o aumento da produtividade, muitas vezes associada à falta de conhecimentos básicos sobre as relações que envolvem o patógeno, o hospedeiro e o ambiente (BARRETO & SCALOPPI, 2000).

Segundo Romeiro (1995), a murcha bacteriana das solanáceas provocada por *Ralstonia solanacearum* Smith é uma enfermidade de ocorrência em todo o território nacional. No Maranhão, os prejuízos são enormes, por ser uma região de clima extremamente favorável à incidência da doença, podendo causar perda total da produção de tomate.

Devido o patógeno apresentar uma gama de plantas hospedeiras, seu

controle torna-se difícil, já que ele pode sobreviver no solo infectando ervas daninhas por vários anos. De acordo com Kurozawa & Pavan (1997), na ausência de variedades e/ou híbridos resistentes, somente medidas preventivas são eficientes para o controle desta doença.

Bettiol & Ghini (2003) explicam que a incorporação de resíduos vegetais ao solo, além de aumentar a produtividade e diminuir a poluição ambiental, pode apresentar efeitos supressivos sobre patógenos habitantes do solo. Essa supressão pode estar ligada ao aumento da fertilidade, melhoria da estrutura do solo, ação de substâncias tóxicas resultantes de degradação microbiológica e alteração da microbiota.

A solarização é uma tática de manejo de doenças que pode ser usada em um sistema de manejo integrado, favorecendo um controle efetivo. A solarização pode ser associada à incorporação de resíduos de crucíferas, pois liberam compostos voláteis tóxicos quando aquecidas (GAMLIEL & STAPLETON, 1993).

A sensibilidade ao calor apresentada por diversos patógenos indica uma possibilidade no controle da doença através da solarização, além do aquecimento contribuir em vários processos microbianos (GHINI & BETTIOL, 2005).

Desta forma, com a crescente busca na redução dos impactos negativos da agricultura no ambiente, procurou-se nesta pesquisa dar ênfase aos métodos alternativos, como avaliar o efeito da solarização e da incorporação de repolho ao solo na supressão da murcha bacteriana no tomateiro, assegurando um efetivo equilíbrio biológico do agroecossistema.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 O hospedeiro: tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.)

A espécie cultivada, *Lycopersicon esculentum*, originou-se da espécie andina silvestre *L. esculentum* var. *cesariforme*, que produz frutos tipo “cereja”. O tomateiro é uma solanácea herbácea, com caule flexível e incapaz de suportar o peso dos frutos e manter a posição vertical. A forma natural lembra uma moita, com abundante ramificação lateral, sendo profundamente modificada pela poda. Embora sendo planta perene, a cultura é anual. A floração e a frutificação ocorrem juntamente com o crescimento vegetativo. As folhas pecioladas são compostas por número ímpar de folíolos (FILGUEIRA, 2000).

De acordo com a Embrapa-Alagoas (2004), o fruto do tomateiro possui na sua composição 93 % de água. Nos 5 a 7 % restantes, encontram-se compostos inorgânicos, ácidos orgânicos, açúcares, sólidos insolúveis em álcool e outros compostos. Embora as vitaminas estejam presentes em uma pequena proporção de matéria seca, estas substâncias são importantes do ponto de vista nutricional.

A cultivar Santa Cruz originou-se de um cruzamento natural entre as cultivares Rei Umberto e Chacareiro (Redondo Japonês), ocorrido em Suzano – SP, entre 1935 e 1940, sendo selecionado por um tomaticultor. Apresenta frutos maiores e de melhor qualidade e, também resistência a algumas doenças (FILGUEIRA, 2000).

## 2.2 O patógeno: *Ralstonia solanacearum* (Smith)

*Ralstonia solanacearum* (Smith) comb. nov. Yabuuchi et al. (1995) é uma bactéria cosmopolita, sendo as solanáceas as plantas mais afetadas no Brasil, sob variadas condições de clima e solo (TAKATSU & LOPES, 1997).

De acordo com Romeiro (1995), o gênero engloba um grande número de espécies, tanto saprofíticas como patogênicas ao homem, aos animais e às plantas. As espécies fitopatogênicas exibem uma enorme diversidade bioquímica e fisiológica, com algumas dessas espécies produzindo pigmentos fluorescentes, visualizáveis sob luz ultravioleta (SCHAAD, 1988).

É uma bactéria baciliforme, gram-negativa, não forma endósporos e cápsula, move-se por meio de um tufo de flagelos polares, forma colônias brilhantes e esbranquiçadas que não crescem a 40 °C, cultiváveis em meio de nutriente ágar (HAYWARD, 1964; BEDENDO, 1995; KUROZAWA & PAVAN, 1997; BRINGEL et al., 2002).

Este patógeno apresenta variações e a maioria dos isolados perde muito fácil sua patogenicidade quando mantidos em meio de cultura (KELMAN & JENSEN, 1951; KELMAN, 1953).

O fitopatógeno é capaz de formar numerosas raças e subespécies, das quais se pode separar 40 grupos, baseando-se em suas características *in vitro*. Esses grupos foram divididos em raças de acordo com os hospedeiros dos patógenos (HAYWARD, 1991). Segundo Bringel et al. (2002), o sistema de classificação de biovars tem sido desenvolvido com frequência devido à facilidade de reprodução da

bactéria.

Atualmente, essa bactéria compreende cinco biovares, sendo que os biovares I e III atacam o tomateiro. No Norte e Nordeste do Brasil, predomina o biovar III (KUROZAWA & PAVAN, 1997; BRINGEL et al., 2002).

Segundo Coelho Neto et al. (2003), por ser um patógeno habitante de solo, faz desse uma de suas vias de acesso para colonização dos vasos da planta hospedeira.

Conforme Bedendo (1995), *R. solanacearum* promove atividades internas no tomateiro como a formação de polissacarídeos, gomas, tiloses, escurecimento dos vasos e fragmentos celulares que são os principais causadores da obstrução dos vasos e das cavidades. Com a morte da planta, a bactéria se multiplica devido à decomposição do hospedeiro, liberando novos talos bacterianos para o solo.

A multiplicidade de enfermidades causadas por espécies do gênero, o grande número de plantas cultivadas e silvestres listadas como hospedeiros, a severidade e o grau de destrutibilidade com que as moléstias se manifestam fazem do gênero *Ralstonia* um dos mais importantes sob o ponto de vista agrônomo (HAYWARD, 1994).

## **2.3 A doença: murcha bacteriana**

### **2.3.1 Epidemiologia**

A murcha bacteriana é considerada a principal doença de origem bacteriana

no mundo, tendo sido observada pela primeira vez nos Estados Unidos, por Erwin Smith, em batata, tomate e berinjela (HAYWARD, 1991).

Segundo Bedendo (1995), por ser uma doença favorecida por altas temperaturas, esta bactéria se faz presente em regiões de clima tropical e subtropical. O crescimento da bactéria e o desenvolvimento da doença são favorecidos por temperaturas acima de 30 °C, afirma Kelman (1953). A temperatura é o principal fator a interferir na interação patógeno-hospedeiro (KUROSAWA & PAVAN, 1997).

Conforme Akiew (1986), alta umidade e baixa temperatura parecem favorecer a longa sobrevivência da bactéria no solo, o que sugere a persistência de *R. solanacearum* nas camadas profundas do solo. Além disso, o patógeno pode ser favorecido por solos com pH abaixo de 7,0, que acabam por facilitar o desenvolvimento de injúria no sistema radicular das plantas (LOPES & SANTOS, 1994).

Michereff et al. (2005), afirmam que *R. solanacearum* pode ser considerada um patógeno habitante do solo, por sua habilidade em sobreviver melhor em solos úmidos, decrescendo, em alguns solos, pela baixa dessecação, aumento do antagonismo microbiano, exposição à luz solar e em ausência de plantas hospedeiras.

A variação da incidência da murcha no campo indica que o tipo de solo, pH, umidade e presença de certas plantas podem afetar a sobrevivência da bactéria (GRANADA & SEQUEIRA, 1981).

*R. solanacearum* é o patógeno que causa infecção no sistema vascular da

planta, sendo disseminado através da solução nutritiva, contato entre raízes, transmissão mecânica por tratos culturais, mudas infectadas, sementes, insetos e homem (BEDENDO, 1995; KUROZAWA & PAVAN, 1997).

### **2.3.2 Sintomatologia**

De acordo com Gomes & Rodrigues (2001), a penetração do patógeno na planta ocorre através de ferimentos ou aberturas naturais nas raízes, colonizando os vasos do xilema, obstruindo-os e dificultando o fluxo de água e de nutrientes. A colonização também pode degradar as paredes e células do parênquima adjacente, originando cavidades no floema, medula e tecido cortical, principalmente em órgãos suculentos (KUROZAWA & PAVAN, 1997).

O sintoma inicial da doença, segundo Lopes & Quezado-Soares (1997), é a murcha das folhas mais novas nas horas mais quentes do dia, sendo que, a intensidade da doença vai depender do equilíbrio patógeno, hospedeiro e ambiente (BERGAMIN FILHO & KIMATI, 1995). Em condições desfavoráveis ao desenvolvimento da doença, pode ocorrer infecção latente ou plantas infectadas podem apresentar nanismo, amarelecimento e raízes aéreas na base do caule (LOPES & SANTOS, 1994).

Segundo Goto (1992), o sinal característico da murcha é a exsudação bacteriana a partir do tecido vascular em cortes de órgãos infectados. A observação do fluxo bacteriano pode ser a olho nu, quando uma parte da planta infectada é mergulhada em um recipiente transparente com água limpa – teste do copo (LOPES & QUEZADO-DUVAL, 2005).

## 2.4 Controle da doença

As doenças de plantas causadas por patógenos habitantes de solo constituem um dos principais problemas para maioria das culturas. Em consequência, há uma queda na quantidade e na qualidade da produção, originando sérios prejuízos ao agricultor (BERGAMIN FILHO & KIMATI, 1995).

Na maior parte dos casos, práticas culturais não são suficientes para o controle e variedades de plantas resistentes não estão disponíveis. O uso de vapor para a desinfestação de solo está restrito a pequenas áreas, pelo custo do equipamento necessário. O controle químico apresenta problemas quanto a custo, eficiência e contaminação do aplicador, do alimento produzido e do ambiente (MICHEREFF et al., 2001).

O controle da murcha bacteriana é extremamente difícil por a bactéria sobreviver no solo sem planta hospedeira e, dependendo das condições físicas, especialmente temperatura e umidade, mantêm-se ali por longo tempo. A importância dos fitopatógenos veiculados pelo solo, provém dos problemas apresentados pelos métodos de controle disponíveis. O controle preventivo é o mais recomendável, evitando-se a entrada do patógeno na área, pois, uma vez estabelecidos no solo, a erradicação desses patógenos é muito difícil (BEDENDO, 1995).

Deste modo, a agricultura sustentável busca o manejo adequado dos recursos naturais, evitando a degradação do meio ambiente, de forma a satisfazer às necessidades humanas no presente e no futuro. Um de seus objetivos é reduzir a

utilização de produtos químicos, o que implica maior uso de processos biológicos nos sistemas agrícolas e menor uso de insumos, como pesticidas. Um dos problemas para a manutenção da sustentabilidade dos agroecossistemas é a ocorrência de doenças de plantas, haja vista que muitas das práticas utilizadas para o controle colaboram para sua degradação (ZAMBOLIM et al., 2000).

#### **2.4.1 Incorporação de resíduos vegetais no solo**

O manejo da microbiota do solo pelo substrato é fundamental no controle cultural de fitopatógenos veiculados pelo solo (REIS et al., 2005).

De acordo com Zamberlan & Froncheti (2002), a incorporação de matéria orgânica no solo, pode ajudar a equilibrar a sua microfauna aumentando seu potencial de controle de doença, conseqüentemente, desenvolvendo uma planta sadia e resistente.

Conforme Pereira et al. (1996), fatores físico-químicos do resíduo vegetal podem influenciar não apenas na biomassa ou na atividade microbiana, mas também podem se constituir em um impedimento para a utilização desses materiais com insumos agrícolas devido ao risco de fitotoxicidade ou contaminação ambiental.

Segundo Café Filho & Lobo Júnior (2000), a adição de matéria orgânica ao solo altera sua estrutura física, teores de nitrogênio, celulose e lignina, sólidos solúveis totais, pH e deposição de toxinas que alteram o perfil da microbiota do solo e que tornam o ambiente impróprio à sobrevivência de patógenos, ao mesmo tempo em que favorecem o aumento das populações de microrganismos benéficos.

A incorporação da matéria orgânica ao solo, à medida que melhora suas características, consegue fazer com possa expressar toda a sua potencialidade (BROISLER, 1997). Desta forma, as plantas tornam-se menos suscetíveis ao ataque de patógenos, pois disponibilizam substâncias sintetizadas, em menor quantidade. Tal fato se explica porque os patógenos, de modo geral, são ineficientes quanto à síntese de substâncias de alta complexidade, proteínas, por exemplo, e que são essenciais a sua sobrevivência, logo, estes organismos buscam nos vegetais a forma simplificada destas substâncias, geralmente aminoácidos, que estarão bem mais disponíveis em solos tratados com substâncias de alta solubilidade, como adubos ou defensivos químicos (SOUZA, 1999).

Segundo Rossi (2002), o processo de decomposição da matéria orgânica forma, por si só, um substrato propício ao desenvolvimento de microorganismos (actinomicetos e bactérias) que são inimigos naturais dos patógenos.

Os resíduos fenólicos vegetais liberados no solo podem apresentar efeito de toxicidade a algumas espécies de fungos e bactérias. Na rizosfera, os microorganismos encontram condições favoráveis à produção de antibióticos, cuja atuação contribui para proteção dos vegetais contra agentes patogênicos (SANTOS & CAMARGO, 1999).

Outra possibilidade de incorporação de matéria orgânica ao solo é feita sob a forma de adubo verde. Esta prática atende uma série de finalidades na agricultura, sendo uma destas é o controle de fitopatógenos de solo. Três princípios podem ser analisados neste tipo de controle: escassez de alimento para o patógeno, liberação de substâncias orgânicas tóxicas que inibem o crescimento ou matam o patógeno, o

que ocorre durante a decomposição da massa verde, e, ainda, aumento de populações antagonistas que encontram no material decomposto um ambiente propício ao seu crescimento e reprodução (ROSSI, 2001).

Os benefícios da incorporação de matéria orgânica ao solo, soma-se à crescente preocupação em se reduzir os custos de produção e com isso, de se manter a competitividade e sustentabilidade da produção agrícola e à necessidade do uso racional de resíduos agroindustriais, o que corresponde à demanda em crescimento dos produtos orgânicos. Neste sentido, as propostas alternativas para o controle de fitomoléstias terão maiores chances de sucesso se as pesquisas levarem em consideração os seguintes fatores: a complexidade do solo, as estratégias de sobrevivência dos patógenos neste sistema, a dinâmica das populações de microrganismos e a epidemiologia das doenças com seu nicho causal (CAFÉ FILHO & LOBO JÚNIOR, 2000).

Zambolim et al. (1996), constataram que a adição de matéria orgânica ao solo, tanto como adubo verde quanto como composto orgânico, causou a redução nas populações de nematóides e, conseqüentemente no dano associado. Além das modificações nas propriedades químicas, físicas e biológicas do solo, ocorre uma redução nos fatores ligados ao estresse, o que proporciona maior resistência da planta ao parasitismo (ROSSI, 2002).

Os conhecimentos são ainda insuficientes para dominar os processos de antagonismo que eliminam fitopatógenos, no entanto, sabe-se que através de um correto manejo do ambiente, inclusive da matéria orgânica do solo, as plantas se tornam mais resistentes à proliferação de doenças, sobretudo fúngicas e bacterianas

(OSTERROHT, 2000).

Segundo Agrios (1997), não se sabe ao certo, quais os mecanismos que atuam no antagonismo das populações de patógenos, geralmente estes estarão relacionados a fatores como: parasitismo direto, competição por condições e recursos de sobrevivência, e ainda, produção de substâncias antibióticas.

### ✿ **Repolho (*Brassica oleracea* var. *capitata* L.)**

Hortaliça anual da família Brassicaceae, herbácea, formada por inúmeras folhas que se imbricam, dando origem a uma "cabeça", que constitui a parte comestível da planta (FILGUEIRA, 2000).

Tem o arsênico como seu constituinte químico e é rico em sais minerais (cálcio, fósforo, ferro, sódio, potássio, magnésio, cloro, enxofre). Além disso, contém vitaminas A, B1, B2, B5, C (TIVELLI & PURQUERIO, 2005).

Várias substâncias secundárias são produzidas rapidamente pelas plantas, após a infecção de um patógeno. Algumas contêm compostos derivados de enxofre organicamente e são característicos, por exemplo, da família das Brassicaceae. Estas plantas são acompanhadas de uma enzima, a mirosinase, cuja ação os decompõe em isotiocianatos – compostos biocidas capazes de inativar fitopatógenos (KIRKEGAARD & SARWAR 1998).

### 2.4.2 Solarização

A solarização do solo foi desenvolvida em Israel, por Katan et al. (1976), e vem sendo utilizada também em outros países, como Estados Unidos, Japão, Itália, Egito, Espanha e Brasil, entre outros (KATAN & DEVAY, 1991; SOUZA, 1994; GHINI & BETTIOL, 1995).

A solarização consiste na utilização da energia solar para desinfestação do solo úmido, por meio da cobertura com um filme plástico transparente durante o período de maior radiação. Esta técnica pode ser empregada tanto em condições de campo como de cultivo protegido. Por não ser um método químico, possui a vantagem de apresentar menor impacto ao ambiente e não deixar resíduos, além de ser simples e de fácil aplicação (KATAN et al., 1976).

Segundo Katan (1981), a cobertura com um filme plástico transparente promove a elevação na temperatura do solo pela energia solar, em repetidos ciclos diários. A inativação térmica de diversos patógenos segue, de modo geral, o modelo exponencial, de forma que, quanto menor a temperatura, será necessário um tempo maior de exposição para ocorrer a inativação das estruturas do patógeno. Por esse motivo, o filme plástico deve ser mantido por um período suficiente para que haja a inativação dessas estruturas situadas nas camadas mais profundas do solo (CUNHA et al., 1993).

Segundo Ghini & Bettiol (1995), parte da população do patógeno morre por efeito direto da elevação da temperatura, especialmente as estruturas localizadas na superfície, onde as maiores temperaturas são atingidas. Nas camadas mais

profundas, somente temperaturas subletais são obtidas. Entretanto, apesar de a exposição do patógeno ao calor ser importante fator, não é o único mecanismo envolvido no método (KATAN et al., 1983). Os processos microbianos induzidos pela solarização podem contribuir para o controle das doenças, já que o aquecimento atua sobre a microbiota do solo em geral. Esses processos microbianos têm importância especialmente quando o calor acumulado não é suficiente para o controle do patógeno, como, por exemplo, nas camadas mais profundas do solo ou em climas cujas temperaturas não são favoráveis à solarização (GHINI et al., 1993).

Os propágulos do patógeno enfraquecidos pelas temperaturas subletais dão condições e estimulam a atuação de antagonistas. Lifshitz et al. (1983), observaram que as temperaturas subletais produzem rachaduras em escleródios, permitindo a penetração e colonização por microrganismos antagonistas, como diversas espécies de bactérias e estreptomicetos, que causam a redução da quantidade de inóculo no solo.

Em vista de as temperaturas atingidas pelo solo durante a solarização se apresentarem relativamente baixas, quando comparadas com o aquecimento artificial (vapor), seus efeitos nos componentes bióticos do solo são menos drásticos. Katan (1985) afirma que, quando o solo é submetido a altas temperaturas, ocorre a formação do chamado “vácuo biológico”, constituído por espaços estéreis. Durante a solarização, as temperaturas atingidas permitem a sobrevivência de alguns grupos de microrganismos. De modo geral, estes são saprófitas, entre eles muitos antagonistas são mais tolerantes ao calor e competitivos do que os patógenos de plantas. Em consequência, há uma alteração na composição microbiana, em favor

de antagonistas, estimulando a supressividade do solo a patógenos (KATAN & DEVAY, 1991).

Além dos patógenos, diversas plantas daninhas também podem ser controladas pela solarização, que, em muitas hortas comerciais, está sendo utilizada visando apenas ao controle das plantas daninhas, visto que significa grande redução de mão-de-obra (GHINI et al., 2003).

Devido às dificuldades do agricultor em monitorar a temperatura do solo ou a população do patógeno durante a solarização, o controle de plantas daninhas constitui excelente indicador da eficiência da técnica. A presença de plantas daninhas pode significar que as temperaturas atingidas não foram suficientes para um controle satisfatório. Quando a solarização é bem sucedida, há o controle de plantas invasoras (GHINI, 1997).

O uso de herbicidas pode ser reduzido nos solos solarizados, em vista de seu significativo controle. Outro motivo para redução da quantidade de determinados herbicidas de pré-emergência é o fato de as populações de microrganismos decompositores de tais produtos poderem ser reduzidas com a solarização. Assim, há o aumento da eficiência e da persistência do herbicida no solo, podendo ser observada, em certos casos, fitotoxicidade na cultura, mesmo com as aplicações da dose recomendada do produto (SOUZA, 1994).

Segundo Ghini & Bettiol (2005), os melhores resultados têm sido obtidos pela combinação da solarização com outros métodos alternativos de controle, dentre eles a incorporação de resíduos orgânicos.

### **2.4.3 Manejo Integrado: solarização + incorporação de repolho**

De acordo com Gamliel & Stapleton (1993); Ramirez-Villapudua & Munnecke (1997, 1998) e Stapleton (2000), o efeito da solarização do solo no controle de doenças causadas por patógenos habitantes do solo pode ser potencializado pela incorporação de material orgânico.

Segundo Souza & Bueno (2003), o emprego de resíduo de brássicas associado à técnica de solarização tem recebido atenção dos pesquisadores envolvidos no controle de doenças. Isto se deve à facilidade de retenção de compostos voláteis emanados pela rápida degradação do material (GAMLIEL & STAPLETON, 1993) e que são letais a vários fitopatógenos habitantes do solo (SOUZA & BUENO, 2003).

Compostos voláteis produzidos em solos solarizados com incorporação de resíduo de repolho foram identificados por Gamliel & Stapleton (1993), constatando-se, principalmente, a ocorrência de aldeídos (formaldeído e acetaldeído) e compostos de enxofre, incluindo isotiocianatos.

Forney & Jordan (1999) relataram que tecidos verdes de brássicas têm maior concentração de methanethiol do que tecidos não verdes. Esse produto da fermentação é o responsável pelo odor desagradável das brássicas, quando submetidas à condição de anaerobiose. No entanto, esses autores não testaram se este produto é biocida para fitopatógenos. Porém, Lewis & Papavizas (1971) observaram que as brássicas liberam inúmeros compostos com efeitos tóxicos a fitopatógenos, entre eles o methanethiol.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

Os ensaios foram desenvolvidos na Universidade Estadual do Maranhão, São Luís - MA.

#### 3.1 Obtenção de isolados de *Ralstonia solanacearum*

Os testes *in vitro* foram realizados no Laboratório de Fitopatologia, pertencente ao Núcleo de Biotecnologia Agronômica. Foram utilizadas três culturas da coleção de bactérias fitopatogênicas do Centro Nacional de Pesquisas em Hortaliças (CNPH) – EMBRAPA–DF e uma cultura da coleção de bactérias fitopatogênicas da UEMA. No total, utilizou-se quatro isolados de *R. solanacearum* pertencentes às biovars 1 e 3 (Tabela 1), provenientes de diferentes regiões geográficas do país, todos obtidos em tomateiro e preservadas em água destilada (WAKIMOTO et al., 1982; MARIANO & ASSIS, 2005).

Tabela 1. Descrição dos isolados de *Ralstonia solanacearum* (Smith) Yabuuchi

<b>ISOLADO</b>	<b>BIOVAR</b>	<b>HOSPEDEIRO</b>	<b>PROCEDÊNCIA</b>
UEMA	III	Tomateiro	São Luís
CNPH* nº 183	III	Tomateiro	Ceará
CNPH* nº 206	I	Tomateiro	Goiás
CNPH* nº 211	III	Tomateiro	São Paulo

\* CNPH – Centro Nacional de Pesquisas em Hortaliças – EMBRAPA - DF

As bactérias foram transferidas inicialmente para placas de Petri com meio de cultura seletivo de Kelman (1953) cuja composição apresenta: glicerol (5,0 mL), peptona (10,0 g), caseína (1,0 g), ágar (18 g), cloreto de tetrazólio a 1 % (5,0 mL), água para completar 1 litro, e deixadas incubando por 72 h, em condições ambiente de laboratório. Em seguida, a seleção dos isolados foi feita com base nas características morfológicas, selecionando-se as colônias brancas e fluidas. Os isolados foram identificados de acordo com a classificação de Hayward (1964) e, posteriormente, preservados em água destilada esterilizada (WAKIMOTO et al., 1982; MARIANO & ASSIS, 2005) até a sua utilização.

### **3.2 Avaliação da agressividade dos isolados de *Ralstonia solanacearum* em tomateiro**

O teste foi realizado em casa de vegetação, pertencente ao Núcleo de Biotecnologia Agronômica. Foram utilizados os isolados selecionados no item 3.1, havendo, portanto, a necessidade de se realizar uma verificação quanto à agressividade.

As culturas dos diferentes isolados foram transferidas para meio Kelman (1953), invertidas e incubadas por 72 h, em condições ambiente de laboratório. Em seguida, as colônias foram transferidas para erlenmeyer de 250 mL contendo 100 mL de água destilada e esterilizada. A concentração da suspensão bacteriana foi determinada através da turbidimetria (MARIANO & SILVEIRA, 2005), técnica baseada apenas na comparação visual. Foi utilizada para inoculação a suspensão bacteriana com concentração de  $10^8$  ufc/mL, aproximadamente.

A cultivar de tomate usada na inoculação, para avaliação da agressividade dos isolados, foi Santa Cruz Kada Gigante, com padrão de suscetibilidade. A cultivar foi semeada diretamente em bandejas e as plântulas foram transplantadas para vasos de 1 L, contendo solo peneirado e previamente autoclavado, 30 dias após sua emergência.

O método de inoculação consistiu em ferimento no caule das plantas causado pela introdução de um alfinete entomológico, que transpassava uma gota de 10  $\mu$ L da suspensão do inóculo, depositada na axila foliar (MORGADO et al., 1994), conforme a Figura 1.

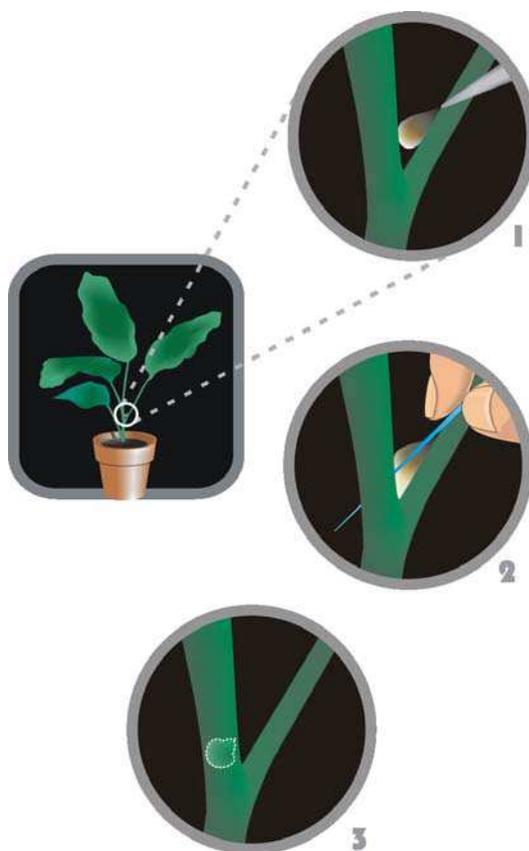


Figura 1. Esquema do método de inoculação de *Ralstonia solanacearum* através do ferimento da haste, adaptado por Morgado et al. (1994).

A testemunha foi inoculada com água destilada. As plantas foram mantidas em casa de vegetação. Utilizou-se isolados do item 3.1 de *R. solanacearum*, com quatro repetições. Cada vaso continha duas plantas.

O experimento foi avaliado do 5º ao 10º dias após a inoculação, através da contagem das plantas com sintomas evidentes de murcha. Depois de passado o 10º dia de avaliação, plantas sintomáticas foram levadas ao laboratório para ser feito um teste rápido de detecção de bactérias fitopatogênicas – teste do copo (KELMAN, 1953; MARIANO & SILVEIRA, 2005).

### **3.3 Influência de dosagens e épocas de incorporação de repolho sobre a murcha bacteriana em casa de vegetação**

O ensaio foi realizado em casa de vegetação, pertencente ao Núcleo de Biotecnologia Agronômica.

O repolho fresco utilizado foi proveniente de uma propriedade do Município de Paço do Lumiar, que fornece para uma rede de supermercados da cidade de São Luís-MA. Triturou-se e incorporou-se o resíduo ao solo em diferentes dosagens e épocas de incorporação. Para o experimento, vasos com capacidade para 1 L foram preenchidos com solo peneirado e autoclavado. O resíduo foi incorporado ao solo aos 15, 30, 45 e 60 dias antes do transplante, nas seguintes dosagens: 20, 40, 60, 80 e 100 g/L. Para cada combinação de dosagem e época de incorporação foi realizada uma única aplicação de resíduo. No tratamento testemunha utilizou-se vasos sem incorporação de resíduo.

Para a obtenção das mudas de tomate, sementes da cultivar Santa Cruz

Kada Gigante foram plantadas em bandejas contendo solo peneirado e autoclavado. O transplante foi realizado aos 30 dias após a semeadura, simultaneamente à inoculação das plantas, deixando-se uma planta por vaso.

Para a inoculação da bactéria nos tomateiros, utilizou-se o método do ferimento de raiz, que consistiu no corte do sistema radicular com tesoura, seguido de imersão na suspensão bacteriana (LOPES, 1981), conforme a Figura 2.

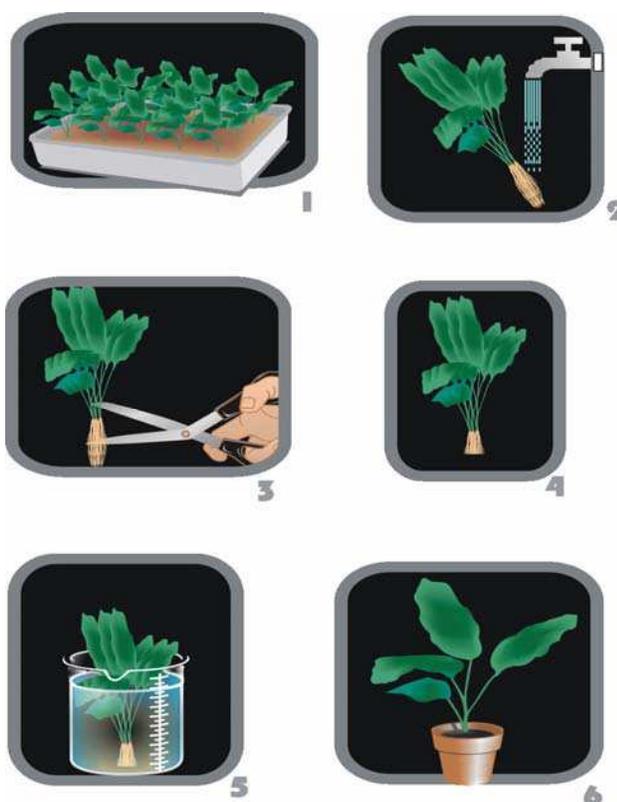


Figura 2. Esquema de inoculação de *R. solanacearum* em tomateiro, adaptado por LOPES (1981).

Foi preparada uma suspensão bacteriana, conforme descrito no item 3.2, utilizando-se o isolado 183 que se destacou no teste de agressividade. Cuidadosamente, toda a terra das raízes das plantas foi removida, a partir de sua

lavagem com jato de água. Com auxílio de uma tesoura flambada em álcool, as extremidades de algumas raízes secundárias foram seccionadas e, imediatamente após este procedimento, foram imersas na suspensão bacteriana (10 segundos). Após a imersão, as mudas foram transplantadas para os vasos contendo os substratos e mantidas em casa de vegetação até o término das avaliações. O tratamento controle foi constituído de plantas inoculadas transplantadas para vasos contendo solo sem incorporação de resíduos.

O experimento foi avaliado do 5º ao 10º dias após a inoculação através de uma escala de notas com variações de 1 a 5 (NIELSON & HAYNES, 1960), com a seguinte correspondência:

- 1 = ausência de sintomas;
- 2 = planta com 1/3 das folhas murchas;
- 3 = planta com 2/3 das folhas murchas;
- 4 = planta totalmente murcha;
- 5 = planta morta.

As notas obtidas foram transformadas em índice de murcha bacteriana (IMB) (adaptada de MORGADO et al., 1992), através da equação:

$$\text{IMB} = \Sigma (C \times P/N), \text{ onde:}$$

C = corresponde à nota atribuída a cada classe de sintoma;

P = corresponde ao número de plântulas em cada classe de sintomas;

N = corresponde ao número total de plântulas inoculadas.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado com quatro repetições. A parcela experimental foi constituída por dois vasos, sendo uma planta por vaso. A análise estatística foi realizada com os dados de IMB provenientes da leitura aos 10 dias após inoculação. A análise de variância foi feita pelo Teste F e a comparação das médias foi efetuada através do teste Tukey, a 5 % de probabilidade.

### **3.4 Efeito da solarização do solo no controle da murcha bacteriana**

O experimento foi realizado em campo, no INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - MA), em São Luís - MA.

Foram preparadas 30 parcelas experimentais de 3 m<sup>2</sup> para serem inoculadas artificialmente com *R. solanacearum*. O inóculo foi preparado conforme descrito no item 3.2, utilizando-se o isolado 183. A inoculação foi realizada conforme descrito em 3.3. A concentração da suspensão bacteriana foi determinada através da turbidimetria (MARIANO & SILVEIRA, 2005), técnica baseada apenas na comparação visual. Foi utilizada a suspensão bacteriana com concentração de 10<sup>8</sup> ufc/mL, aproximadamente. A suspensão foi acondicionada em regadores com capacidade para 10 L, estes aferidos com água para posterior inoculação do patógeno no campo.

Após a inoculação do campo e a adaptação do patógeno, foram transplantadas mudas de tomate Santa Cruz Kada Gigante com 30 dias de idade para as parcelas experimentais, totalizando 36 plantas por parcela (esta com 3

linhas, cada linha com 12 plantas). O espaçamento entre plantas foi de 0,22 cm e entre linhas 0,33 cm (anexo 1).

Cada parcela foi irrigada e recoberta com plástico transparente com 100  $\mu$ m de espessura e deixados expostos aos agentes atmosféricos por períodos distintos (15, 30, 45 e 60 dias) para efetuar o biocontrole da doença.

O experimento foi avaliado do 5º ao 10º dias após a inoculação, fazendo-se a contagem das plantas com sintomas evidentes de murcha. Depois de passado o 10º dia de avaliação, plantas sintomáticas foram levadas ao laboratório para ser feito um teste rápido de detecção de bactérias fitopatogênicas – teste do copo (KELMAN, 1953; MARIANO & SILVEIRA, 2005), confirmando o estabelecimento do patógeno na planta.

O experimento foi instalado no delineamento em blocos casualizados, com cinco tratamentos, sendo quatro períodos de solarização (15, 30, 45 e 60 dias), e um tratamento testemunha, constituído de parcelas inoculadas e não-solarizadas, com seis repetições cada tratamento (anexo 2).

A avaliação foi através da quantidade de plantas murchas por parcela experimental, obtidas na leitura realizada no 10º dia após a inoculação. Para análise estatística, os dados foram transformados em  $\sqrt{x}$ . A análise de variância foi feita pelo Teste F e a comparação das médias foi efetuada através do teste Tukey, a 5 % de probabilidade.

### **3.5 Efeito combinado da solarização do solo e incorporação de repolho sobre *R. solanacearum***

O experimento foi realizado em campo no INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - MA), em São Luís - MA.

Foram preparadas 24 parcelas experimentais de 2 m<sup>2</sup> para serem inoculadas artificialmente com *R. solanacearum*. Para preparo do inóculo e inoculação, seguiu o mesmo procedimento do item 3.4.

Após a inoculação do campo, foram transplantadas mudas de tomate Santa Cruz Kada Gigante com 30 dias de idade para as parcelas experimentais, totalizando 24 plantas por parcela (estes com 3 linhas, cada linha com 8 plantas). O espaçamento entre plantas foi de 0,23 cm e entre linhas 0,33 cm.

O experimento foi avaliado do 5º ao 10º dias após a inoculação, fazendo a contagem das plantas com sintomas evidentes de murcha. Depois de passado o 10º dia de avaliação, plantas sintomáticas foram levadas ao laboratório para ser feito um teste rápido de detecção de bactérias fitopatogênicas – teste do copo (KELMAN, 1953; MARIANO & SILVEIRA, 2005), confirmando o estabelecimento do patógeno na planta.

Cada parcela foi irrigada e recebeu os seguintes tratamentos: testemunha (não-solarizada e sem incorporação de repolho), incorporação de 8 kg de repolho; solarização (plástico transparente com 100 µm de espessura) e incorporação de 8 kg de repolho acrescida da solarização (plástico transparente com 100 µm de espessura). Após os canteiros receberem os tratamentos, eles foram deixados expostos aos agentes atmosféricos por 30 dias para biocontrole da doença.

O experimento foi instalado em blocos casualizados com quatro tratamentos e seis repetições cada tratamento (anexo 3). A parcela experimental foi constituída por 24 plantas.

A avaliação foi através da quantidade de plantas murchas por parcela experimental, obtidas na leitura realizada no 10º dia após a inoculação. Para análise estatística, os dados foram transformados em  $\sqrt{x}$ . A análise de variância foi feita pelo Teste F e a comparação das médias foi efetuada através do teste Tukey, a 5 % de probabilidade.

### **3.6 Variáveis edafoclimáticas**

Os dados meteorológicos, como radiação solar e temperatura do ar (médias diárias), foram coletados por uma Plataforma de Coleta de Dados (PCD) localizada próxima ao experimento, na área do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), sendo obtidos junto ao Laboratório de Meteorologia da Universidade Estadual do Maranhão (LABMET). Dados de temperatura do solo a 10 cm de profundidade, foram coletados no dia da retirada do plástico (data da avaliação), às 14:00 h, utilizando termômetros de mercúrio.

## **4 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **4.1 Avaliação da agressividade dos isolados de *Ralstonia solanacearum* em tomateiro**

As avaliações da agressividade foram feitas com base no aparecimento de sintomas da doença, entre o 5º e 10º dias de observação. Estas apontaram o isolado 183 (biovar III), procedente de Ceará, como o mais agressivo em relação a cultivar suscetível Santa Cruz Kada Gigante de tomateiros. Este isolado resultou no maior número de plantas murchas, estando apto a ser utilizado nos demais experimentos.

Confirmando os resultados da agressividade, Kurozawa & Pavan (1997) afirmam, que os biovares I e III são os patógenos do tomateiro, sendo os que predominam no Nordeste do Brasil.

A variabilidade na agressividade de isolados dos biovares I e III, no tomateiro, foi constatada por Martins et al. (1988) e Coelho Netto et al. (2003). Silveira et al. (1998), entretanto, conduzindo estudo semelhante, não constataram diferença na agressividade dos isolados avaliados. Este fato pode indicar uma predominância do fator ambiente, sobre o fator patógeno, na infecção do hospedeiro no ecossistema.

### **4.2 Influência de dosagens e épocas de incorporação de repolho sobre a murcha bacteriana em casa de vegetação**

No geral, o repolho incorporado ao solo apresentou uma baixa eficiência no controle de *Ralstonia solanacearum*. Na tabela, nota-se um baixo índice de murcha

bacteriana aos 0 dias de incorporação na dosagem de 20 g/L, e aos 60 dias de incorporação na dosagem 100 g/L, respectivamente. As demais épocas os resultados não diferiram estatisticamente da testemunha, exceto aos 15 dias na dosagem de 20 g/L de repolho, que pode observar um índice elevado de murcha bacteriana.

Tabela 2. Efeito das dosagens e épocas da incorporação de repolho sobre o índice de murcha bacteriana.

Dosagem	Época de incorporação (dias antes da inoculação)				
	0	15	30	45	60
0 (testemunha)	3,63 A*	4,50 B	3,88 A	4,63 A	5,00 A
20 g/L	1,13 B	4,88 A	3,38 A	4,00 A	5,00 A
40 g/L	4,25 A	3,88 AB	4,13 A	3,63 A	5,00 A
60 g/L	3,00 AB	2,75 B	2,75 A	3,75 A	5,00 A
80 g/L	4,13 A	4,13 B	4,00 A	3,13 A	5,00 A
100 g/L	4,50 A	3,00 B	2,25 A	3,63 A	4,50 B
C.V.	25,48	24,32	38,99	23,26	3,39
dms	1,97	2,11	2,98	1,98	0,37

\* A, B – em cada coluna, médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey, a 5 % de probabilidade.

De acordo com Forney & Jordan (1999), os tecidos verdes de brássicas têm maior concentração de methanethiol do que os tecidos não verdes, confirmando que,

quanto mais fresco estiver o repolho, melhor será seu biocontrole. Outro fato que pode comprovar este baixo índice de murcha é a ocorrência da quebra da bacteriostase pela ação dos produtos fermentados e pela liberação de voláteis tóxicos que podem ter ação biocida como os isotiocianatos (ROSA et al., 1997).

Não houve diferença estatística entre as dosagens e as testemunhas aos 15, 30, 45 e 60 dias de incorporação do material vegetal, exceto para a dosagem de 100 g/L após 60 dias de incorporação. Lembrando que quanto mais lignificado o resíduo, maior o tempo para que ocorra a decomposição do material e menor será concentração de methanethiol (FORNEY & JORDAN, 1999).

Bueno et al. (2004), avaliando solo com incorporação de couve seca, observaram que, com 14 dias, estruturas de resistência de *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* (Sacc) Snyder & Hansen e *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid ficaram inativas. Já para o fungo *Sclerotium rolfsii* (Sacc), bastaram apenas sete dias para que as estruturas ficassem inviáveis patogenicamente.

Mariano et al. (2000) fazem referências à indução de resistência nos vegetais, devido ao contato com microorganismos ou com metabólitos liberados durante a decomposição da matéria orgânica no solo. Este fato se torna bem representado no presente trabalho, quando se observa que todos resíduos utilizados, quando em fase adiantada de decomposição, liberam para o solo certa quantidade de substâncias que ativam os mecanismos de defesa da planta.

De acordo com Pereira et al. (1996), o pH, o tamanho do resíduo, sua relação C/N, sua relação celulose:lignina e teor de umidade durante a decomposição, são fatores importantes na potencialidade do composto suprimir doenças de solo.

Segundo Hoitink & Bohlen (1991), em compostos orgânicos frescos apresentam uma relação C/N estabilizada e alto teor de umidade, elevando a atividade microbiana e a competição por nutrientes. Justificando assim a supressão da murcha bacteriana em resíduos frescos.

Soares et al. (2004) e Cardoso et al. (2006) obtiveram resultados positivos incorporando resíduo da parte aérea de guandu (*Cajanus cajan*) e crotalária (*Crotalaria juncea* L.) ao solo. As concentrações utilizadas foram 10, 20 e 30 %, obtendo 100 % de controle de murcha bacteriana em tomateiros aos 30 dias de incorporação, no entanto, apenas com 10 % de guandu incorporado ao solo, controlou a doença aos 60 dias.

#### **4.3 Efeito da solarização do solo no controle da murcha bacteriana**

Dentre os períodos de exposição ao sol para o controle de *Ralstonia solanacearum*, observou-se que, no período de 15 e 45 dias houve uma diferença estatística significativa com relação ao tratamento testemunha, quanto ao número de plantas mortas nas parcelas experimentais (tabela 3).

Os tratamentos com 30 e 60 dias de exposição ao sol não diferiram estatisticamente da testemunha e dos outros tratamentos. Observando a figura 3, a temperatura do solo, temperatura do ar e a radiação solar acumulada nestas épocas foram menores do que nas outras épocas solarizadas.

Patrício et al. (2005), quando estudaram solarização para o controle de *R. solanacearum* em dois experimentos, constataram que mudas de tomate Santa Clara, ao serem transplantadas para solos solarizados por 30 e 60 dias, não

apresentaram sintomas de murcha. Logo, no primeiro experimento, 30 dias foram suficientes para promover o controle do patógeno, mas no segundo, alguns tomateiros murcharam nos solos solarizados por 37 dias, em profundidades diferentes, indicando que parte da população bacteriana ainda se encontrava viável.

Tabela 3. Plantas mortas em parcelas experimentais inoculadas por *Ralstonia solanacearum*, submetidas a diferentes períodos de exposição ao sol.

<b>Período de exposição ao sol</b>	<b>Nº de plantas mortas</b>
testemunha	4,70 A
15 dias	3,51 B
30 dias	3,56 AB
45 dias	3,32 B
60 dias	4,17 AB

\* Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade. Dados transformados em  $\sqrt{x}$ .

CV: 17,92 %

dms: 1,19

Durante a fase de avaliação da solarização, as temperaturas médias da camada superficial do solo (a 10 cm de profundidade) foram de 39,5 °C a 45 °C nas parcelas não-solarizadas e solarizadas, respectivamente. São Luís, sendo uma cidade bastante úmida, com presença de nuvens e de ventos fortes, faz com que ocorram variações de temperatura.

Aos 45 dias, se obteve um controle da doença, por ter ocorrido uma ação cumulativa térmica. Neste período a temperatura, a umidade do ar e a radiação solar contribuíram para redução da doença (Figura 3). Ghini (2005) afirma que mudanças climáticas podem alterar o equilíbrio químico, físico e biológico dos solos, resultando em alterações na fertilidade e na incidência de doenças. Sendo que a elevação da

temperatura aumenta a taxa de decomposição de matéria orgânica.

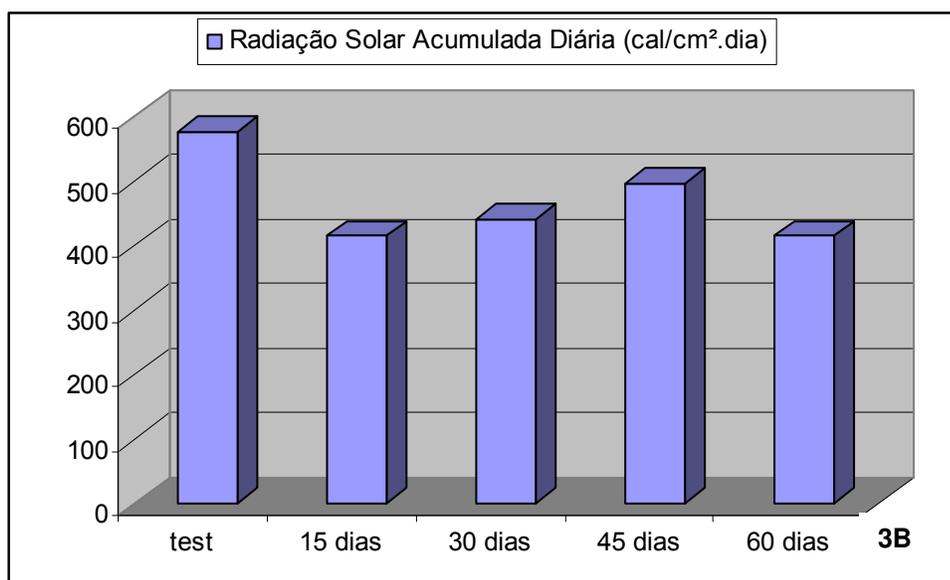
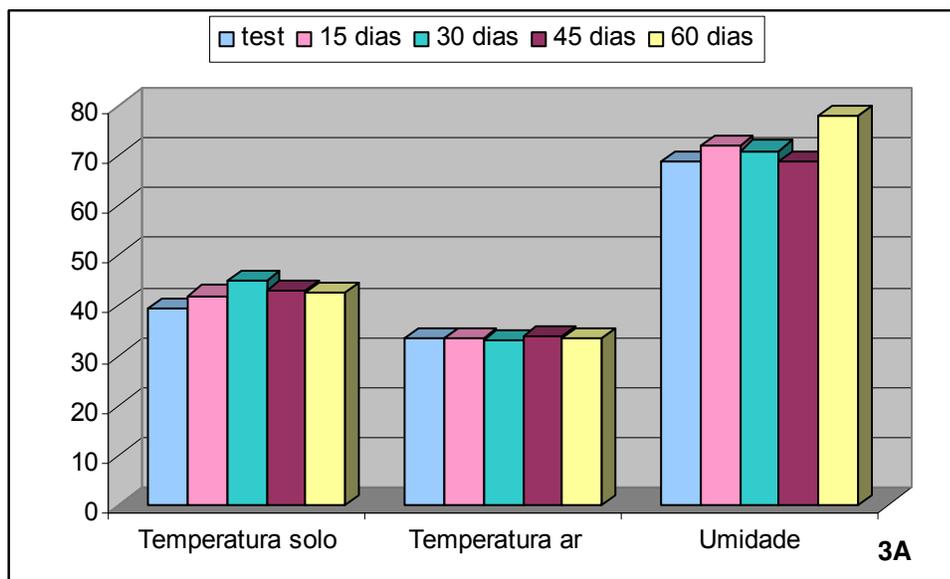


Figura 3. Dados meteorológicos (3A - médias da temperatura do ar, do solo e umidade do ar; 3B - radiação solar acumulada).

May-de Mio et al. (2002) observaram que a solarização de substratos para produção de mudas elimina eficientemente *Phytophthora parasitica* (Dastur), quando

expostos por 24 h, no inverno e no verão em coletor solar ou por 48 h em sacos plásticos transparentes no verão.

Verificou-se que a técnica de solarização aos 15 dias pôde suprimir a murcha, mas não se mostrou eficiente no controle de ervas daninhas. Fato este confirmado por Marengo & Lustosa (2000), quando observaram o maior controle de ervas daninhas em nove semanas (63 dias) de solarização e a ineficiência do controle físico na redução da população de nematóides formadores de galhas em cenoura.

Segundo Takatsu & Lopes (1997), *R. solanacearum* pode ser encontrada viável até 1 m de profundidade e sobrevive por longos períodos nas camadas mais profundas do solo, sendo favorecida pelas temperaturas amenas e baixa atividade microbiana que prevalecem nestas condições (HAYWARD, 1991).

Durante o tratamento da solarização, ocorre fluxo ascendente de água no solo, que evapora e recondensa na superfície inferior do plástico (CHEN et al., 1991), e que pode trazer o inóculo retido nas camadas mais profundas, para as mais superficiais, expondo-o às elevadas temperaturas da solarização. Alterações na estrutura física do solo, com redução significativa na compactação, causadas em parte por esse fluxo ascendente de água, podem chegar a até 2,0 m de profundidade, como demonstrado por Ghini et al. (2003).

A bactéria também sobrevive associada à rizosfera de plantas daninhas e outras não hospedeiras, o que dificulta e muitas vezes compromete a eficiência da rotação de culturas para o controle da murcha bacteriana (HAYWARD, 1991; HARTMAN & ELPHINSTONE, 1994 ; TAKATSU & LOPES, 1997; MIRANDA et al., 2004). Em experimentos, Singaglia et al. (2001), Barros et al. (2004) e Cruz et al.

(2005), constataram severa redução na população de plantas daninhas até vários meses após o emprego da solarização, o que pode dificultar ainda mais a sobrevivência da bactéria e favorecer a eficiência da técnica para o controle do patógeno.

Estima-se que a inativação térmica seja uma das principais causas da redução na viabilidade de plantas daninhas durante a solarização, embora outros mecanismos estejam presentes, como queima de plântulas recém-germinadas, promoção da germinação sem condições de emergência, e em maiores profundidades, alterações no balanceamento de gases no solo (ELMORE, 1991; CRUZ et al., 2004).

Barros et al. (2004) verificaram que não houve interferência do efeito da solarização no controle de *Pythium aphanidermattum* (Edson) Fitzpatrick, *Sclerotinia minor* (Jagger), na atividade microbiana e na redução de infestação por plantas daninhas, quando usaram o filme plástico com aditivos de luz ultravioleta, sendo este apenas mais resistente evitando a degradação rápida do plástico.

#### **4.4 Efeito combinado da solarização do solo e incorporação de repolho sobre *R. solanacearum***

De acordo com a tabela 4, pode-se observar que o tratamento mais eficiente na supressão da murcha bacteriana, foi o do repolho + solarização aos 30 dias após a implantação, pois apresentou diferença estatística da testemunha.

Onde foi incorporado repolho separadamente, ou seja, não foi aplicada a solarização, a temperatura do solo foi inferior aos tratamentos solarizado com

incorporação de repolho e solarizado. Isto ocorreu devido à menor retenção do calor na ausência do plástico associada à fermentação acelerada da matéria orgânica, o que pode ter contribuído para o não incremento da temperatura.

Tabela 4. Plantas mortas em parcelas experimentais inoculadas por *R. solanacearum*, submetidas a 30 dias de exposição ao sol e a incorporação de 8 Kg de repolho.

<b>Tratamentos</b>	<b>Nº de plantas mortas</b>
Testemunha	4,83 A
Repolho	4,79 AB
Solarização	4,49 AB
Repolho+Solarização	4,22 B

\* Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade. Dados transformados em  $\sqrt{x}$ .  
CV: 7,81 %  
dms: 0,59

As maiores temperaturas foram encontradas em solos com adição de matéria orgânica e solarizados (média de 43,5 °C), conseqüentes do aumento da temperatura ocorrido na decomposição do material orgânico fresco adicionado (Figura 4). Esse aumento tem como conseqüência uma maior eficiência na solarização com uma possível redução no período de tratamento (SOUZA & BUENO, 2003). No dia da avaliação, a radiação solar acumulada foi de 490 cal/cm<sup>2</sup>.dia, a umidade relativa do ar foi de 70 cal e a temperatura do média do ar foi de 33,5 °C.

As alterações das características do ar do solo podem promover diversas mudanças na rizosfera, que podem resultar em aumento ou redução da

supressividade a fitopatógenos veiculados pelo solo (GHINI, 2005).

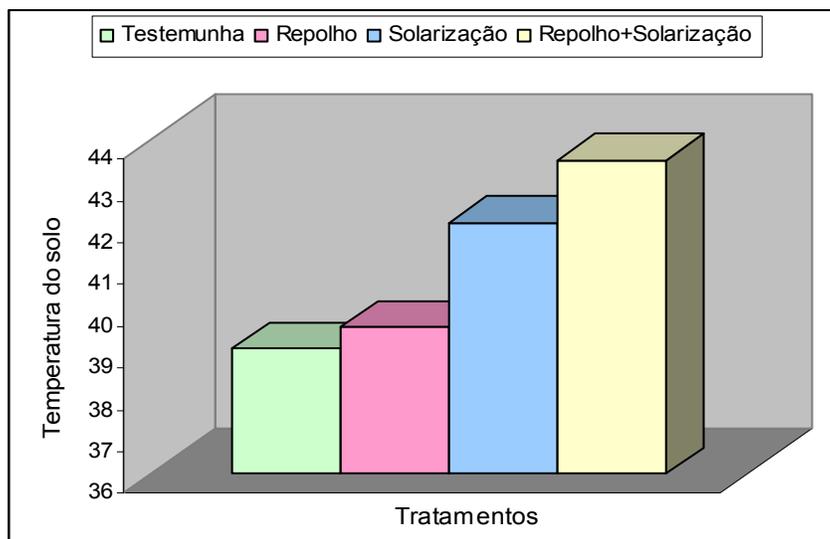


Figura 4. Dados médios da temperatura do solo.

Conforme Smith et al. (1993), quando os restos vegetais degradam-se, principalmente em solos úmidos, fermentações anaeróbias ocorrem, resultando na formação de ácidos acético, propiônico e butírico com concomitante decréscimo de pH do solo. Gamliel e Stapleton (1993) demonstraram diferenças quantitativas e qualitativas nos componentes voláteis em solos aquecidos quando comparados aos não aquecidos, ambos adicionados com repolho. Os solos adicionados com repolho e aquecidos apresentavam maior concentração de álcool, aldeídos, sulfitos e isotioacenos, que proporcionaram uma redução de propágulos de *Pythium ultimum* (Trow) e *Sclerotium rolfsii* (Sacc).

A adição de resíduos orgânicos associada à solarização tem recebido a atenção de diversos autores. Freitas et al. (2000) trabalharam com a interação da solarização e repolho para o controle de *Meloidogyne arenaria* (Neal) Chitwood.

Pereira et al. (1996) em análises feitas em casa de vegetação, avaliaram a eficácia do uso associado de vermicomposto e solarização no controle de *Sclerotium cepivorum* (Berck), bem como da associação de vermicomposto, solarização, e do herbicida EPTC, no controle de *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib) de Bary, apresentando uma elevação no nível de controle de 79 % para 98 % e ganhos ao nível de controle próximos àqueles obtidos pelo tratamento de solarização do solo.

Ramirez-Villapudua & Munnecke (1987, 1988) obtiveram o controle promissor de fitopatógenos de solo quando trabalharam com solarização do solo (usando plástico de 50 mm) e incorporação de repolho seco.

Experimentos feitos por Ambrósio et al. (2004), mostraram que parcelas incorporadas com brócolos seguido de solarização, conseguiram inativar o fungo *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid em 21 dias de tratamento. Já para controlar a viabilidade de escleródios de *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib) de Bary, Ferraz et al. (2003), precisaram de 90 dias de solarização e 60 dias de solarização com a presença da palha de milho.

## 5 CONCLUSÕES

Os resultados obtidos neste experimento serviram de base para as seguintes conclusões:

- A incorporação de repolho ao solo, em condições de casa de vegetação, proporcionou um efeito positivo na redução da doença quando se aplicou 20 g/L, aos 0 dias;
- A solarização do solo aos 15 e 45 dias apresentou maior eficiência na supressão da murcha bacteriana;
- Com a solarização e a incorporação de 4 Kg/L de repolho ao solo, por um período de 30 dias, obteve-se a potencialidade da interação de medidas alternativas no controle da murcha bacteriana em tomateiros.

## REFERÊNCIAS

AGRIOS, G. N. **Plant pathology**. 4 ed. San Diego: Academic Press, 1997. 635p.

AMBRÓSIO, M.M.de Q.; BUENO, C.J.; SOUZA, N.L.de. Sobrevivência de *Macrophomina phaseolina* em solo incorporado com brócolos seguido de solarização. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 30, n. 3, p.364-370, 2004.

BARRETO, M.; SCALOPPI, E.A.G. Sistemas de previsão de doenças de hortaliças. In: ZAMBOLIM, L. (ed.). **Manejo integrado: doenças, pragas e plantas daninhas**. 19. ed. Viçosa: UFV, 2000, p. 169-186.

BARROS, B.C.; PATRÍCIO, F.R.A.; LOPES, M.E.B.M.; FREITAS, S.S.; SINIGAGLIA, C.; MALAVOLTA, V.M.A.; TESSARIOLI NETO, J.; GHINI, R. Solarização do solo com filmes plásticos com e sem aditivo estabilizador de luz ultravioleta. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.22, n.2, p.253-259, 2004.

BEDENDO, I.P. Doenças vasculares. In: BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIM, L. (eds.). **Manual de Fitopatologia: princípios e conceitos**. v.1, 3.ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1995. cap. 44. p. 839-843.

BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H. Princípios Gerais de Controle. In: BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIM, L. (eds.). **Manual de Fitopatologia: princípios e conceitos**. v.1, 3.ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1995. cap. 3, p. 692-709.

BETTIOL, W.; GHINI, R. Proteção de plantas em sistemas agrícolas alternativos. In: CAMPANHOLA, C.; BETTIOL, W. (ed.). **Métodos alternativos de controle fitossanitário**. Jaguariúna: Embrapa Meio Norte, 2003. p.79-95.

BRINGEL, J. M. M.; NISHIJIMA, M.L.; BEDENDO, I.P. Desenvolvimento de *Ralstonia solanacearum* biovar II no sistema radicular de plantas de batata e berinjela. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 28, n. 3, p. 271–275, 2002.

BROISLER, L.A. A proposta Mokiti Okada. **Revista Brasileira de Agropecuária**. Viçosa, ano I, n.09, p.21-23, 1997.

BUENO, C.J.; AMBRÓSIO, M.M.de Q.; SOUZA, N.L.de; CEREZINI, P.C. Controle de *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* raça 2, *Macrophomina phaseolina* e *Sclerotium rolfsii* em microcosmo simulando solarização com prévia incorporação de couve (*Brassica oleracea* var. *acephala* L.). **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 30, n. 3, p.356-363, 2004.

CAFÉ FILHO, A.C.; LOBO JÚNIOR, M. Manejo de fatores físicos e culturais para o controle de patógenos de solo. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, Passo Fundo, v.8, p.267-301, 2000.

CARDOSO, S.C.; SOARES, A.C.F.; BRITO, A. dos S.; LARANJEIRA, F.F.; LEDO, C.A.S.; SANTOS, A.P. Control of tomato bacterial wilt through the incorporation of aerial part of pigeon pea and crotalaria to soil. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 32, n. 1, p.27-33, 2006.

CHEN, Y.; GAMLIEL, A.; STAPLETON, J.J.; AVIAD, T. Chemical, physical and microbial changes to plant growth in desinfested soils. In: KATAN, J.; DEVAY, J.E. **Soil solarization**. Boca Raton: CRC Press, 1991. p. 103-129.

COELHO NETTO, R.A.; NODA, H.; BOHER, B. Agressividade de isolados de *Ralstonia solanacearum* provenientes de solanáceas no estado do Amazonas. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 29, n.2, p.208-209, 2003(a).

COELHO NETTO, R.A.; PEREIRA, B.G.; NODA, H.; BOHER, B. Caracterização de isolados de *Ralstonia solanacearum* obtidos de tomateiros em várzea e em terra firme, no estado do Amazonas. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 28, n.4, p.362-366, 2003(b).

CUNHA, M.G. da; ZAMBOLIM, L.; VALE, F.X. do; CHAVES, G.M.; ALVES, H. Efeito da solarização sobre a sobrevivência de escleródios de *Sclerotium cepivorum* no solo. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.18, n.1, março, p. 55-61, 1993.

CRUZ, J.C.S.; ROCHA, M.de M.; SOUZA, N.L.de; PADOVANI, C.R.; MINHONI, M.T.de A. Aspectos microbiológicos do solo e a técnica da solarização. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 31, n.1, p.74-81, 2005.

ELMORE, C.L. Weed control by solarization. In: KATAN, J.; DEVAY, J.E. **Soil solarization**. Boca Raton: CRC Press, 1991. p. 61-72.

EMBRAPA/Alagoas. **Cultivo do tomate para industrialização**. Disponível em: <<http://www.sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br>>. Acesso em: 11 mai. 2004.

FERRAZ, L.C.L.; BERGAMIN FILHO, A.; AMORIM, L.; NASSER, L.C.B. Viabilidade de *Sclerotinia sclerotiorum* após a solarização do solo na presença de cobertura morta. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.28, n.1, p.17-26, 2003.

FILGUEIRA, F.A.R. Solanáceas II - Tomate: a hortaliça cosmopolita. In:\_\_\_\_\_. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 19.ed. Viçosa: UFV, 2000. cap.13. p. 189-234.

FORNEY, C.F.; JORDAN, M.A. Anaerobic production of methanethiol and other compounds by brassicas vegetables. **HortScience**, Alexandria, v.34, n.4, p. 696-699, 1999.

FREITAS, L.G.; MITCHELL, D.J.; DICKSON, D.W.; CHELLEMI, D.O. Soil solarization and organic amendment effects on *Pasteuria penetrans*. **Nematologia Brasileira**, Brasília, v.24, n. 2. p. 133-146, 2000.

GAMLIEL, A.; STAPLETON, J.J. Characterization of antifungal volatile compounds involved from solarized soil amended with cabbage residues. **Phytopathology**, St. Paul, v.83, n.9, p. 899-905, 1993.

GHINI, R.; BETTIOL, W.; SPADOTTO, C.A.; MORAES, G.J.; PARAIBA, L.C.; MINEIRO, J.L. de C. Soil solarization for the control of tomato and eggplant *Verticillium* wilt and its effect on weed and micro-arthropod communities. **Summa Phytopathologica**, Jaguariúna, v. 19, n.3, p. 183-189, 1993.

GHINI, R.; BETTIOL, W. Controle Físico. In: BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIM, L. (eds.). **Manual de Fitopatologia: princípios e conceitos**. v. 1, 3.ed, São Paulo: Agronômica Ceres, 1995. cap. 39. p. 786-801.

GHINI, R. **Desinfestação do solo com o uso de energia solar: solarização e coletor solar**. Jaguariúna: Embrapa – CNPMA, 1997. 29 p. (Embrapa – CNPMA. Circular, 1).

GHINI, R.; PATRICIO, F.R.A. SOUZA, M.D.; SINIGAGLIA, C.; BARROS, B.C.; LOPES, M.E.B.M.; TESARIOLI NETO, J.; CANTARELLA, H. Efeito da solarização sobre propriedades físicas, químicas e biológicas de solos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.27, n.1, p. 71-79, 2003.

GHINI, R.; BETTIOL, W. Controle físico de doenças radiculares. In: MICHEREFF, S.J.; ANDRADE, D.E.G.T.; MENEZES, M. (ed.). **Ecologia e manejo de patógenos radiculares em solos tropicais**. 1.ed. Recife: UFRPE, Imprensa Universitária, 2005. p. 323-344.

GOMES, A.M.A.; RODRIGUES, V.J.L.B. Diagnose e manejo de doenças em cultivos hidropônicos. In: MICHEREFF, S.J.; BARROS, R. (ed.) **Proteção de plantas na agricultura sustentável**. 1.ed. Recife: UFRPE, Imprensa Universitária, 2001. p. 225-242.

GOTO, M. **Fundamentals of bacterial plant pathology**. San Diego: Academic Press, 1992. 324p.

GRANADA, G.A.; SEQUEIRA, L. Survival of *Pseudomonas solanacearum* in presumed nonhost plants: a new concept. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON PLANT PATHOGENIC BACTERIA, 5, 1981, Cali. **Proceedings...** Cali: CIAT, 1981, p.213-214.

HAYWARD, A.C. Characteristics of *Pseudomonas solanacearum*. **Journal of Applied Bacteriology**, Los Angeles, v.27, p. 265-277, 1964.

HAYWARD, A.C. Biology and epidemiology of bacterial wilt caused by *Pseudomonas solanacearum*. **Annual Review of Phytopathology**, California, v.29, p. 65-87, 1991.

HAYWARD, A.C. The hostes of *Pseudomonas solanacearum*. In: HAYWARD, A.C.; HARTMAN, G.L. (ed.). **Bacterial wilt: the disease and its causative agent, *Pseudomonas solanacearum***. Willingford: CAB International. p.9-24, 1994.

HARTMAN, G.L.; ELPHINSTONE, J.G. Advances in the control of *pseudomonas solanacearum* Race 1 in major food crops. In: HAYWARD, A.C.; HARTMAN, G.L. (ed.). **Bacterial wilt: the disease and the causative agent, *Pseudomonas solanacearum***. Willingford: CAB International. p.157-177, 1994.

HOITINK, H.A.J.; BOHEM, M.J. Interactions between organic matter decomposition level, biocontrol agents and plant pathogens in soilborne disease. In: REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE CONTROLE BIOLÓGICO DE DOENÇAS DE PLANTAS, 4, 1991, **Anais...** Campinas, 1991, p. 63-76.

IBGE/SIDRA. **Tomate.** Produtividade de 2003. Disponível em: <<http://www.ibge.com.br>>. Acesso em: 11 mai.2004.

KATAN, J.; GREENBERGER, A.; ALON, H.; GRINSTEIN, A. Solar heating by polyethylene mulching for the control of diseases caused by Soil – Borne pathogens. **Phytopathology**, St. Paul, v. 66, p. 683-688, 1976.

KATAN, J. Solar heating (solarization) of soil for control of soilborne pests. **Annual Review of Phytopathology**, California, v. 19, p. 211-236, 1981.

KATAN, J.; FISHLER, G.; GRINSTEIN, A. Short and long-term effects of soil solarization and crop sequence of *Fusarium* wilt and yield of cotton in Israel. **Phytopathology**, St. Paul, v. 73, n.8, p.1215-1219, 1983.

KATAN, J. Solar disinfestations of soils. In: PARKER, C.A. ROVIRA, A.D.; MOORE, K. J.; WONG, P.T.W.; KOLLMORGEM, J.F. (eds.). **Ecology and management of soilborne plant pathogens.** St. Paul, 1985, p. 274-288.

KATAN, J.; DEVAY, J.E. **Soil solarization.** Boca Raton: CRC Press, 1991. 267 p.

KELMAN, A. **The bacterial wilt caused by *Pseudomonas solanacearum*: a literature review and bibliography.** Raleigh: North Carolina State University, 1953. 194 p. (Agricultural Experimental Station. Technical Bulletin 99).

KELMAN, A.; JENSEN, J.H. Maintaining virulence in isolates of *Pseudomonas solanacearum*. **Phytopathology**, St. Paul, v.41, p.185-187, 1951.

KIRKEGAARD, J.A.; SARWAR, M. Biofumigation potential of brássicas: variation in glucosinolate profiles of diverse field-grown brassicas. **Plant and Soil**, New York, v. 201, n.1, p. 71-89, 1998.

KUROZAWA, C.; PAVAN, M.A. Doenças do tomateiro. In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L.E.A.; REZENDE, J.A.M. **Manual de Fitopatologia: doenças de plantas cultivadas**. 3. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1997. v.2, p. 690-719.

LEWIS, J.A.; PAPAVIDAS, G.C. Effect of sulphur-containing volatile compounds and vapours from cabbage decomposition on *Aphanomyces eusteiches*. **Phytopathology**, St. Paul, v.61, n.2, p.208-214, 1971.

LIFSHITZ, R.; TABACHNIK, M.; KATAN, J.; CHET, I. The effect of sublethal heating of sclerotia of *Sclerotium rolfsii*. **Canadian Journal of Microbiology**, Canadá, v. 29, n.12, p. 1607-1610, 1983.

LOPES, C. A. Doenças bacterianas da batata. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte. v. 7, p. 40-42, 1981.

LOPES, C.A.; SANTOS, J.R.M. Doenças transmissíveis ou parasitárias: doenças causadas por bactérias. In:\_\_\_\_\_. **Doenças do tomateiro**. Brasília: EMBRAPA, 1994. p. 13-19.

LOPES, C.A.; QUEZADO-SOARES, A.M. **Doenças bacterianas das hortaliças: diagnose e controle**. Brasília: EMBRAPA – CNPH, 1997. 70p.

LOPES, C.A.; QUEZADO-DUVAL, A.M. Doenças bacterianas. In: LOPES, C.A. & ÁVILA, A.C. de (org.). **Doenças do tomateiro**. Brasília: EMBRAPA Hortaliças, 2005. p. 55-73.

MARENCO, R.A.; LUSTOSA, D.C. Soil solarization for weed control in carrot. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.10, p. 2025-2032, 2000.

MARIANO, R. de L.R.; SILVEIRA, E.B. da; GOMES, A.M.A.; RODRIGUES, V.J.L.B.; ASSIS, S.M.P. de. Biocontrole de Doenças de Plantas. In: TORRES, J.B.; MICHEREFF, S.J. (ed.) **Desafios do Manejo Integrado de Pragas e Doenças**, Recife: UFRPE, 2000. p. 28-110.

MARIANO, R. de L.R.; ASSIS, S.M.P. Preservação de bactérias fitopatogênicas. In: MARIANO, R. de L.R.; SILVEIRA, E. B. da. **Manual de práticas em fitobacteriologia**. 2.ed. Recife: UFRPE, 2005. p.35-46.

MARIANO, R. de L.R.; SILVEIRA, E. B. da. Quantificação de bactérias fitopatogênicas. In:\_\_\_\_\_. **Manual de práticas em fitobacteriologia**. 2.ed. Recife: UFRPE, 2005. p.47-50.

MARTINS, O.M.; TAKATSU, A.; REIFSCHNEIDER, F.J.B. Virulência de biovars I e III de *Pseudomonas solanacearum* ao tomateiro. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.13, p. 249-252, 1988.

MAY-DE MIO, L.L.; GHINI, R.; HIROSHI K. Solarização para controle de *Phytophthora parasitica* em mudas de citros. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.27, n.3, p.254-258, 2002.

MICHEREFF, S.J.; PERUCH, L.A.M.; ANDRADE, D.E.G.T. Manejo sustentável de doenças radiculares em solos tropicais. In: MICHEREFF, S.J.; BARROS, R. (ed.). **Proteção de plantas na agricultura sustentável**. Recife: UFRPE, Imprensa Universitária, 2001. p.15-69.

MICHEREFF, S.J.; ANDRADE, D.E.G.T.; PERUCH, L.A.M.; MENEZES, M. Importância dos patógenos à doenças radiculares em solos tropicais. In: MICHEREFF, S.J.; ANDRADE, D.E.G.T.; MENEZES, M. (ed.). **Ecologia e manejo de patógenos radiculares em solos tropicais**. Recife: UFRPE, Imprensa Universitária, 2005. p.1-18.

MIRANDA, E.F.O.; TAKATSU, A.; UESUGI, C.H. Colonização de raízes daninhas cultivadas *in vitro* e em vasos por *Ralstonia solanacearum*, biovars 1, 2 e 3. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.29, n. 2, p.121-127, 2004.

MORGADO, H.S.; LOPES, C.A.; TAKATSU, A. Virulência de isolados de *Pseudomonas solanacearum* à berinjela. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 17, n. 4, p. 430-434, 1992.

MORGADO, H.S.; LOPES, C.A.; TAKATSU, A. Métodos para avaliação de resistência à murcha bacteriana em berinjela. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.29, n.2, p.237-245, 1994.

NIELSON, L.W.; HAYNES, F.L. Resistance in *Solanum tuberosum* to *Pseudomonas solanacearum*. **American Potato Journal**, Nebraska, v.37, p. 260-267, 1960.

OSTERROHT, M.V. Alguns aspectos de dinâmica da matéria orgânica em solos tropicais. **Revista Agroecologia**, Porto Alegre, n.17, p. 04-07, 2000.

PATRÍCIO, F.R.A.; ALMEIDA, I.M.G.; SANTOS, A.S.; CABRAL, O.; TESSARIOLI NETO, J.; SINIGAGLIA, C.; BERIAM, L.O.S.; RODRIGUES NETO, J. Avaliação da solarização do solo para controle de *Ralstonia solanacearum*. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.30, n.5, p. 475-481, 2005.

PEREIRA, J.C.R.; ZAMBOLIM, L.; VALE, F.X.R. do; CHAVES, G.M. Compostos orgânicos no controle de doenças de plantas. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, Passo Fundo, v.4, p.353-379, 1996.

RAMIREZ-VILLAPUDUA, J.; MUNNECKE, D.E. Control of cabbage yellow (*Fusarium oxysporum* f. sp. *conglutinans*) by solar heating of field soil amended with cabbage residues. **Plant Disease**, St. Paul, v. 78, n. 3, p. 217-221, 1987.

RAMIREZ-VILLAPUDUA, J.; MUNNECKE, D.E. Control of cabbage yellow (*Fusarium oxysporum* f. sp. *conglutinans*) by solar heating of field soil amended with dry cabbage residues. **Plant Disease**, St. Paul, v. 78, n. 3, p. 289-295, 1988.

REIS, E.M.; CASA, R.T.; HOFFMANN L.L. Controle cultural de doenças radiculares. In: MICHEREFF, S.J.; ANDRADE, D.E.G.T.; MENEZES, M. (ed.). **Ecologia e manejo de patógenos radiculares em solos tropicais**. Recife: UFRPE, Imprensa Universitária, 2005. p. 279-301.

ROMEIRO, R. da S. **Bactérias fitopatogênicas**. 18.ed.Viçosa: UFV, Imprensa Universitária, 1995. 283p.

ROSA, E.A.S.; HEANEY, R.K.; FENWICK, G.R. Glucosinolates in crop plants. **Horticulture Reviews**, New York, v. 19, p. 99-215, 1997.

ROSSI, C.E. Métodos de controle de nematóides compatíveis com a agricultura orgânica. **Agroecologia**. a.II, n.7, fev./març., p. 20-21, 2001.

ROSSI, C.E. Adubação verde no controle de nematóides. **Agroecologia**. a.II, n.4, maio/jun., p. 26-27, 2002.

SANTOS, G.A. & CAMARGO, F.A. **Fundamentos da matéria orgânica do solo: Ecossistemas tropicais e subtropicais**. Porto Alegre: Gênese, 1999, 491p.

SCHAAD, N.W. Bacteria: inoculum thresholds of seedborne pathogens. **Phytopathology**, St. Paul, v.78, p. 872-875, 1988.

SILVEIRA, E.B.; GOMES, A.M.A.; MICHEREFF, S.J.; MARIANO, R.L. Variability of *Ralstonia solanacearum* populations causing wilt of tomato in Agreste of Pernambuco, Brazil. **Bacterial Wilt Newsletter**, Australian, v.15, p.8-10, 1998.

SINIGAGLIA, C.; PATRÍCIO, F.R.A.; GHINI, R.; MALAVOLTA, V.M.A.; TESSARIOLI, J.; FREITAS, S.S. Bacterial wilt of summer squash (*Curcubita pepo*) caused by *Ralstonia solanacearum* in the State of São Paulo, Brazil. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 27, n. 2, p.229-235, 2001.

SMITH, J.L.; PAPENDICK, R.I.; BEZDICEK, D.F.; LINCH, J.M. Soil organic matter dynamics and crop residue management. In: METTING JÚNIOR, F.B. (ed.). **Soil microbiology ecology**. New York: Marcel Dekker, 1993. p. 65-94.

SOARES, F.C.A.; COUTINHO, C.A.; BRITO, S.A.; SANTOS, P.A.dos; LARANJEIRA, F.F.; LEDO, A.C. Controle da murcha bacteriana do tomateiro com incorporação de matéria orgânica de guandu e crotalária ao solo. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 29, ago, p.243. 2004. (Suplemento).

SOUZA, J.L. **Cultivo orgânico de hortaliças**: sistema de produção. Viçosa, 1999, p. 24-25.

SOUZA, N.L. de. Solarização do solo. **Summa Phytopathologica**, Jaguariúna, v. 20, p. 3-15, 1994.

SOUZA, N.L. de.; BUENO, C.J. Sobrevivência de clamidósporos de *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* raça 2 e escleródios de *Sclerotium rolfsii* em solo solarizado incorporado com matéria orgânica. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 29, n. 2, p.153-160, 2003.

STAPLETON, J.J. Soil solarization in various agricultural production systems. **Crop Protection**, Surrey, v.19, n.8-10, p.837-841, 2000.

TAKATSU, A.; LOPES C.A. Murcha bacteriana em hortaliças: avanços e perspectivas de controle. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.15, n.2, p.170-177, 1997.

TIVELLI, S.W.; PURQUERIO, L.F.V. **Hortaliças**: Repolho. Disponível em <<http://www.iac.sp.gov.br>>. Acesso em: 04 dez. 2005.

YABUUCHI, E.; KOSAKO, Y.; YANO, I.; HOTTA, H.; NISHIUCHI, Y. Transfer of two *Burkholderia* and *Alcaligenes* species to *Ralstonia* gen. nov.: proposal of *Ralstonia pickettii* (Ralston, Palleroni and Doudoroff, 1973) com. nov., *Ralstonia solanacearum* (Smith, 1896) com nov. and *Ralstonia eutropha* (Davis, 1969) com. nov. **Microbiological Immunology**, v. 39, p.897-904, 1995.

WAKIMOTO, S.; UTATSU, K.; MATSO, N.; HAYASHI, N. Multiplication of *Pseudomonas solanacearum* in pure water. **Annals of Phytopathology Society of Japan**, Japan, v 48, p. 620-627, 1982.

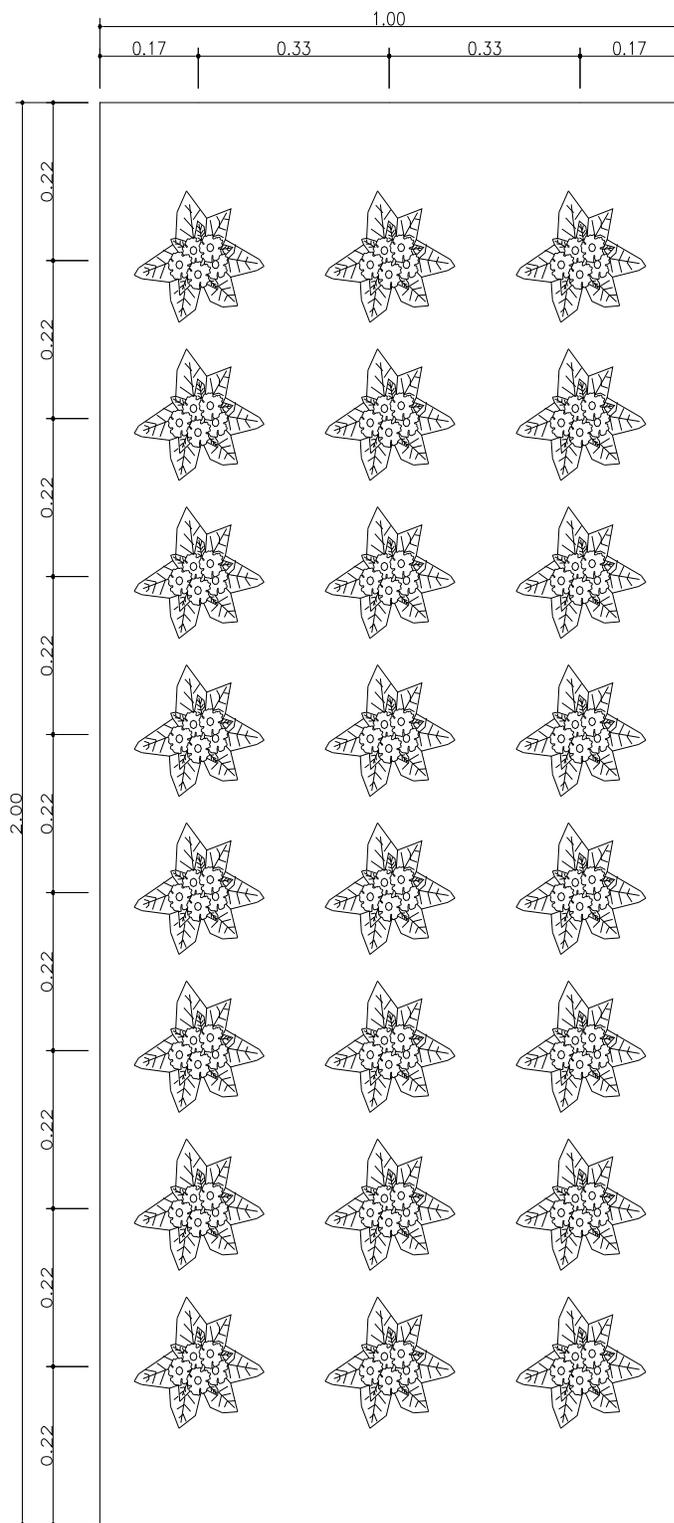
ZAMBERLAN, J.; FRONCHETI, A. **Agricultura ecológica**: preservação do pequeno agricultor e do meio ambiente. Petrópolis: Vozes, 2002. 138 p.

ZAMBOLIM, L.; SANTOS, M.A.; BECKER, W.F.; CHAVES, G.M. Agro-wast soil amendment for the control of *Meloidogyne javanica* on tomato. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 21, p. 250-253, 1996.

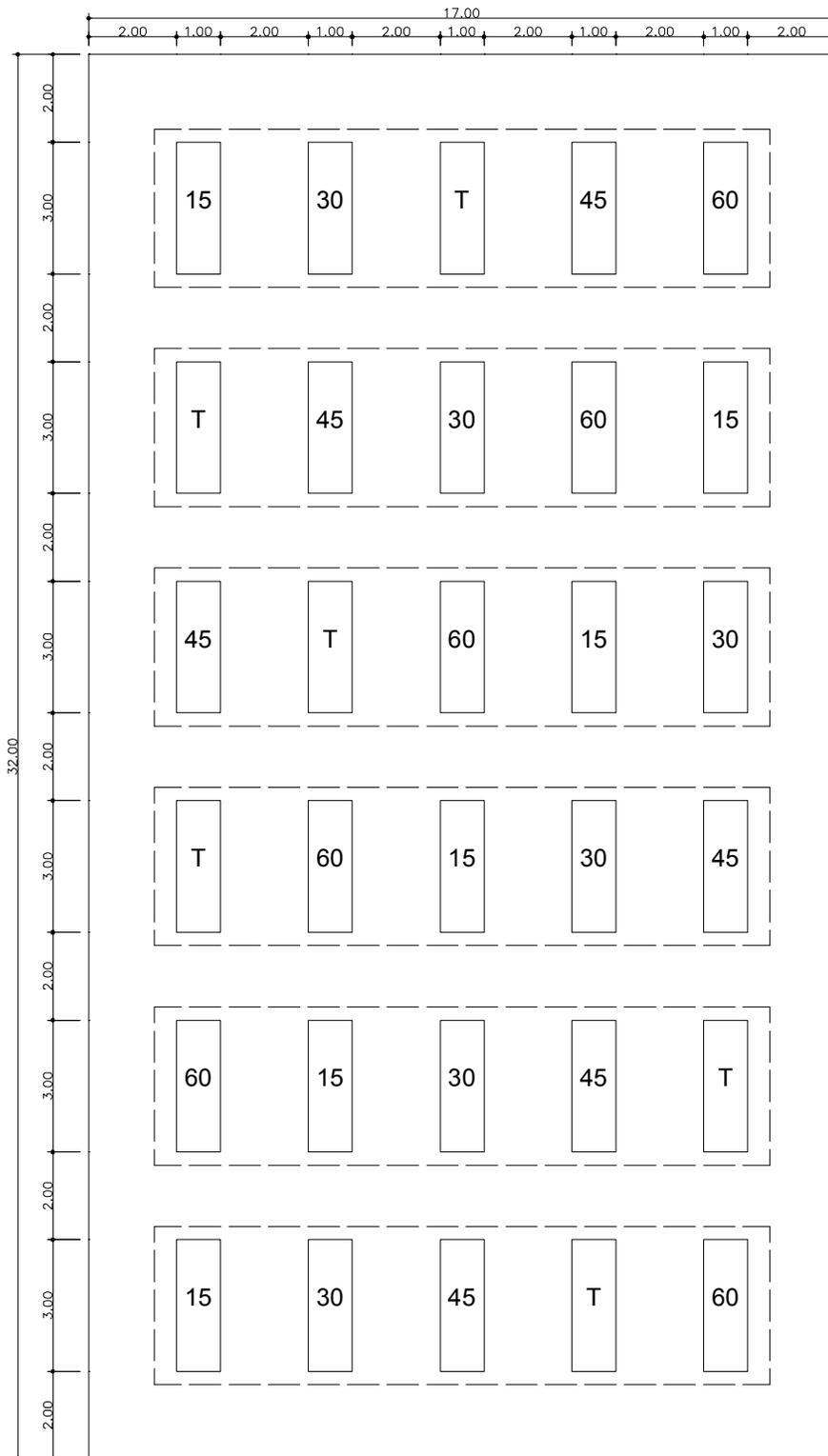
ZAMBOLIM, L.; COSTA, H.; VALE, F.X.R. do. Controle químico de doenças de hortaliças no contexto do manejo integrado. In: ZAMBOLIM, L. (ed.). **Manejo integrado**: doenças, pragas e plantas daninhas. Viçosa: UFV, Imprensa Universitária, 2000. p. 387-415.

## **ANEXOS**

Anexo 1. Croqui da parcela experimental, constituída por 24 plantas.

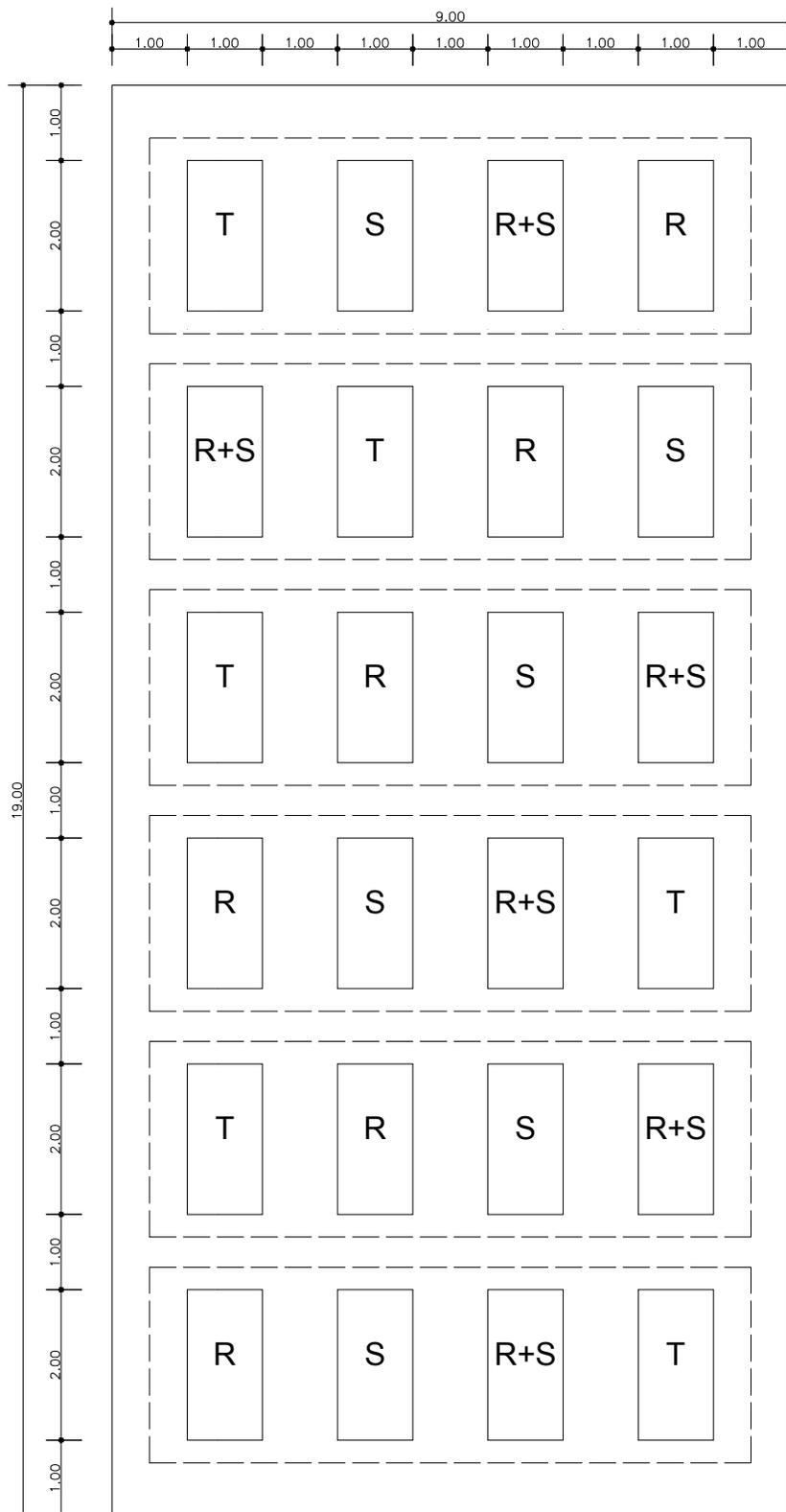


Anexo 2. Croqui da instalação do experimento de solarização no controle da murcha bacteriana.



Legenda:  
T = testemunha  
15 dias de solarização  
30 dias de solarização  
45 dias de solarização  
60 dias de solarização

Anexo 3. Croqui da instalação do experimento de interação da solarização + incorporação de repolho no controle da murcha bacteriana.



Legenda:  
T = testemunha  
R = repolho  
S = solarização  
R+S = repolho + solarização