

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE MESTRADO

***STREPTOMYCES* spp. E RESÍDUOS DE ADUBOS VERDES NO
MANEJO DE *Meloidogyne javanica* E NA PROMOÇÃO DE
CRESCIMENTO DO TOMATEIRO**

Lucas Athayde Oliveira

CRUZ DAS ALMAS – BAHIA

Julho – 2014

***STREPTOMYCES* spp. E RESÍDUOS DE ADUBOS VERDES NO
MANEJO DE *Meloidogyne javanica* E NA PROMOÇÃO DE
CRESCIMENTO DO TOMATEIRO**

LUCAS ATHAYDE OLIVEIRA

Engenheiro Agrônomo

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, 2009

Dissertação submetida ao Colegiado de Curso do Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, como requisito parcial para obtenção do Grau de Mestre em Ciências Agrárias, Área de Concentração: Fitotecnia.

Orientadora: Prof^a Dra. ANA CRISTINA FERMINO SOARES

Co-Orientadora: Prof^a Dra. CARLA DA SILVA SOUSA

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
MESTRADO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CRUZ DAS ALMAS - BAHIA - 2014

FICHA CATALOGRÁFICA

O48s	<p>Oliveira, Lucas Athayde Streptomyces spp e resíduos de adubos verdes no manejo de Meloidogyne javanica e na promoção de crescimento do tomateiro / Lucas A. Oliveira. - Cruz das Almas, BA, 2014. 101 f.; il.</p> <p>Orientadora: Prof^a Dr^a Ana Firmino Soares Coorientadora: Carla da Silva Sousa</p> <p>Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas - CCAAB.</p> <p>1. Nematoda. 2. Nematoda – Controle biológico. 3. Fitopatologia. 4. Tomate – Doenças e pragas. I. Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas - CCAAB. II. Título.</p> <p>CDD: 632</p>
------	--



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS
Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias

COMISSÃO EXAMINADORA DA DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE
LUCAS ATHAYDE OLIVEIRA

Membro Presidente: Profa. Dra. Ana Cristina Ferrinho Soares
Instituição: UFRB

Membro Externo à Instituição: Dr. José Mauro da Cunha e Castro
Instituição: Embrapa Semiárido

Membro Externo à Instituição: Dr. Dimmy Herllen Silveira Gomes Barbosa
Instituição: Embrapa Mandioca e Fruticultura

Homologada em / / .

A minha namorada Jessica Lourenço da Silva com todo meu amor, meu porto seguro durante toda essa longa batalha. Aos meus pais, Smitson Araújo Oliveira, e em especial a minha mãe, Neide Norailde Athayde Oliveira, por tanto acreditar na importância deste título.

Dedico.

Agradecimentos.

Agradeço a Deus por ter me dado condições de começar e concluir tal trabalho e por ter me dado uma família tão bonita e unida, a qual construiu meu alicerce de vida.

A CAPES e a FAPESB, pelo apoio financeiro com a concessão da bolsa de estudos.

A UFRB - Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, pela formação, desafios e realizações proporcionados.

A meus avós, Vô Bimba e Vó Nem, Vô Adelino e Vó Nenem (*in Memoriam*). Gostaria muito que pudessem estar presentes, não apenas espiritualmente, para acompanhar tantas vitórias como esta.

A família Athayde e Oliveira, uns mais outros menos, mas todos sempre na torcida pelo meu sucesso.

Aos antigos colegas de graduação, representados aqui por Samira Peixoto (Samirão), pelos reencontros, conversas nostálgicas das épocas de alegrias e sofrimentos vividas juntos. Em especial a Frederico Lordelo dos Santos (vulgo Thuco), presentes em tantos apuros e sempre disposto e disponível para está ao meu lado. Obrigado meu Amigo.

A Rafael Trocoli, amigo que tive a oportunidade de conhecer melhor e quem me deu tantos conselhos. E ao Dr. Torquatro Tavares, meu mestre e amigo, que apesar de ter encontrado pouco nesta jornada, sempre esteve disponível para uma boa conversa.

Ao Dr. Dimmy H. S. Gomes Barbosa, pesquisador da Embrapa Mandioca e Fruticultura, pelo apoio, amizade e disponibilização do Laboratório de Nematologia e Microbiologia do solo da Embrapa para realização das análises com nematoides. E ao Sr. João (Técnico do Laboratório de Nematologia), pelo sua ajuda e amizade.

As técnicas de laboratório de microbiologia, pela ajuda e ensinamentos nos momentos de dificuldade com os equipamentos.

A então doutoranda Juliana Fernandes dos Santos, por toda a orientação na condução do experimento e conselhos na confecção da dissertação. Sem sua ajuda este trabalho não teria sido feito.

A professora Dr^a Ana Cristina Fermino Soares, meus agradecimentos pela disponibilização do Laboratório Microbiologia e Fitopatologia da UFRB, para realização de grande parte deste trabalho e por poder me orientar no final deste trabalho.

A minha mãe de Cruz das Almas, Helena, quem novamente cuidou de mim como na época de graduação.

A minha família Arandes Freire, representados por Tia Norma (mãe) e Micaele (irmã), pelo apoio e socorro nos momentos de sufoco. Meu porto de todas as horas em Feira de Santana-BA.

Aos amigos Maguila e Celso Ogassawara pelos incentivos em concluir este trabalho.

A Todo pessoal da EBDA, pelo seu apóio e compreensão no inicio deste mestrado.

Ao amigo, então Coordenador de Pós-Graduação em Ciências Agrárias, Dr. Carlos Alfredo, pelas orientações “curtas e grossas”, sempre eficientes.

Ao amigo Lauro Lessa e ao professor Ledo, pelo apoio nas análises estatísticas.

Em fim, a todos que me ajudaram, (e que não me ajudaram também !!!), meu sincero Obrigado!. Mais uma etapa vencida, e vida que segue, ainda em busca do meu primeiro milhão...

Um dia, não lembro a data, passando a tardinha de moto no cruzamento da rua Pio XII com a Avenida Franklin de Queiroz aqui em Seabra-BA, encontro um amigo. Dentre muitas conversas, estava eu reclamando sobre o inicio do Mestrado e essa vida de ficar toda semana indo e voltando de Cruz das Almas para as aulas. E nunca esqueci um trecho da conversa (transcrito abaixo), o qual me ajudou muito a chegar ao fim deste Mestrado.

“ – Pô velho, to nessa vida ai, indo e voltando toda semana para fazer as matérias desse mestrado e meu tempo passando...

– Que nada negão, o tempo passa pra todo mundo, pra quem está parado também. Você está estudando e se especializando.”

Obrigado Cury.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO	
ABSTRACT	
INTRODUÇÃO.....	01
Capítulo 1	
<i>Streptomyces</i> spp. E RESÍDUOS DE ADUBOS VERDES NO MANEJO DE <i>Meloidogyne javanica</i> EM TOMATEIRO.....	34
Capítulo 2	
<i>Streptomyces</i> spp. E RESÍDUOS DE ADUBOS VERDES NO CRESCIMENTO E NUTRIÇÃO DO TOMATEIRO.....	63
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	91

STREPTOMYCES spp. E RESÍDUOS DE ADUBOS VERDES NO MANEJO DE *Meloidogyne javanica* E NA PROMOÇÃO DE CRESCIMENTO DO TOMATEIRO

Autor: Lucas Athayde Oliveira

Orientadora: Dra. Ana Cristina Fermino Soares

Co-orientadora: Dra. Carla da Silva Sousa

RESUMO: Este trabalho teve como objetivos avaliar os efeitos de actinobactérias e resíduos de adubos verdes, isolados ou combinados, no controle de *Meloidogyne javanica* e na promoção de crescimento de tomateiro. Foram avaliados os resíduos dos seguintes adubos verdes: guandu, crotalária, feijão-de-porco e mucuna-preta. Os substratos para cultivo do tomateiro foram preparados com a incorporação ao solo da parte aérea desses adubos e de inoculo de actinobactérias do gênero *Streptomyces*, codificadas como AC39, AC92 e AC50, com incubação a temperatura ambiente por 30 dias. Mudanças de tomateiro foram plantadas no substrato tratado (solo + adubo verde + actinobactéria) e inoculadas com uma suspensão de inoculo de *M. javanica* contendo 1000 juvenis de segundo estágio (J2) e ovos por mililitro de suspensão, em casa de vegetação. Para a promoção de crescimento, foram utilizados os mesmos tratamentos, sem a inoculação com *M. javanica*. Os isolados AC39 e AC92, combinados com a crotalária, e o feijão de porco combinado com o isolado AC39 promoveram incrementos na altura, no diâmetro do caule e na massa da parte aérea e das raízes dos tomateiros infectados com *M. javanica*. Os dois isolados (AC39 e AC92), sem os adubos verdes, promoveram o decréscimo no número da massa de ovos e de J2 de *M. javanica* nas raízes do tomateiro. A mucuna-preta, sem a presença dos isolados de *Streptomyces* spp. causou redução na população de *M. javanica* no substrato. Quando avaliada a promoção de crescimento, os isolados de *Streptomyces* spp., independente do adubo verde utilizado, promoveram o aumento nos teores de N, P e K na parte aérea do tomateiro. Já quando combinados com feijão-de-porco, promoveram o crescimento e melhor nutrição do tomateiro. A mucuna-preta e o feijão-de-porco, sem a presença de *Streptomyces* spp. promoveram o crescimento e nutrição do tomateiro.

Palavras-chave: manejo biológico, *Streptomyces* spp., adubação verde, nematoide-das-galhas, manejo cultural.

STREPTOMYCES spp. AND GREEN FERTILIZER RESIDUES ON CONTROL OF *Meloidogyne javanica* AND GROWTH PROMOTION OF TOMATO PLANTS

Author: Lucas Athayde Oliveira

Advisor: Ana Cristina Fermino Soares

Co-advisor: Carla da Silva Sousa

ABSTRACT: The aims of this research were to evaluate the effect of actinobacteria and green manure residues, isolated or combined, for control of *Meloidogyne javanica* and growth promotion of tomato plants. The following green manure residues were evaluated: pigeon pea, sunn hemp, jack bean and velvet bean. The substrates for tomato plant growth were prepared with soil incorporation of plant aerial parts and inoculum of actinobacteria belonging to the genus *Streptomyces*, identified by the codes AC39, AC92 and AC50. The substrate was incubated at room temperature for 30 days. Tomato seedlings were transplanted onto the substrates and inoculated with a suspension 1000 second stage (J2) individuals and eggs of *M. javanica* per mL, under a greenhouse conditions. For evaluations of growth promotion, the same treatments were used, except for inoculation with *M. javanica*. The AC39 and AC92 isolates, combined with sunn hemp, and AC32 combined with jack bean, promoted and increase on height, stem diameter and mass of plants aerial parts and roots of tomato plants infected by *M. javanica*. Isolates AC39 and AC92, without green manure, caused a reduction in the mass number of eggs and *M. javanica* J2 on tomato plant roots. Velvet bean without *Streptomyces* spp. caused a reduction in nematode population in the plant growth substrate. When only the growth promotion was evaluated, the *Streptomyces* spp. isolates, regardless of the type of green manure, promoted an increase in N, P and K content in aerial parts of tomato plants. *Streptomyces* spp. when combined with jack bean, promoted better growth and nutrition of tomato plants. The velvet bean and jack bean, without *Streptomyces* spp. also promoted better growth and nutrition of tomato plants.

Keywords: Biological control, actinobacterias., green fertilizers, root-knot nematodes, agricultural management.

INTRODUÇÃO

A cultura do tomateiro

Apesar de ter sido domesticado e melhorado geneticamente no México, o tomateiro [*Solanum lycopersicum* L. (sin. *Lycopersicon esculentum* Mill.)] é originário das montanhas dos Andes, na América do Sul, incluindo o Norte do Chile, Bolívia, Equador, Peru e Colômbia. Posteriormente, a espécie foi introduzida na Europa, em meados do século XVI (FILGUEIRA, 2003; ALVARENGA, 2004; BOITEUX et al., 2012). Da Europa, o tomateiro disseminou-se para a Ásia meridional e oriental, África e Oriente Médio, tendo sido reintroduzido como uma espécie cultivada em toda a América do Sul (NAIKA et al., 2006; FANTOVA, 2006).

O tomateiro, pertencente à família Solanaceae e ao gênero *Solanum*. É uma dicotiledônea de distribuição cosmopolita, ocupando diferentes habitats, topografias e climas, tais como desertos, baixadas litorâneas e altitudes elevadas como nos Andes (SILVA et al., 1994; JONES Jr., 2005; BOITEUX et al., 2012). Seu sistema radicular é do tipo pivotante, podendo chegar a até 1,5 m de profundidade. O caule do tomateiro, quando jovem é ereto, herbáceo, suculento e coberto por pelos glandulares. Com o crescimento da planta, se torna lenhoso e fino, não suportando o peso da mesma em posição ereta (PINTO e CASALI, 1980).

O tomate é uma das principais hortaliças do mundo, muito versátil em termos de consumo tanto *in natura* como industrializado, justificando a grande popularidade, expansão e importância econômica da tomaticultura no mundo (ESPINOZA, 1991; GUALBERTO et al., 2002). Entre 1985 e 2005, a demanda mundial *per capita* de tomate cresceu em, aproximadamente, 36% (CARVALHO e PAGLIUCA, 2007).

No Brasil, a cultura do tomateiro chegou por volta do século XIX, trazida por imigrantes europeus, sendo que a difusão e o incremento no consumo ocorreram após a primeira Guerra Mundial, por volta de 1930 (ALVARENGA, 2004).

Em 2012, a produção mundial de tomate foi de, aproximadamente, 162 milhões de toneladas, com 3,9 milhões de toneladas produzidas no Brasil.

Dessa forma, o País ocupou a nona posição dentre os maiores produtores mundiais do fruto, com a China liderando a produção mundial (FAO, 2014). O Estado de Goiás foi o maior produtor brasileiro em 2012, seguido pelos estados de São Paulo, Minas Gerais, Paraná e Bahia (IBGE, 2014).

O cultivo do tomateiro ocorre durante todo o ano e em quase todo o território nacional. Isso favorece o surgimento de inúmeras pragas e doenças (SOUZA e REIS, 2003) que causam enormes prejuízos à produção da cultura. Dentre os fitopatógenos, os nematoides têm causado grandes problemas em diversas culturas, em âmbito global, sendo que os prejuízos causados podem chegar a 100 bilhões de dólares anuais, conforme dados já apresentados na literatura (SASSER e FRECKMAN, 1987).

Fitonematoides

Normalmente, os nematoides são classificados de acordo com o seu hábito nutricional. A maioria é de vida livre, alimentando-se de micro-organismos, tais como bactérias (bacteriófagos), fungos (micetófagos ou micófagos), protozoários (protozoófagos) e nematoides (nematófagos). Entretanto, também existem os nematoides conhecidos como fitonematoides, ou nematoides parasitas de plantas, os quais causam perdas econômicas significativas em um grande número de culturas (FERRAZ e MONTEIRO, 1995).

Pertencentes ao grupo de organismos pluricelulares mais abundantes no planeta, os nematoides foram estimados em um milhão de espécies (VIGLIERCHIO, 1991; KIMPINSKI e STURZ, 2003). São organismos aquáticos e podem viver em águas marinhas, águas doces e no filme de água do solo (FERRAZ e MONTEIRO, 1995). Os nematoides que se associam às plantas são, em sua maioria, parasitas obrigatórios, vivendo em equilíbrio com a planta hospedeira. Os fitonematoides passam à condição de patógeno quando o parasitismo impossibilita a planta hospedeira de exercer uma ou mais de suas funções fisiológicas, suprimindo seu potencial de crescimento e produção, ocasionando doenças (LORDELLO, 1973).

Como parasitas obrigatórios, os fitonematoides obtêm nutrientes para o seu desenvolvimento e reprodução a partir do citoplasma de células vivas. As interações entre esses parasitas e as plantas hospedeiras são complexas e dinâmicas e podem envolver, dependendo da espécie, estímulo à eclosão, atração até o hospedeiro, penetração, migração dentro dos tecidos, reconhecimento do tecido adequado para alimentação e alterações no metabolismo, na morfologia e na função das células hospedeiras. As mudanças celulares destrutivas vão da remoção do conteúdo celular para alimentação, até a completa destruição das células. Alguns fitonematoides induzem modificações nas células do hospedeiro, formando sítios de alimentação bem elaborados para prover a remoção de nutrientes (HUSSEY e WILLIAMSON, 1998). Os sintomas primários causados pelos nematoides-das-galhas, por exemplo, são caracterizados por vários tipos de alterações que podem se manifestar pelo sistema radicular muito denso, com formação excessiva de raízes laterais, que evolui para um sistema radicular deformado, com poucas raízes, com formação de galhas ou engrossamentos nas raízes e tumores ou pipocas em raízes e tubérculos, deslocamento e quebra do córtex radicular, rachaduras em órgãos subterrâneos e paralisação do crescimento das raízes (LORDELLO, 1973). Porém, os vários sintomas secundários tornam-se mais evidentes no campo. Estes se manifestam na parte aérea por meio do tamanho desigual de plantas, murcha da planta durante o período mais quente do dia, amarelecimento e queda prematura de folhas, declínio vegetativo lento, nanismo, entouceramento de plantas, tombamento, formação de reboleiras, deficiência nutricional, baixa resposta às práticas de adubação e diminuição da produtividade (LORDELLO, 1973).

Nematoides das galhas: o gênero *Meloidogyne*

O primeiro relato de plantas infectadas por nematoides data de 1855, quando Miles Joseph Berkeley, trabalhando na Inglaterra, descobriu que havia uma associação entre um pequeno verme do solo com a formação de engrossamentos em raízes de pepino (MOENS et al., 2009).

No Brasil, C. Jobert, em 1878, fez a primeira observação sobre o gênero *Meloidogyne* ao estudar o motivo do declínio de cafezais no Rio de Janeiro, identificando o agente causal como *M. exigua*, denominado por Goeldi (1887). Com o decorrer dos anos, novas espécies foram descritas e os nematoides deste gênero foram reconhecidos pelos significativos danos causados a culturas de importância econômica e de maior interesse no mundo (TAYLOR e SASSER, 1978; FERRAZ e MONTEIRO, 1995; FERRAZ, 2001).

Conhecidas como nematoide-das-galhas, as espécies de *Meloidogyne* promovem o aparecimento de galhas ou engrossamentos, que são as principais alterações teciduais que ocorrem nas plantas parasitadas. Estas alterações resultam em aumento da concentração de certos nutrientes nas raízes e as galhas formam locais de restrição do movimento de nutrientes na planta (KIRKPATRIK et al., 1964). A meloidoginose no tomateiro é uma doença causada por diferentes espécies de nematoides pertencentes a este gênero que, ao promoverem a formação de galhas nas raízes, causam o impedimento da absorção de água e nutrientes do solo, gerando deficiências minerais e perda de produtividade da ordem de 25 a 85% (LOPES e SANTOS, 1994).

Espécimes de *Meloidogyne* spp. caracterizam-se por acentuado dimorfismo sexual, em que o macho tem corpo vermiforme e é móvel e as fêmeas adultas, possuem aspecto globoso, piriforme ou em forma de saco, sendo imóveis, com medidas de comprimento que variam entre 0,40 e 1,30 mm e de largura entre 0,27 e 0,75 mm (LORDELLO, 1964). Estes nematoides são endoparasitas sedentários, com ciclo biológico típico, com quatro estádios juvenis entre o ovo e forma adulta. A penetração, que ocorre na região de alongamento radicular, é realizada pelo juvenil de segundo estágio (J2), na região de alongamento radicular. Em seguida, o J2 migra até a zona de maturação dos tecidos, onde estabelece um sítio de alimentação próximo à região vascular, tornando-se sedentário (GONÇALVES e SILVAROLLA, 2001). Sob temperatura de 27°C, seu ciclo de vida se completa, geralmente, entre os 22 e 30 dias. Porém, qualquer espécie reduz ou até mesmo interrompe por completo as suas atividades vitais em temperaturas superiores a 40°C ou inferiores a 5°C (FERRAZ, 2001). Até atingir a fase adulta, após a penetração na raiz, o nematoide passa, então, por quatro ecdises, quando a fêmea adquire

a forma globosa, depositando seus ovos geralmente no exterior da raiz, que permanecem unidos por uma matriz gelatinosa secretada pela própria fêmea (COSTA, 2000). Uma fêmea adulta pode depositar de 500 a 2000 ovos, cujo desenvolvendo embrionário ocorre no solo. Dentro do ovo, ocorre a primeira ecdise, com a eclosão do J2 que penetra nas raízes, onde se desenvolve até o estágio adulto, completando, assim, o ciclo de vida do patógeno. O macho deste nematoide, quando presente, é de aspecto filiforme, não se alimenta da planta e vive apenas poucos dias (CAMPOS, 1985).

Através do estilete, os nematoides se alimentam, absorvendo nutrientes das células da planta hospedeira e introduzem substâncias nas células, causando alterações morfofisiológicas, tais como aumento na densidade do citoplasma, hipertrofia do núcleo e nucléolo, redução do vacúolo central até o completo desaparecimento, proliferação de ribossomos, polissomos e complexo de Golgi (FARIA et al., 2003). Segundo Luc et al. (1990), os nematoides formadores de galhas são considerados um dos principais problemas para diversas culturas de importância agrícola no Brasil e no mundo, ocorrendo, principalmente, em países com climas tropicais e subtropicais, onde as condições de temperatura e de umidade são favoráveis ao seu desenvolvimento.

Manejo de Nematoides

As principais medidas que visam o manejo de nematoides do gênero *Meloidogyne* são o uso de plantas antagonistas, a rotação/sucessão de culturas, a ausência de hospedeiras ou de qualquer outra planta por um período determinado, a solarização, a inundação, o plantio de culturas armadilhas, o revolvimento do solo, a retirada de plantas infectadas, o uso de variedades resistentes, o controle biológico, o controle químico e a seleção de material de propagação a ser usado pelo produtor (LORDELLO, 1986; BLUM et al., 2006).

No entanto este manejo é dificultado pela sua alta capacidade reprodutiva, ampla gama de plantas hospedeiras e sua adaptação a diferentes condições e ecossistemas (FERRAZ, 1985). As plantas infectadas com esses nematoides tornam-se mais vulneráveis a outros fitopatógenos, menos

resistentes à seca e respondem com menor eficiência à adubação, sendo a produção da cultura afetada em termos quantitativos e qualitativos (MOURA 1996; ROESE et al., 2001).

O combate a esses patógenos se dá, inicialmente, pelo monitoramento da população no solo e pela correta identificação da espécie (MELO, 1995). No entanto, apesar de muitas vezes ser oneroso ao produtor, para que se tenha sustentabilidade do sistema produtivo, é necessário um contínuo monitoramento desses patógenos nas áreas de cultivo e a adoção de práticas de manejo, tanto para reduzir perdas quanto para prevenir o surgimento de novos focos (SANTOS, 1995). Em muitas culturas, o controle efetivo deste patógeno é fundamental para que se tenha uma produção rentável (HALBRENDT e LAMONDIA, 2004). O uso de alguns nematicidas, à base de moléculas sintéticas, no controle de fitonematoides, embora seja uma medida bastante utilizada, apresenta restrições como o elevado custo dos produtos, a alta toxicidade aos seres humanos e animais e a longa persistência no ambiente (AKHTAR e MALIK, 2000; FERRAZ e FREITAS, 2004).

O controle biológico surge como uma alternativa ao controle químico, com o melhor aproveitamento dos recursos naturais e se constitui numa demanda constante na agricultura atual, devido à conscientização da necessidade de utilizar tecnologias de produção agrícola ambientalmente mais aceitas, que contribuam para a preservação dos recursos naturais e a sustentabilidade dos agroecossistemas (COIMBRA e CAMPOS, 2005). O controle biológico atua explorando benéficamente os inimigos naturais de fitonematoides, principalmente aqueles que colonizam a rizosfera da planta onde também vive a maioria dos nematoides de importância econômica para as culturas (CRAWFORD et al., 1993; CAMPOS et al., 1998). Na busca por alternativas mais sustentáveis, a utilização de agentes de biocontrole e de matéria orgânica passou a demandar maior atenção por parte dos pesquisadores para o manejo e controle desses patógenos (AKHTAR e MALIK, 2000; NICO et al., 2004). Dentre os diversos organismos, *Streptomyces* spp. têm sido estudadas como potenciais agentes de biocontrole de fitopatogenos, e, em alguns casos, apresentam resultados promissores (SANTOS, 2013).

Actinobactérias

As actinobactérias, também conhecidas como actinomicetos, são bactérias Gram-positivas, com DNA rico em guanina e citosina, encontradas no solo, águas e em outros ambientes, sendo o solo o principal reservatório destes micro-organismos (ARAUJO, 1998; GROTH et al., 1999). Estes micro-organismos foram descritos como os principais produtores de antibióticos no solo, e também como um dos principais grupos microbianos produtores de enzimas de interesse comercial (DEMAIN, 1999).

A literatura científica descrevia nove gêneros de actinobactérias: *Arthrobacter*, *Corynebacterium*, *Nocardia*, *Rhodococcus*, *Streptomyces*, *Mycobacterium*, *Actinomyces*, *Bifidobacterium* e *Butyrivibrio*, que podem ser aeróbios, microaerófilos ou anaeróbios (LACAZ et al., 2002). Porém, dados mais recentes sobre a classificação taxonômica do Filo Actinobacteria, apresentados no Bergey's Manual of Determinative Bacteriology 2012, engloba cinco classes, 19 ordens, 50 famílias e 221 gêneros (GOODFELLOW, 2012).

As actinobactérias produzem elementos filamentosos em forma de micélio, semelhantes a hifas fúngicas (SCHLEGEL, 1993). No entanto, a reprodução de algumas espécies se dá pela formação de esporos, esporangiósporos ou conidiósporos. A grande quantidade de esporos constitui a principal forma de multiplicação desses indivíduos, devido ao potencial de germinação e crescimento, levando ao surgimento de novos organismos. Tal característica é desejada em um agente de biocontrole, pois os esporangiósporos e os conidiósporos dessas espécies, embora não sejam resistentes ao calor, são resistentes às dessecações e podem auxiliar na sobrevivência das espécies durante a estiagem (VENTURA et al., 2007).

Os modos de atuação das actinobactérias como promotoras de crescimento vegetal e no controle de fitopatógenos ocorrem por diferentes mecanismos, de forma conjunta ou isolada (CORRÊA e BETTIOL, 2009).

Muitas espécies de bactérias, quando associadas a vegetais, produzem substâncias reguladoras de crescimento como os fitohormônios, que podem alterar o crescimento e desenvolvimento da planta (BASHAN e HOLGUIM, 1997). Já outros grupos de micro-organismos têm a capacidade de solubilizar

minerais como P, Ca, K, Mg e outros elementos essenciais às plantas, tornando-os disponíveis e promovendo de forma indireta, o crescimento vegetal (MOREIRA e SIQUEIRA, 2002). Ainda, segundo Moreira e Siqueira (2002), dentre os principais mecanismos envolvidos na solubilização de fosfatos por micro-organismos, estão a produção de CO₂ e de ácidos orgânicos, a redução de compostos de Fe⁺³ para compostos de Fe⁺² e produção de H₂S, sob baixas concentrações de O₂.

A orientação e a migração de fitonematoides para as raízes dependem de vários fatores, entre eles a natureza dos exsudados radiculares. Os micro-organismos, por sua vez, colonizam o sistema radicular e afetam a composição química dos exsudados liberados (MELO, 1998). Na rizosfera, *Streptomyces* spp. têm seu crescimento estimulado por exsudatos (ROVIRA, 1965), os quais diferem entre as plantas (GESHEVA, 2002). As alterações nos exsudados radiculares das plantas podem fazer com que o nematoide não reconheça o estímulo quimiotrópico, e continue movimentando-se no solo, até esgotar suas reservas de energia, vindo a morrer sem penetrar na raiz (FREITAS, 2001).

As actinobactérias pertencentes ao gênero *Streptomyces* apresentam um papel importante na rizosfera de plantas, estimulando a produção de antibióticos e outros metabólitos secundários (COMPANT et al., 2005), além da produção de enzimas capazes de degradar moléculas complexas como a celulose, lignocelulose, xilanose e lignina (CRAWFORD, 1988; GAVA et. al., 2002). Além destes, entre os compostos com potencial antimicrobiano produzidos por *Streptomyces* spp., encontram-se a tiamina, a riboflavina, a vitamina B12 (cianocobalamina), as flavoproteínas e várias porfirinas, que contêm compostos com ferro e coenzimas que podem promover ou inibir o crescimento de outros micro-organismos (KENNEDY, 1999).

As espécies de *Streptomyces* têm sido estudadas com relação ao controle de fitopatógenos, em razão da diversidade de metabólitos secundários produzidos e da capacidade competitiva por substratos (INBAR et al., 2005). As actinobactérias são também conhecidas pela sua importância nos processos de compostagem e na decomposição da matéria orgânica presente no solo (CRAWFORD, 1988; GROTH et al., 1999), disponibilizando nutrientes para as plantas, com a promoção do crescimento destas.

Adubos orgânicos vegetais

Desde os primórdios da humanidade, a utilização de matéria orgânica e de resíduos agrícolas é conhecida na China, Índia e civilização Inca (DAVEY, 1996). Entretanto, os primeiros relatos científicos, com base em experimentação sob condições controladas, para controle de fitonematoides, foram feitos por Watson, nas décadas de 20 e 30, seguido de vários outros trabalhos nas décadas seguintes (WATSON, 1922; LINFORD et al., 1938; JACOBSEN, 1997; SANTOS, 2012).

A natureza da matéria orgânica, os micro-organismos presentes e as propriedades do solo são fatores-chave que influenciam a população de nematoides no solo e a proteção das culturas (AKHTAR e MALIK, 2000). A utilização de produtos de origem vegetal, como tortas de resíduos vegetais, adubos verdes e esterco de animais, vem sendo estudada como medida alternativa para o manejo de fitonematoides e também no desenvolvimento de plantas por promoverem a adição de nutrientes ao solo e a melhoria da sua estrutura (PEGORARO et al., 2005; LOPES et al., 2008; NAZARENO et al., 2010). Segundo Gonzáles e Canto-Ssáenz (1993), ao se adicionar matéria orgânica ao solo, ocorre melhoria na textura, favorecendo a formação e a estabilização de agregados, aumentando a capacidade de troca catiônica, favorecendo a aeração, a disponibilidade e a retenção de nutrientes, o aumento da capacidade de infiltração e retenção de água e diminuindo a amplitude de variação térmica. A adubação orgânica é um importante meio de fornecimento de nutrientes para as plantas, principalmente, nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), enxofre (S) e micronutrientes (KIEHL, 1985; OLIVEIRA FILHO et al., 1987).

De acordo com Silva e Menezes (2007), as plantas da família das Leguminosas (ou Fabaceae) são as mais utilizadas como adubos verdes, e a principal razão para essa preferência está na capacidade destas plantas formarem associação simbiótica com bactérias fixadoras do N₂ atmosférico. A população e a atividade dos micro-organismos de solo são influenciadas pela disponibilidade de matéria orgânica e pela qualidade dos resíduos orgânicos

adicionados ao solo. Fatores inerentes à matéria orgânica, como a relação C/N, presença de lignina e granulometria ou tamanho das partículas, umidade, oxigenação, temperatura, concentração de nutrientes e pH são fatores que interferem na composição microbiana (PEREIRA, 1996; GOMES, 2007).

Diversos autores relataram a utilização de feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*), guandu (*Cajanus cajan*), crotalária (*Crotalaria* spp.) e mucuna-preta (*Stylobium aterrimum*) no manejo de nematoides. No entanto, os mecanismos envolvidos neste manejo promovidos por essas leguminosas ainda não foram totalmente elucidados (REDDI, 1983; THAKAR e YADAV, 1986; GALIBA et al., 1998; WANG et al., 2002; FERRAZ e FREITAS, 2004; SANTOS, 2013).

Feijão-de-porco

Em geral plantas leguminosas são utilizadas para a adubação verde, sendo as mais difundidas, por apresentarem, um sistema radicular profundo e ramificado, com capacidade de fixar N₂ atmosférico, mediante a simbiose com bactérias do gênero *Rhizobium* (DOURADO et al., 2001).

Dentre as diversas leguminosas promissoras para adubação verde destaca-se o feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*), devido às suas características morfológicas e fisiológicas. Esta apresenta crescimento inicial rápido e ciclo mais curto quando comparado com outras espécies de adubos verdes, causando abafamento sobre as plantas espontâneas no início do ciclo, além de apresentar efeito alelopático sobre as mesmas. Essa leguminosa tem sido estudada com diversas finalidades, como por exemplo por Fontanétti e Carvalho (1999), que avaliando o seu potencial alelopático, verificaram que esse adubo apresenta efeitos significativos na germinação de sementes de alface. Carvalho et al. (2002) também estudando o seu potencial alélopático, porem no controle da tiririca (*Cyperus rotandus*) constataram que o feijão-de-porco estimulou o crescimento da parte aérea da tiririca e acelerou o índice de velocidade de emergência, apresentando assim um possível poder alelopático benéfico à tiririca.

O feijão-de-porco apresenta ainda potencial para remediação de herbicidas, devido seu sistema radicular agressivo e profundo, e alta taxa transpiratória, responsável pelo fluxo de substâncias da raiz para a parte aérea, podendo ser utilizado na redução do período de residualidade de alguns xenobióticos no solo. Santos et al. (2006) observaram que o cultivo de feijão-de-porco nas densidades populacionais de 8,20 ou 32 plantas por m² promoveu a remediação do herbicida trifloxisulfuron-sodium.

No campo do controle biológico, a busca por novas alternativas, visando o manejo de fitonematoides em substituição aos nematicidas, diversos produtos naturais, obtidos de diferentes espécies vegetais, com propriedades nematicidas ou nematostáticas, têm sido isolados e caracterizados quimicamente, demonstrando resultados promissores para sua utilização na prática (GOMMERS, 1981).

O desenvolvimento de novos métodos de manejo de fitonematoides passa, por exemplo, pela utilização de compostos que interferem nas respostas sensoriais dos nematoides, fator indispensável em algumas fases do ciclo de vida como a atração e migração em direção ao hospedeiro (DUSENBERG, 1987).

Os efeitos das lectinas sobre fitonematoides foram primeiramente estudados por Zuckerman (1983), que constatou bloqueio das reações do sistema quimiorreceptor de nematoides, alterando o quimiotropismo. Posteriormente, Marban-Mendonza et al. (1987), obtiveram significativo controle de *Meloidogyne incognita* em tomateiro, aplicando a lectina Conavalina A em baixas concentrações. Uma fonte natural de lectinas é encontrada no feijão de porco, leguminosa com larga distribuição no Brasil e em outros países tropicais. As sementes dessa planta contêm aproximadamente 2-3% de lectinas (ALVAREZ, 1989).

Considerando-se que sementes de feijão de porco têm substancial teor de lectina, além de todas essas qualidades citadas acima, esta leguminosa presta enorme potencial para utilização como adubo verde, melhorando as condições nutricionais das plantas, e promovendo o manejo dos fitonematoides do solo.

Guandu

O feijão-guandu (*Cajanus cajan*) é uma fabácea que, além dos atributos próprios aos adubos verdes, destaca-se por atuar como descompactador de camadas adensadas do solo (Neves, 2007).

Foi introduzida no Brasil e Guianas pela rota dos escravos procedentes da África, tornando-se largamente distribuída e semi-naturalizada na região tropical, onde assumiu importância como fonte de alimento humano. Esta leguminosa apresenta folhas trifoliadas, com folíolos lanceolados ou elípticos, com 4,0 a 10 cm de comprimento e 3,0 cm de largura. As flores são de cor amarela ou amarelo-alaranjado, podendo apresentar estandartes salpicados ou mesmo totalmente púrpura ou avermelhados. As vagens são indeiscentes, de cor verde-marrom ou púrpura, ou mesmo verde salpicada de marrom, de forma oblonga, com 8,0 cm de comprimento e 1,4 cm de largura. As sementes, entre duas e nove por vagem, são de formato aproximadamente redondo, com 4,0 a 8,0 mm de diâmetro, de cor verde ou púrpura quando imaturas, e quando maduras, apresentam cor que vai de branco, amarelo, castanho, a preto. Podem, ainda, apresentar cores claras salpicadas de marrom ou púrpura (SEIFFERT e THIAGO, 1983).

Na literatura nematológica, mormente a estrangeira, há muitos relatos da ocorrência de fitonematoides em guandu, sumariados por Sharma (1985) e Sikora et al. (2005). No Brasil, tais registros são poucos e podem ser encontrados, em sua maioria, em Costa Manso et al. (1994).

Alguns trabalhos com guandu no controle de fitonematoides têm mostrado resultados variados com relação às propriedades antagonistas. Diversos autores relatam o controle de nematóides utilizando extratos desse vegetal (ASMUS e FERRAZ, 1988; COSTA e FERRAZ, 1990; REDDI, 1983; HAROON e ABADIR, 1989).

Costa e Ferraz (1990) estudando o efeito antagônico de algumas espécies de plantas a *M. javanica*, verificaram que apenas o guandu e a azevém (*Lolium multiflorum* L.) mostraram maior resistência por apresentarem o menor número de galhas e ootecas nas raízes.

Crotalária

As plantas do gênero *Crotalaria* pertencem à família Leguminosae com mais de seiscentas espécies conhecidas. Crescem abundantemente em zonas tropicais e subtropicais sendo numerosas na África, Índia, México e Brasil (PALOMINO e VASQUEZ, 1991).

Em geral as plantas são herbáceas com cerca de 50 cm de altitude ou arbustos com até 3 m, com folhas digitado-trifolioladas, unifolioladas ou simples, flores predominantemente amarelas com androceu formando um tubo monadelfo aberto na base com anteras dimorfas e legumes inflados. As espécies do gênero possuem considerável plasticidade, adaptando-se às diferentes condições ambientais. Podem ocorrer em variados tipos de habitats, como áreas próximas de rios, morros litorâneos, restingas, orla de matas, campos e cerrados (FLORES e MIOTTO, 2005).

No Brasil, já foram encontradas aproximadamente mais de quarenta espécies da planta (TOKARNIA et al., 2000). Comumente são conhecidas como "xique-xique", "guizo-de-cascavel", "chocalho-de-cascavel", em consequência de sons originados de suas vagens secas quando tocadas, assemelhando-se ao som emitido pela cauda da cascavel (WILLIAMS e MOLYNEUX, 1987). A *Crotalaria juncea* é a espécie mais conhecida e considerada a mais importante em termos gerais. Suas fibras macias e lignificadas são muito usadas na indústria de papel. Além disso, ela fixa nitrogênio do ar, é antagonista a nematóides, cresce em solos devolutos é bastante resistente à seca, e contribui para reciclar nutrientes (Alcântara et al., 2000).

Andrade e Ponte (1999), e Ribas et al. (2002), avaliando a utilização de *C. juncea* e *C. spectabilis* Roth. consorciadas com quiabeiro (*Abelmoschus esculentus* Moench.), em cultivo convencional, observaram redução no número de galhas, formadas por fitonematoídes, nas raízes do quiabeiro e conseqüente aumento na produtividade. Gardiano et al., (2010), em trabalho utilizando o extrato aquoso obtido de folhas de crotalária (*C. mucronata* L.), na

concentração de 0,2 g mL⁻¹, quando aplicado via solo em plantas de tomateiro, reduziu o número de galhas causadas por *M. javanica* em 33% em comparação com a testemunha, no qual foi aplicado somente água.

Embora a crotalária seja usualmente recomendada para ser incluída em esquemas de rotação, visando o controle de nematoides, Villar e Zavaleta-Mejia (1990) observaram, em dois experimentos em casa de vegetação, que a incorporação de resíduos de *C. longirostrata* no solo foi suficiente para reduzir as galhas em raízes de tomate causadas por *M. incognita* e *M. arenaria*. A incorporação de resíduos de *C. longirostrata* foi mais eficiente para controlar estes nematoides do que o consórcio desta planta com tomate. Estes resultados sugerem que a redução no número de galhas causada por *C. longirostrata* foi devido aos compostos tóxicos presentes nos tecidos da planta e não a uma possível ação como planta armadilha.

Mucuna-preta

O gênero *Mucuna* tem mais de 100 espécies descritas, mas sua taxonomia ainda é confusa. A espécie mais conhecida no Brasil é a mucuna-preta, citada na literatura como *M. aterrima* ou *M. pruriens*. É uma planta anual, herbácea, rasteira, com ramos trepadores vigorosos e bem desenvolvidos. A maioria das espécies exibe razoável tolerância a um número de estresses abióticos, incluindo seca, baixa fertilidade e alta acidez do solo, mas elas são sensíveis à geada e não crescem bem em solos frios e úmidos. A mucuna-preta é considerada uma das melhores plantas para adubação verde porque cobre totalmente o solo e cresce tanto quanto os tutores permitem, produzindo cerca de 35 a 40 t/ha de massa verde e contribuindo com 120 a 180 kg/ha de nitrogênio fixado da atmosfera (DUKE, 1981; FERRAZ et al., 2010).

Espécies de mucuna são recomendadas como adubo verde por possibilitarem melhorias na fertilidade e textura do solo, além do seu efeito benéfico nos sistemas de rotação de culturas, que visam reduzir populações de algumas espécies de nematoides (FERRAZ et al, 2003).

Esta planta tem sido a espécie mais plantada e estudada deste gênero no Brasil, tendo se mostrado eficiente no controle de *Meloidogyne* spp. (FERRAZ; LOPES, 2003). O efeito nematicida de mucuna-preta, quando usada em rotação com culturas comerciais, é bem conhecido, embora ela mesma não seja imune a várias espécies de nematoides. Em casa de vegetação, *Mucuna* spp. têm mostrado bons resultados no controle de *M. incognita*, do qual são consideradas más hospedeiras. A grande resistência a pragas e mesmo a ação sobre nematoides, por exemplo, acredita-se ser, em grande parte, devida à presença de L-Dopa. (FERRAZ; LOPES, 2003).

Lopes et al. (2005), verificaram atividade nematicida na redução do número de galhas de *M. incognita* em 26,5% e 29,7%, respectivamente em relação à testemunha, quando pulverizaram plantas de tomateiro, com os extratos aquosos a 0,1 g mL⁻¹ provenientes de folhas e de sementes de mucuna-preta. Constatou ainda que o extrato aquoso de sementes na mesma proporção, quando aplicado ao solo em plantas de tomateiro infectadas por *M. javanica*, causou 47% de redução no número de ovos em comparação com o tratamento testemunha. Porém verificaram também que o número de ovos e galhas em raízes de tomateiros infectados com *M. javanica*, não foram afetados pelos extratos de folhas e de sementes de mucuna-preta quando adicionados ao solo.

Já existe um grande número de estudos que avalia a eficácia de adubos verdes em alterar o solo com o intuito de fornecer nutrientes e controlar fitonematoides (AKHTAR e MALIK, 2000; FERRAZ e FREITAS, 2004). Trabalhos também têm comprovado que *Streptomyces* spp. possuem um importante papel na rizosfera das plantas por influenciar o seu crescimento e atuarem no controle de nematoides (DAMASCENO, 2011, SANTOS, 2013). No entanto poucos são os experimentos em andamento que utilizaram essas duas estratégias.

Em vista do exposto, o presente trabalho teve como objetivo estudar o efeito de *Streptomyces* spp. e da adubação verde na promoção do crescimento e no controle de *M. javanica* em tomateiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AKHTAR, M.; MALIK, A. **Roles of organic soil amendments and soil organisms in the biological control of plant-parasitic nematodes: A review**. Bioresource Technology, v. 74, p. 35-47, 2000.

ALCANTÁRA, F.A., NETO, A.E.F., PAULA, M.B., MESQUITA, H.A. e MUNIZ, J.A. Adubação verde na recuperação da fertilidade de um latossolo vermelho-escuro degradado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** 35:277-288. 2000.

ALVARENGA, M.A.R. **Tomate: produção em campo, em casa-de-vegetação e em hidroponia**. Editor: Marco Antônio Rezende Alvarenga. – Lavras: Editora UFLA, 2004. P. 27 – 30. 2004.

ALVAREZ, N.G. **La rotación con leguminosas como alternativa para reducir el daño causado por fitopatógenos del suelo y elevar La productividad del agro ecosistema maíz en el trópico húmedo**. (Tese de Mestrado). Montecillo. México, Colégio de Posgraduados, 1989.

AMARAL, D. R.; OLIVEIRA, D. F.; CAMPOS, V. P.; CARVALHO, D. A. Efeito de alguns extratos vegetais na eclosão, mobilidade, mortalidade e patogenicidade de *Meloidogyne exigua* do cafeeiro. **Nematologia Brasileira**, v. 26, n. 1, p. 43-48, 2002.

ANDRADE, N.C. & PONTE, J.J. Efeito do sistema de plantio em camalhões e do consórcio com *Crotalaria spectabilis* no controle de *Meloidogyne incognita* em quiabeiro. **Nematologia Brasileira**, v. 23, p.11-16, 1999.

ARAÚJO, J. M. Estratégias para isolamento seletivo de actinomicetos. In: MELO, I. S. e AZEVEDO, J. L. (Eds.). **Ecologia microbiana**. Jaguariúna: EMBRAPA CNPMA, p. 351-367, 1998.

ASMUS, R. M. F.; FERRAZ, S. Antagonismo de algumas espécies vegetais, principalmente leguminosas, a *Meloidogyne javanica*. **Fitopatologia Brasileira**, v.13, n.1, p. 20-24, 1988.

BASHAN, Y.; HOLGUIN, G. Azospirillum-plant relationships: Environmental and physiological advances. **Canadian Journal of Microbiology**, v. 43, p. 103-121, 1997.

BLUM, L. E. B.; CARES, J. E. e UESUGI, C. H. **Fitopatologia: o estudo das doenças de plantas**. 1ª Ed. 250p. Brasília: Otimismo, 2006.

BOITEUX, L.S.; FONSECA, M.E.N.; GIORDANO, L.B.; MELO, P.C.T. 2012. Melhoramento Genético. *In*: CLEMENTE, F.M.V.T.; BOITEUX, L.S., organizadores. **Produção de Tomate para Processamento Industrial**. 1ª ed. Brasília, DF: Embrapa, v.1, 31–50.

BRIDGE, J. (2000). Keynote: **Nematodes of bananas and plantains in Africa: research trends and management strategies relating to the small scale farmer**. Acta Horticulturae, Wageningen, n.540, p.391-408.

CAMPOS VP. 1985. **Doenças causadas por nematóides**. Informe Agropecuário v. 11, p. 21-28.

CAMPOS, V. P.; SOUZA, J. T.; SOUZA, R. M. **Controle de fitonematóides por meio de bactérias**. Revisão Anual de Patologia de Plantas, p. 285-327, 1998.

CARVALHO, G.J.; FONTANÉTTI, A.; CANÇADO, C.T. Potencial alélopático do feijão de porco (*Canavalia ensiformes*) e mucuna preta (*Stilozobium aterrimum*) no controle da tiririca (*Cyperus rotundus*). **Ciência Agropecuária**, v.26, n.3, p.647-651, mai/jun. 2002.

CARVALHO, J.L.; PAGLIUCA, L.G. Tomate: um mercado que não para de crescer globalmente. **Hortifruti Brasil**, Piracicaba, v.6, n.58, p. 6-14, 2007.

CHITWOOD, D. J. Phytochemical based strategies for nematode control. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v. 40, p. 221–249, set. 2002.

COIMBRA J. L.; SOARES, A. C. F.; GARRIDO, M. S.; SOUSA, C. S.; RIBEIRO, F. L. B. Toxicidade de extratos vegetais a *Scutellonema bradys*. **Pesquisa agropecuária Brasileira**, v.41, p.1209-1211, 2006.

COIMBRA, J.L.; CAMPOS, V.P. Efeito de exsudatos de colônias e de filtrados de culturas de actinobactérias na eclosão, motilidade e mortalidade de juvenis do segundo estágio de *M. javanica*. **Fitopatologia Brasileira**, v.30, p.232-238, 2005.

COMPANT, S.; DUFFY, B.; NOWAK, J.; CLEMENT, C.; BARKA, E.A. Use of plant growth-promotion bacteria for biocontrol of plant diseases: principles, mechanisms of action, and future perspectives. **Applied and Environmental Microbiology**, v.71, p.4951-4959, 2005.

COOK, R.J. Advances on plant healthy management in the twentieth century. **Annual Review Phytopathology**, Palo Alto, v.38, p.95-116, 2000.

CORRÊA, E. B.; BETTIOL, W. Controle da podridão de raiz e promoção de crescimento em hidroponia com bactérias. In: Bettiol, W. Morandi, M. A. B. **Biocontrole de doenças de plantas: usos e perspectivas**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, p. 224-237, 2009.

COSTA, D. C.; FERRAZ, S. Avaliação do efeito antagônico de algumas plantas, principalmente de inverno, à *Meloidogyne javanica*. **Nematologia Brasileira**, v.14, p.61-70, 1990.

COSTA, D.C. **Doenças causadas por nematóides.** In: Cordeiro, Z.J.M. (organizador). Banana. Fitossanidade. Embrapa Mandioca e Fruticultura (Cruz das Almas, BA). Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 2000, p. 66-77.

COSTA, D. da S. C.; FERRAZ, S. Avaliação do efeito antagônico de algumas espécies de plantas, principalmente de inverno, a *Meloidogyne javanica*. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v. 14, p. 61-69, 1990.

COSTA MANSO, E., R.C.V. TENENTE, L.C.C.B. FERRAZ, R.S. OLIVEIRA e R. MESQUITA. 1994. **Catálogo de nematóides fitoparasitos encontrados associados a diferentes tipos de plantas no Brasil.** Embrapa - SPI, Brasília, 488 p.

CRAWFORD, D.L. Biodegradation of agricultural and urban wastes. In: GOODFELLOW, M.; WILLIAMS, S.T.; MORDARSKI, M. (Eds): **Actinomycetes in biotechnology**, s.1:s.n., 1988. p. 433-459.

CRAWFORD, D.L.; LYNCH, J.M.; WHIPPS, J.M.; OUSLEY, M.A. **Isolation and characterization of actinomycete antagonists of a fungal root pathogen.** *Applied and Environmental Microbiology*, v.59, n.11, p. 3899-3905, 1993.

DAMASCENO, J. C. A. **Actinobactérias na promoção de crescimento e controle de *Meloidogyne javanica* em mudas de tomateiro.** 2011, 97 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Mestrado em Ciências Agrárias, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas.

DAVEY C. B. **Nursery soil management-organic amendments.** In: Landis TD, Douth DB (Tech. Coordinators), National Proceedings, Forest and Conservation Nursery Associations. General Technical Report PNW-GTR-389. USDA Forest Service PNWRS. p. 6-18. 1996.

DEMAIN, A.L. Pharmaceutically active secondary metabolites of microorganisms. **Applied Microbiology and Biotechnology**, v. 52, p. 455-463, 1999.

DOURADO, M.C.; SILVA, T.R.B.; BOLONHEZI, A.C. Matéria seca e produção de grãos de *Crotalaria juncea* L. submetida à poda e adubação fosfatada. **Scientia Agrícola**, v. 58, n.2, p.287-293, abr/jun. 2001.

DUKE, J. A. 1981. **Handbook of legumes of world economic importance**. New York, NY, USA, Plenum Press.

DUSENBERY, Y.D.B. Prospects for exploiting sensory stimuli in nematode control. In: Veech, J.A. e Dickson, D.W. (Eds.) *Vistas on Nematology*. Hyattsville, MD: **Society of Nematologists**, 1987. pp. 131-135.

EL-ABYAD, M.S.; EL-BATANOINY, N.H. **Inhibitory effects of uv mutants of *Streptomyces corchorusii* and *Streptomyces spiroverticillatus* on bean and banana wilt pathogens**. *Canadian Journal of Botany*, v.71, p. 1080-1086, 1993.

ESPINOZA, W. 1991. **Manual de produção de tomate industrial no Vale do São Francisco**. 1ª ed. Tropical Gráfica Editora. Brasília, Brasil.

FANTOVA, M.C. **Variedades autóctonas de tomates de Aragón**. Aragón: Centro de investigación de Tecnología Agroalimentaria de Aragón, 2006. 238 p.

FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAOSTAT: **Agricultural Production/tomato**. http://faostat3.fao.org/faostat_gateway/go/to/browse/rankings/countries_by_commodity/E. Acesso em: 18/08/2014.

FARIA, C. M. O. R. et al. Mecanismos de ataque e defesa na interação nematoide-planta. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, Passo Fundo, v. 11, p. 373-410, 2003.

FERRAZ, L. C. B.; MONTEIRO, A. R. Nematóides. In: BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H. **Manual de fitopatologia**. 3 ed. São Paulo: Ceres, 1995. cap. 8, p-168-201.

FERRAZ, L. C. C. B. As meloidoginoses da soja: passado, presente e futuro: In: SILVA, J. F. V. (Org.) **Relações parasitos-hospedeiro nas meloidoginoses da soja**. Londrina: Embrapa Soja/Sociedade Brasileira de Nematologia, 2001. p. 15-38.

FERRAZ, L. C. C. B. **Doenças causadas por nematóides em batata-doce, beterraba, gengibre e inhame**. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 17, n. 182, p. 31-38, 1995.

FERRAZ, L. C. C. B. **Métodos alternativos de controle de fitonematoides**. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 16, n. 172, p. 23-26, 1992.

FERRAZ, S. et al. Efeito do cultivo de duas espécies de *Mucuna* sobre a população de *Meloidogyne exigua*, *M. incógnita* e *M. javanica*, em casa de vegetação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE NEMATOLOGIA, 24., 2003, Petrolina. Programas e resumos. Petrolina: **Sociedade Brasileira de Nematologia**: Embrapa Semi-Árido, 2003. p. 79.

FERRAZ, S.; FREITAS, L. G.; LOPES, E. A.; DIAS-ARIEIRA, C. R. **Manejo sustentável de fitonematoides**. Viçosa: UFV, 245 p. 2010.

FERRAZ, S.; FREITAS, L.G. Use of antagonistic plants and natural products. In: CHEN, Z.; CHEN, S.; DICKINSON, D.W. (Ed.). **Nematology – Advances and Perspectives**. Volume II: Nematode Management and Utilization.

Tsinghua University Press & CABI Publishing, Beijing & Wallingford, p. 931-978. 2004.

FERRAZ, S.; LOPES, E. A. **Mucuna Preta: A planta mágica.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE NEMATOLOGIA, 24., 2003, Petrolina. Programas e resumos. Petrolina: Sociedade Brasileira de Nematologia: Embrapa Semi-Árido, 2003. p. 64 – 67.

FERRAZ, S. Summary report on the current status, progress and needs for Meloidogyne research in Brazil (Region III). In: SASSER, J.N.; CARTER, C.C. (Ed.). **An advanced treatise on Meloidogyne. Volume I: Biology and control.** Raleigh: North Caroline State University Graphics, 1985. p. 351-352.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças.** 2 ed. Viçosa: UFV, 2003. p.340-345

FLORES, A. S. & MIOTTO, S. T. S. **Aspectos fitogeográficos das espécies de *Crotalaria* L.** (Leguminosae-Faboideae) na Região Sul do Brasil. Acta Bot Bras. V.19, p. 245-249. 2005

FONTANÉTTI, A.; CARVALHO, G.J. Potencialidades alelopáticas da mucuna-preta (*Stizolobium aterrimum*) e do feijão-de-porco (*Canavalia ensiformes*), em diferentes concentrações de matéria seca, na germinação de sementes de alface (*Lactuca sativa*). **CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTIFICA DA UFLA-CICESAL**, 12, Lavras. Resumos. Lavras: UFLA, 1999. p. 84. 1999.

FREITAS, L.G.; OLIVEIRA, R.D.L.; FERRAZ, S. **Introdução à nematologia.** Viçosa: Editora UVF, 2001, 84p.

GALIBA, M., P. VISSOH, G. DAGBENONBAKIN & F. FAGBOHOUN. **The reactions and fears of farmers utilizing Velvet bean (*Mucuna pruriens*).** p. 55-64. 1998. in D. Buckles, A. Etèka, O. Osiname, M. Galiba and N. Galiano, eds. Cover crops in West Africa: contributing to sustainable agriculture. Ottawa,

Canada. International Maize and Wheat Improvement Center; International Development Research Centre.

GARDIANO, C. G.; DALLEMOLE-GIARETTA, R.; LOPES, E. A.; ZOOCA, R. J. F.; FERRAZ, S.; FREITAS, L. G. Atividade nematicida de extratos de sementes de espécies de *Crotalaria* sobre *Meloidogyne javanica*. Revista **Trópica-Ciência Agrárias e Biológicas**, v.4, n. 1; p. 3-7, 2010.

GAVA, C. A. T; PEREIRA, J. C.; FERNANDES, M. C.; NEVES, M. C. P. **Seleção de isolados de estreptomicetos para controle de *Ralstonia solanacearum* em tomateiro.** Pesquisa agropecuária brasileira Vol.37 no.10 Brasília Oct. 2002. Site acessado em 20 de julho de 2014. <http://www.scielo.br/scielo>.

GESHEVA, V. **Rhizosphere microflora of some citrus as a source of antagonistic actinomycetes.** *European Journal of Soil Biology*, v.38, p. 85 - 88, 2002.

GOELDI, E.A., Relatório sobre a moléstia do cafeeiro na Província do Rio de Janeiro. **Arch. Mus. Nas.** 8: 7-123, 1892.

GOMES, V. M. **Meloidoginose da goiabeira: estudos sobre a sua patogênese e formas de convívio com a doença a campo.** 2007, 80 f. Dissertação -Mestrado em Produção Vegetal, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes -RJ.

GOMES, V.M.; SOUZA, R.M.; MIDORIKAWA, G.E.O.; MILLER, R.N.G. and ALMEIDA, A.M. Guava decline: evidence of nationwide incidence in Brazil. **Nematropica**, v. 42, p. 1-10, 2012

GOMMERS, F.J. Biochemical interactions between nematodes and plants their relevance to control. Helminthological Abstracts, Series B, **Plant Nematology** 50:9-24. 1981.

GONSALVES, W., SILVAROLLA, M. B. **Nematoídes parasitos do cafeeiro**. In: Zambolim, L. (ed). Tecnologias de produção de café com qualidade. Viçosa : UFV, p. 199-268. 2001.

GONZALEZ, A.; CANTO-SAENZ, M. Comparison of five organic amendments for the control of *Globodera pallida* in microplots in Peru. **Nematropica**, v. 23 n. 2 p. 133-139, 1993.

GOODFELLOW, M. Phylum XXVI Actinobacteria phyl. nov. in: **Bergey's Manual of Determinative Bacteriology**. [s.l.] Springer, 2012. p. 33-2028.

GROTH, I.; VETTERMANN, R.; SCHUETZE, B.; SCHUMANN, P.; SAIZJIMENEZ, C. Actinomycetes in Karstic caves of northern Spain (Altamira and Tito Bustillo). **Journal of Microbiological Methods**, v.36, p.115-122. 1999.

GUALBERTO, R.; BRAZ, L.T.; BANZATTO, D.A. **Produtividade, adaptabilidade e estabilidade fenotípica de cultivares de tomateiro sob diferentes condições de ambiente**. Pesquisa Agropecuária. 37: 81–88. 2002.

HALBRENDT, J.M. e J.A. LaMONDIA. 2004. Crop rotations and other cultural practices. In: CHEN, Z., S. CHEN e D.W. DICKINSON (ed). **Nematology – Advances and Perspectives**. Volume II: Nematode Management and Utilization. Tsinghua University Press e CABI Publishing, Beijing e Wallingford, p. 909- 930.

HAROON, S. A.; ABADIR, S. H. The effect of four summer legume cover crops on the population level of *Meloidogyne incognita*, *Pratylenchus penetrans* and *Trichodorus christiei*. **Assiut Journal of Agricultural Sciences**, v. 20, n. 2, p. 25 - 35. 1989.

HOLTZ, H.F.; VANDECAVEYE, S.C. **Organic residues and nitrogen fertilizers in relation to the productivity and humus content of Palouse silt loam.** Soil Science, Baltimore, v.45, p.143-163. 1938.

HUSSEY, R. S.; WILLIAMSON, V. M. Physiological and molecular aspects of nematode parasitism. In: BARKER, K. R.; PEDERSON, G. A.; WINDHAM, G. L. (Eds.). **Plant and nematode interactions.** Winconsin: ASA-ESSA, 1998. p. 87-108.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.
<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/agric/default.asp?t=2&z=t&o=11&u1=36&u3=1&u4=1&u5=1&u6=1&u2=1>. Consultado em: 18 de agosto de 2014.

IKOTIN, I., ADENKUNLE, F. Inhibition of growth of some antagonistic microorganisms isolated from soils, **Journal Basic of Microbiology**, v.30, p.95-98, 1990.

INBAR, E.; GREEN, S.J.; HADAR, Y.; MINZ, D. Competing factors of compost concentration and proximity to root affect the distribution of *Streptomyces*. **Microbiology Ecology**, v.50, p.73-81. 2005.

JACOBSEN, B.J. (1997). Role of plant pathology in integrated pest management. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v.35, p.373-391.

JASY, T.; KOSHY, P. K. Effect of certain leaf extracts and leaves of *Glyricidia maculate* (H. B. e K) Steud as green manure on *Radopholus similis*. **Indian Journal of Nematology**, v. 22, p. 117- 121, 1994.

JESSE YA; SULE H; PHILIP CB. Doruwa (*Parkia biglobosa*) fruit husk and hyptis (*Hyptis spicigera*) leaves for controlling rootknot nematodes (*Meloidogyne incognita*) in tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill CV). **Journal of Tropical Agriculture** 44: 83-85. 2006.

JONES JÚNIOR, J.R. **Hidroponics**: a practical guide for soilless grower. Boca Raton: CRC, 2005. 423 p.

KENNEDY, A. C. Bacterial diversity in agroecosystems. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Amsterdam, v 74, p. 65-76, 1999.

KIEHL, E. J. **Fertilizantes orgânicos**. Piracicaba: Editora Agronômica Ceres, 1985. 492p.

KIMPINSKI, J., STURZ, A. V. Managing crop root zone ecosystems for prevention of harmful and encouragement of beneficial nematodes. **Soil and Tillage Research**. v.72, n. 2, p.213- 221, 2003.

KIRKPATRICK, J.D., VAN GUNDY, S. D. e MAI, W.F. Interrelationships of plant nutrition growth and parasitic nematodes. **Plant analysis and fertilizer problems**. 4: 189-225, 1964.

LACAZ, C. S.; PORTO, E.; MARTINS, J. E. C.; HEINS-VACCARI, E. M.; MELO, N. T. **Tratado de Micologia Médica**. 9. ed. São Paulo: Sarvier Editora de Livros Médicos, 2002.

LINFORD, M.B., YAP, F.; OLIVEIRA, J.M. **Reduction of soil populations of The root-knot nematode during decomposition of the organic matter**. Soil Science, Baltimore, v.45, p.127-141, 1938.

LOPES, E. A.; FERRAZ, S.; FREITAS, L. G.; FERREIRA, P. A.; AMORA, D. X. Efeito de extratos aquosos de mucuna preta e de manjeriço sobre *Meloidogyne incognita* e *M. javanica*. **Nematologia Brasileira**, v. 29, n. 1, p. 67-74, 2005.

LOPES E; FERRAZ S; GRASSI LF; FERREIRA PA. Controle de *Meloidogyne javanica* com diferentes quantidades de torta de nim (*Azadirachta indica*). **Revista Trópica – Ciências Agrárias e Biológicas** 2: 17-21, 2008.

LOPES, C.A.; SANTOS, J.R.M. **Doenças do tomateiro**. Brasília: Embrapa-SPI, 1994. 67p.

LORDELLO, L. G. E. Contribuição do conhecimento dos nematoides que causam galhas em raízes de plantas cultivadas em São Paulo e Estados vizinhos. **Anais da Escola Superior de Agricultura. “Luiz de Queiroz”**, Piracicaba, v. 21, p. 181-218, 1964.

LORDELLO, L. G. E. **Nematóides das plantas cultivadas**, 8ª ed. p.95, Nobel, São Paulo, 1986.

LORDELLO, L.G.E. , 1973 — **Nematóides das Plantas Cultivadas**, Liv. Nobel S.A. São Paulo, pp. 159-160.

LUC, M. et al. **Plant parasitic nematodes in subtropical e tropical**. : Wallingford: CAB, 1990. 629 p.

MARBAN-MENDONZA, N., DICKLOW, M.B. e ZURCKERMAN, B.M. Control of *Meloidogyne incognita* on tomato by two leguminous plants. **Fundamental and Applied Nematology** v.15, p. 87-108. 1992.

McSORLEY, R.; GALLAHER, R.N.. Effect of yard waste compost on plant parasitic nematode densities in vegetable crops. **Journal of Nematology**, v.27, p.545-549, 1995.

MELO, I. S. Agentes microbianos de controle de fungos fitopatogênicos. *In*: MELO, I. S.; AZEVEDO, J. L. **Controle Biológico**. Jaguariúna: EMBRAPA-CNPMA, 1998. cap. 1, p. 17-67.

MELO, L. A. (1995) **Um modelo para identificação de nematóides através da estrutura do estilete**. Trabalho individual submetido ao curso de pós-graduação em Ciências da Computação, universidade de Santa Catarina. Dezembro, Florianópolis.

MIAN IH; RODRIGUEZ-KÁBANA R. Organic amendments with tannin and phenolic contents for control of *Meloidogyne arenaria* in infested soil. ***Nematropica*** v.12, p. 221-234, 1982.

MOENS, M.; Perry, N.R.; Starr, F.L. **Meloidogyne species - a diverse group of novel and important plant parasites**. In: PERRY RN; MOENS M; STARR JL. Root-knot nematodes. Wallingford: CAB International, 2009. p. 1-17

MOREIRA, F.; SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e Bioquímica do Solo**. Editora UFLA, 2002. 623 p.

MOURA, R. M. Gênero *Meloidogyne* e a meloidoginose. Parte I. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, Passo Fundo, v. 4, p. 209-245, 1996.

NAIKA, S.; JEUDE, J.V.L.; GOFFAU, M.; HILMI, M.; VAN DAM, B. 2006. **A cultura do tomate: Produção, processamento e comercialização**. Agrodok 17. Wageningen: Fundação Agromisa e CTA.

NAZARENO G.G; RESENDE A.M; PEIXOTO J.R. Efeito da matéria orgânica na multiplicação de nematoide das galhas em alface sob cultivo protegido. ***Bioscience*** 6: 525-530, 2010.

NEVES, I.P. 2007. **Adubação Verde**. Rede de Tecnologia da Bahia, 22 p.

NICO, A.I.; JIMÉNEZ-DÍAZ, R.M.; CASTILLO, P. Control of root-knot nematodes by composted agro-industrial wastes in potting mixtures. ***Crop Protection***, v. 23, p. 581-587, 2004.

OLABIYI TI; AKANBI WB; ADEPOJU IO. . Control of certain nematode pests with different organic manure on cowpea. ***American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Science*** 2: 523-527, 2007.

OLIVEIRA FILHO, J. M. et al. Matéria orgânica do solo. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.13, p.22-36, 1987.

OYEDUMADE EEA; OLABIYI TI. 2005. Effect of carbofuran and aqueous extracts of the leaves and root of basil (*Ocimum gratissimum* L.) in the control of a root nematode, *Meloidogyne incognita* on *Celosia argentea* (L). ***Journal of Agricultural Research & Development*** 4: 228-235.

PALOMINO G, VÁZQUEZ R, 1991. Cytogenetic studies in mexican populations of species of *Crotalaria* (Leguminosae - Papilionoideae). ***Cytologia*** 56: 343-351, 1991.

PEGORARO RF; SILVA IR; NOVAIS RFM; SÁ E; ALVAREZ VH; NOVAIS F; MOREIRA FF; SMYTH TJ. Diffusive flux of cationic micronutrients in two oxisols as affected by low molecular weight organic acids and cover crop residue. ***Journal of Plant Nutrition and Soil Science*** 168: 334-341, 2005.

PELCZAR JR, M. J.; CHAN, E. C. S.; KRIEG, N. R. **Microbiologia; Conceitos e aplicações**. 2ª ed. São Paulo: Pearson Makron Books, v. 1, 1997. 248 p.

PEREIRA, J.C.R. Compostos orgânicos no controle de doenças de plantas. **Revisão Anual em Proteção de Plantas**, v.4, p.353-379, 1996.

PINTO, C.M.F.; CASALI, V.W.D. Tomate: tecnologia e produção. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 6, n. 66, p. 8, jun. 1980.

RAMOS, S. J.; ALVES, D. S.; FERNANDES, L. A.; COSTA, C. A. Rendimento de feijão e alterações no pH e na matéria orgânica do solo em

função de doses de composto de resíduo de algodão. **Ciência Rural**. v. 39, n. 5, p.1572-1576, 2009.

REDDI, C. K. (1983). **Nitrogen fixation and nematode resistance of 13 tropical legumes**. Dissertation Abstracts International, B 44(2): 380.

ROESE, A. D. et al. Levantamentos de doenças na cultura da soja *Glycine Max* (L.) Merrill, em Municípios da região Oeste do Paraná. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 23, p. 1293-1297, 2001.

ROMEIRO RS (2007) **Controle Biológico de Doenças de Plantas - Fundamentos**. Viçosa MG. Editora UFV. Viçosa MG. Editora UFV.

SANTOS, J.B., et al. Fitorremediação de solo contaminado com trifloxissulfuron-sodium por diferentes densidades populacionais de feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis* (L). DC.). **Ciência agrotecnica**, v.30, n.3, p.444-449, Lavras, maio/jun. 2006.

SANTOS, J. F. **Actinobactérias e adubação orgânica no manejo do nematóide *Scutellonema bradys* e no crescimento e nutrição de mudas de inhame**. 2013, 123 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas.

SANTOS, H. S. **Efeitos de sistemas de manejo do solo e de métodos de plantio na produção de alface (*Lactuca sativa* L.) em abrigo com solo naturalmente infestado com *Meloidogyne javanica***. 1995. 88p. Tese (Doutorado). Universidade Federal de Lavras, Lavras.

SASSER, J. N.; FRECKMAN, D. W. A world perspective on nematology: the role of society. In: VEECH, A. J.; DICKSON, W. D. **Vistas on nematology**. DeLeon Springs: Society of Nematologists, 1987, p.7-14.

SCHLEGEL, H. G. **General Microbiology**. 7.ed. Cambridge: Cambridge University Press, 1993.

SEMÊDO, L.T. A. S. (2004). Biorremediação aplicada ao tratamento de poluentes orgânicos e inorgânicos. *Apostila do Curso Biorremediação aplicada ao tratamento de poluentes orgânicos e inorgânicos*. NADC, UFRJ.

SEIFFERT, N.F.; THIAGO, L.R.L. **Legumineira: cultura forrageira para produção de proteína**. Campo Grande: EMBRAPA Gado de Corte, 1983. 52 p. (Circular Técnica, 13).

SHARMA, S.B. 1985. **A World List of Nematode Pathogens Associated with Chickpea, Groundnut, Pearl Millet, Pigeon Pea, and Sorghum**. ICRISAT, Andhra Pradesh (Índia).

SIKORA, R.A., N. GRECO e J.F.V. SILVA. 2005. Nematode parasites of food legumes. In: LUC, M., SIKORA, R.A. e BRIDGE, J. (ed). **Plant Parasitic Nematodes in Subtropical and Tropical Agriculture**. CABI, Wallingford- UK, p. 259-318.

SILVA, J.B.C.; GIORDANO, L.B.; BOITEUX, L.S.; FRANÇA, F.H. et al. Cultivo do tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) para industrialização. Brasília: **Embrapa/CNPB**, 1994. 36p. (Embrapa/CNPB. Instruções técnicas, 12).

SILVA, T. O.; MENEZES, R. S. C. Adubação orgânica da batata com esterco e, ou, *Crotalaria juncea*. II – Disponibilidade de N, P e K no solo ao longo do ciclo de cultivo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 31, n. 1, p. 51-61, 2007.

SOARES A. C. F.; DAMASCENO, J. C. A.; LUQUINE, L. S.; VIEIRA, R. S.; SILVA, M. C. **Actinobactérias no biocontrole de *Meloidogyne javanica* (Treub) Chitwood em mudas de tomateiro**. In: Whorkshop Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, 2011, Bragança, Portugal. Whorkshop Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável,, 2011. v. 1. p. 63-73.

SOUZA, J.C.; REIS, P.R. Principais pragas do tomate para mesa: bioecologia, dano e controle. **Informe Agropecuário**. 24: 79–92, 2003.

TAYLOR, A. L.; SASSER, J. N. **Biology**: identification and control of root-knot nematodes (*Meloidogyne species*). Raleigh: North Carolina State University, 1978. 111 p.

THAKAR, N. A.; YADAV, B. S. 1986. Role of total phenols in pigeonpea resistance to reniform nematode. **Indian Journal of Nematology** 16(2): 261-263.

TIHOHOD, D. **Nematologia agrícola aplicada**. 2. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 473 p.

VENTURA, M.; CANCHAYA, C.; CHANDRA, G.; FITZGERALD, G. F.; CHATER, K. F.; SINDEREN, D. **Genomics of *Actinobacteria*: Tracing the evolutionary History of an Ancient Phylum**. Microbiology And Molecular Biology Reviews. Vol. 71, No. 3, p. 495–548, 2007.

VIGLIERCHIO, D.R.1991. **Environmental Biology**. In: VIGLIERCHIO, D.R. (Ed). The World of Nematodes. Davis, California, p.144-168.

VILLAR, E. M. J.; ZAVALETA-MEJÍA. E. 1990. Effect of *Crotalaria longirostrata* Hook y Arnott on root galling nematodes (*Meloidogyne* spp.). **Revista Mexicana de Fitopatología** 8(2): 166-172.

WANG, K. H.; SIPES, B. S.; SCHMITT, D. P. 2002. *Crotalaria* as a cover crop for nematode management: a review. **Nematropica** 32:35-57.

WATSON, J.R. **Bunch velvet bean to control root-knot**. Gainesville: University of Florida Agricultural Experiment Station, (Bulletin, 163), 1922.

WILLIAMS MC, MOLYNEUX RJ 1987. Occurrence, concentration and toxicity of pyrrolizidine alkaloids in *Crotalaria* seeds. **Weed Sci** v. 35, n. 4, p. 476-481, 1987..

WILLIAMS, S. T.; SHARPE, M. E.; HOLT, J. G. **Bergey's Manual of Systematic Bacteriology**. New York: Williams e Wilkins, v. 4, 1989, 2648 p.

ZUCKERMAN, B.M. Hypotheses and possibilities of intervention in nematode chemoresponses. **Journal of Nematology** 15:173-182. 1983.

CAPÍTULO 1

***STREPTOMYCES* spp. E RESÍDUOS DE ADUBOS VERDES NO MANEJO DE *Meloidogyne javanica* EM TOMATEIRO ¹**

¹ Artigo a ser ajustado e submetido à periódico científico

STREPTOMYCES spp. E RESÍDUOS DE ADUBOS VERDES NO MANEJO DE *Meloidogyne javanica* EM TOMATEIRO

Autor: Lucas Athayde Oliveira

Orientadora: Dra. Ana Cristina Fermino Soares

Co-orientadora: Dra. Carla da Silva Sousa

RESUMO: O tomate é a segunda hortaliça em importância econômica no Brasil e no mundo. A infecção por nematoides, a exemplo de *Meloidogyne javanica*, é de difícil controle e causa danos na planta e redução na produtividade do tomateiro. O controle alternativo ao uso de agrotóxicos pode ser realizado com a adição de adubos verdes ao solo e utilização de micro-organismos antagonistas. O presente trabalho teve por objetivo avaliar o efeito de isolados de *Streptomyces* spp. e a incorporação ao solo de resíduos de adubos verdes no controle da meloidoginose em tomateiro. Os tomateiros foram cultivados em casa de vegetação, em solo com a incorporação da parte aérea triturada de guandu, crotalária, feijão-de-porco e mucuna-preta, e o enriquecimento com isolados de *Streptomyces* spp., codificados como AC39 e AC92, com incubação por 30 dias a temperatura ambiente. Após o plantio, as mudas foram inoculadas com uma suspensão de *M. javanica* contendo 1000 J2 e ovos, por planta. Os isolados AC39 e AC92, combinados com a crotalária, e o feijão de porco combinado com o isolado AC39 promoveram incrementos na altura, no diâmetro do caule e na massa da parte aérea e das raízes dos tomateiros infectados com *M. javanica*. Os isolados AC39 e AC92, sem os adubos verdes, promoveram o decréscimo no número da massa de ovos e de J2 de *M. javanica* nas raízes do tomateiro. A mucuna-preta, sem a presença dos isolados de *Streptomyces* spp., promoveu o manejo da população de *M. javanica* no substrato e a promoção do crescimento do tomateiro.

Palavras-chave: controle biológico, *Solanum lycopersicum* L., actinobactérias, nematoide-das-galhas, manejo cultural, leguminosas.

***STREPTOMYCES* spp. AND GREEN FERTILIZER RESÍDUES FOR CONTROL OF *Meloidogyne javanica* IN TOMATO PLANTS**

Author: Lucas Athayde Oliveira

Advisor: Ana Cristina Fermino Soares

Co-advisor: Carla da Silva Sousa

ABSTRACT: Tomato is a horticultural crop of great social-economic relevance in Brazil and worldwide. The infection by nematodes, as with *M. javanica*, is very hard to control and causes a decrease in tomato yields. The alternative control method to the use of agrochemicals can be done with soil amendments of green manures and antagonistic microorganisms. This work aimed to evaluate the effect of *Streptomyces* spp. and soil amendment with green manures residues on control of root-knot nematodes in tomato plants. The tomato plants were grown inside a greenhouse, on soil amended with shredded aerial parts of pigeon pea, sunn hemp, jack bean and velvet bean, and enriched with *Streptomyces* spp. isolates, identified by the codes AC39 and AC92, with 30 days incubation at room temperature. After being transplanted, tomato seedlings were inoculated with a water suspension containing 1000 J2 and eggs of *M. javanica*, per plant. The AC39 and AC92 isolates, combined with sunn hemp, and isolate AC32 with jack bean promoted an increase on height, stem diameter and mass of aerial parts and roots of tomato plants infected with *M. javanica*. Isolates AC39 and AC92, without green manure, promoted a reduction in the number of eggs masses and *M. javanica* J2 in tomato plant roots. Velvet bean without *Streptomyces* spp. favored the control of *M. javanica* population in the substrate and growth promotion of tomato plants.

Key-words: biological control, *Solanum lycopersicum* L., actinibacteria, root-knot nematodes, agricultural management, legumes.

INTRODUÇÃO

O tomateiro (*Solanum lycopersicum* L.) é uma hortaliça de grande importância econômica no Brasil e no mundo, com a produção nacional ocupando o nono lugar no ranking mundial dos produtores do fruto, sendo este liderado pela China (FAO, 2014).

Em 2013, o Brasil obteve um aumento de 8% na produção, com cerca de 4,1 milhões de toneladas do fruto (IBGE, 2014). Contudo, do ponto de vista agrônomo, a cultura do tomateiro é exigente em insumos agrícolas e de risco econômico elevado, principalmente por causa da suscetibilidade a diversos fitopatógenos (FILGUEIRA, 2000).

No Brasil, de acordo com dados publicados a cerca de nove anos, existem 43 espécies de fitonematoides, pertencentes a 21 gêneros, associadas à cultura do tomateiro (KUROZAWA e PAVAN, 2005). A meloidoginose é uma doença causada por nematoides do gênero *Meloidogyne*, os quais são conhecidos também como nematoides-das-galhas, devido aos sintomas característicos de formação de galhas ou engrossamentos nas raízes das plantas. A formação de galhas no tomateiro impede a absorção de água e nutrientes do solo, provocando deficiência mineral e perda de produtividade da ordem de 25 a 85%, causando significativos danos econômicos à cultura (LOPES e SANTOS, 1994).

O controle de *Meloidogyne* spp. é dificultado pela sua alta capacidade reprodutiva, ampla gama de plantas hospedeiras e por sua adaptação a diferentes condições e ecossistemas (FERRAZ, 1985). Em campo, o controle se torna muito difícil, mesmo com a utilização de agroquímicos ou nematicidas, que além de aumentarem os custos de produção, apresentam prejuízos à saúde humana e contaminação ambiental (FRANZENER, 2005). Neste cenário, enfatiza-se a necessidade de estudos avaliando a utilização de alternativas aos métodos químicos, para o controle destes fitopatógenos.

Diversos autores relatam resultados satisfatórios com a utilização de leguminosas como adubos orgânicos, a exemplo do feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*), guandu (*Cajanus cajan*), crotalária (*Crotalaria* spp.) e mucuna-

preta (*Stylobolium aterrimum*) no controle de nematoides (REDDI, 1983; THAKAR e YADAV, 1986; GALIBA et al., 1998; WANG et al., 2002; FERRAZ e FREITAS, 2004; SANTOS, 2013).

Diversos grupos de micro-organismos presentes no solo como fungos, bactérias, actinobactérias, algas e nematoides de vida livre, são estimulados após a aplicação de resíduos orgânicos ao solo, os quais podem estar envolvidos, por meio de diversos mecanismos, no controle biológico de fitonematoides (ARAÚJO e BETTIOL, 2005).

Outra alternativa bastante promissora consiste na utilização de micro-organismos antagonistas que atuam no controle de fitonematoides. As actinobactérias constituem um importante grupo de bactérias, comumente presentes no solo, que apresentam grande potencial como agentes de controle de fitopatógenos devido à produção de antibióticos, sideróforos e enzimas com ação antimicrobiana (THIRUP et al., 2001; HOSTER et al., 2005). Diversos estudos têm demonstrado o potencial de *Streptomyces* spp. como agentes de controle de *M. incognita*, *Meloidogyne javanica*, *Rotylenchulus reniformis* e *Pratylenchus penetrans* (JONATHAN et al., 2000; COIMBRA et al., 2004; SOUSA et al., 2005; SOUSA et al., 2006).

O presente trabalho teve por objetivo avaliar o efeito de isolados de *Streptomyces* spp. e a incorporação de resíduos de adubos verdes de leguminosas no controle da meloidoginose em tomateiro.

MATERIAL E MÉTODOS

Seleção e obtenção do inoculo de actinobactérias

Foram avaliados dois isolados de *Streptomyces* spp., codificados como AC39 e AC92, previamente selecionados como potenciais agentes promotores de crescimento e de biocontrole de fitopatógenos (LIMA, 2003; SOUSA, 2006; PAIXÃO, 2008; DAMASCENO, 2011; SANTOS, 2013). Estes isolados foram provenientes da coleção de culturas do Laboratório de Microbiologia Agrícola

do Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas (CCAAB) da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB).

Para a obtenção de inóculo, os isolados preservados numa mistura de 30% glicerol e água (v/v), a 4°C, foram repicados para placas de Petri contendo meio de cultura ágar-amido-caseína (ACA: amido, 10 g; caseína, 0,12 g; NaCl, 2,0 g; KNO₃, 2,0g; K₂HPO₄, 2,0 g; MgSO₄, 0,05 g; FeSO₄, 0,01 g; CaCO₃, 0,02 g; ágar bacteriológico, 15 g; 1L de água) e incubados em câmara de crescimento tipo B.O.D., à temperatura de 28 ± 2°C por 10 dias. Após este período de incubação, discos da cultura foram transferidos para frascos do tipo Erlenmeyer contendo 50 g de arroz previamente umedecido e esterilizado em autoclave (SOARES et al., 2007) e as culturas em arroz foram incubadas à temperatura de 28 ± 2 °C em câmara de crescimento tipo B.O.D. por 12 dias.

Obtenção de inóculo dos nematoides

O inóculo de *M. javanica* foi obtido de plantas de tomateiro da coleção biológica de fitonematoides do Laboratório de Nematologia da Embrapa Mandioca e Fruticultura em Cruz das Almas, Bahia. Os nematoides foram extraídos das raízes de tomateiros (Coolen e D'Herde, 1972) cultivados em vasos com 2 L de solo, por dois meses, em casa de vegetação. As raízes que apresentavam galhas e massas de ovos foram lavadas e trituradas em liquidificador por 30 segundos, com água corrente. Em seguida, a suspensão obtida foi utilizada para inocular mudas sadias de tomateiro cv. Santa Clara, plantadas em solo esterilizado, em vasos plásticos com capacidade para 2 L. As mudas, com aproximadamente 20 cm de altura, após inoculadas, foram mantidas em casa de vegetação durante 40 dias, sob irrigação diária, para a multiplicação dos nematoides.

Após este período, as raízes de tomateiro infectadas com *M. javanica* foram coletadas, lavadas e trituradas em liquidificador por 20 segundos, em solução de hipoclorito de sódio a 0,5%, seguindo-se a técnica de Hussey e Barker (1973), modificada por Boneti e Ferraz (1981). Em seguida, a suspensão de raízes trituradas foi transferida para um conjunto de peneiras,

constituído por uma peneira superior de 60 mesh e uma peneira inferior de 400 mesh. O material retido na peneira inferior foi transferido para um bequer de 250 mL e a suspensão foi ajustada para a concentração de 1000 J2 e ovos mL⁻¹. Para a confirmação da espécie de *Meloidogyne*, foi feita a análise da configuração da região perineal das fêmeas coletadas das galhas presentes nas raízes de tomateiro, conforme metodologia proposta por Taylor e Sasser (1978).

Instalação do experimento

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, utilizando o delineamento experimental inteiramente casualizado, em esquema fatorial 5 x 3 [(guandu - GU, crotalária - CR, feijão de porco - FP, mucuna-preta - MP e sem adubo verde - SAV) x (isolado AC39, isolado AC92 e sem actinobactéria - SAC)], com cinco repetições (Tabela 1).

Tabela 1 - Tratamentos do experimento de avaliação do efeito de actinobactérias e resíduos de adubos verdes no controle de *Meloidogyne javanica* em tomateiro.

T1	AC39 SAV
T2	AC39 + CR
T3	AC39 + GU
T4	AC39 + MP
T5	AC39 + FP
T6	AC92 SAV
T7	AC92 + CR
T8	AC92 + GU
T9	AC92 + MP
T10	AC92 + FP
T11	SAC + CR
T12	SAC + GU
T13	SAC + MP
T14	SAC + FP
T15	SAC SAV

SAV - Sem Adubo Verde; **SAC** - Sem Actinobactéria; **CR** - Crotalária; **GU** - Guandu; **MP** - Mucuna-preta; e **FP** - Feijão-de-porco.

O solo utilizado no experimento foi coletado no *Campus* de Cruz das Almas, na camada de 0 a 20 cm de profundidade, em área de pastagem, sendo

em seguida seco ao ar, destorroado, homogeneizado, peneirado (peneira com malha de 2 mm) e esterilizado em autoclave a 120°C, por uma hora, por três vezes em dias alternados.

Após a esterilização, 20 litros de solo foram transferidos para sacos de polietileno com capacidade para 40 litros, um saco por tratamento, e fez-se a incorporação da parte aérea (folhas e caules) dos adubos verdes (obtidos de experimento anterior feito no campus da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia), na quantidade equivalente a 20 t.ha⁻¹. O substrato (solo + adubos verdes) foi infestado com a suspensão de actinobactérias, na proporção de 20 g de arroz colonizado para 16 L de substrato, fazendo-se o ajuste das UFC/g arroz colonizado. O cálculo foi feito de acordo com a contagem de UFC e a quantidade de arroz colonizado, adotando-se como padrão o isolado AC92 que apresentou o menor desenvolvimento dentre os dois isolados de actinobactérias (4x10⁵ UFC/g de arroz). Para preparar a suspensão, o arroz colonizado foi transferido para sacos plásticos e foram adicionados 100 mL de água destilada esterilizada que, em seguida, foram agitados para permitir o desprendimento dos propágulos (esporos e micélio) das actinobactérias do arroz. Após a calibração das suspensões, os isolados foram adicionadas ao substrato na proporção de 2,92x10⁷ UFC/g de arroz colonizado. Em seguida o mesmo foi incubado por 45 dias, à temperatura ambiente e irrigado para manter a umidade próxima à capacidade de campo.

Determinou-se a densidade populacional dos isolados de actinobactérias no arroz, antes da infestação do solo, após 45 dias da incubação do substrato com as actinobactérias e, ao final do experimento, quando foram coletadas as plantas para análise.

Para determinação da densidade populacional de actinobactérias, foi utilizada a técnica da diluição seriada proposta por Pramer e Schmidt (1964), seguida de plaqueamento em meio de cultura ACA. Amostras de 10 g do arroz ou substrato foram transferidas para frascos de Erlenmeyer contendo 90 mL de solução salina esterilizada (NaCl a 0,85%), sendo esta agitada por 20 minutos em agitador orbital. Em seguida, foram realizadas diluições decimais em série (1:10), em tubos de ensaio contendo 9 mL de solução salina esterilizada, obtendo-se diluições de 10⁻² a 10⁻⁴. Foram plaqueadas alíquotas de 100 µL das

diluições de 10^{-2} a 10^{-4} , em meio ACA, sendo cada diluição feita em triplicata. O inóculo foi espalhado com alça de Drigalski esterilizada por flambagem. Para a quantificação de actinobactérias no substrato, adicionou-se ao meio de cultura, no momento do plaqueamento, fluconazol na concentração de 150 mg/L de meio, para inibição do crescimento de fungos. Além disso, as amostras foram submetidas a um pré-tratamento térmico, em estufa à temperatura de 60 °C por 4 horas, com o objetivo de reduzir a população de bactérias. As placas foram acondicionadas em incubadoras tipo B.O.D. à temperatura de 28 ± 2 °C por 3 a 5 dias

As populações de actinobactérias no arroz e no substrato foram calculadas com base na contagem das unidades formadoras de colônias (UFC), utilizando a seguinte fórmula: UFC.g^{-1} de solo úmido = $N \times F \times Y / Z$, sendo: N = média do número de colônias das três repetições, F = 10 (fator de correção do plaqueamento de 100 µL de suspensão por placa para 1 mL de suspensão utilizada na diluição), Y = fator de diluição da amostra e Z = 10 (quantidade do solo que foi utilizado na diluição).

Após o período de incubação, 2 L do substrato (solo + adubos verdes) foram transferidos para sacos pretos de polietileno com capacidade para 5 L e em seguida, realizou-se a semeadura, utilizando-se três sementes de tomateiro, variedade 'Santa Clara' por saco. Aos 12 dias após a semeadura, fez-se o desbaste, deixando uma planta por saco. Após 20 dias da semeadura, as mudas foram inoculadas com uma suspensão que continha 1000 indivíduos (J2 + ovos) de *M. javanica* mL⁻¹. O inóculo foi colocado em contato com as raízes por meio de orifícios feitos no solo, aplicando-se 1 mL da suspensão por planta. A suspensão de nematoides foi quantificada em câmara de Peters, em microscópio de objetiva invertida, com aumento de 40X.

Avaliação de desenvolvimento vegetativo do tomateiro e quantificação dos número de galhas, de ovos e nematoides nas raízes e de nematoides no solo

Quarenta dias após a inoculação dos nematoides, foi realizada a coleta do experimento. Foram determinados a altura das plantas com uma régua

milimetrada e o diâmetro do caule na região do colo com um paquímetro digital. Em seguida, foram separadas a parte aérea e as raízes das plantas, sendo estas lavadas em água.

As raízes frescas foram coloridas pela imersão em solução de fucsina ácida (0,15%), durante 20 minutos, à temperatura ambiente, e fez-se a contagem do número de galhas, utilizando um microscópio estereoscópico (40x). Para a extração dos nematoides e ovos, 10 g de raízes frescas foram trituradas em liquidificador, juntamente com água, por 40 segundos e a suspensão obtida foi transferida para um conjunto de peneiras (60-200-400 mesh). O material coletado na peneira de 400 mesh foi transferido para tubos da centrífuga, com capacidade de 50 mL, utilizando uma pisseta com água destilada para auxiliar no processo de transferência. Os tubos foram centrifugados durante 5 minutos a 3000 rpm, Em seguida, o sobrenadante foi descartado e foi adicionada solução de sacarose a 45% aos tubos de centrifuga. Os tubos foram centrifugados durante 1 minuto a 2500 rpm. O sobrenadante contendo os nematoides e ovos foi coletado na peneira de 400 mesh e transferido para placas de Petri, sendo quantificados em microscópio estereoscópico, utilizando câmara de Peters.

Para a extração de nematoides do solo, foi utilizada a metodologia de Jenkins (1964).

Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância, sendo as variáveis número de galhas, número de nematoides e ovos na raiz e número de J2 no solo transformados em Log (x). As médias dos tratamentos foram agrupadas pelo teste de Scott-Knott (Scott-Knott, 1974), a 5% de significância, utilizando o programa estatístico SAS - Statistical Analysis System (SAS Institute Inc., 2000).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em alguns tratamentos, a exemplo do tratamento controle (sem inoculação com os isolados de actinobactérias e sem a adição de adubos verdes), houve perda de todas as parcelas. Sugere-se que a planta não tolerou as condições de infestação com nematoides em solo de baixa fertilidade (Tabela 2).

Tabela 2 – Características químicas do solo coletado em uma área de pastagem no *Campus* da UFRB em Cruz das Almas - BA no primeiro semestre de 2013, utilizado no experimento.

Amostra	pH ¹	SB	CTC	K	Ca	Mg	P	V	MO ²
	-	cmol/dm ³			mg/dm ³		%	g/ kg	
Solo	5,4	0,14	1,35	0,03	0,00	0,00	4	10	6,11

¹pH em água; ²Matéria orgânica

Com exceção das plantas do tratamento com AC39 e sem adubo verde (T1), aquelas crescidas no solo sem a incorporação da parte aérea das leguminosas também morreram antes dos 60 dias, tempo previsto para finalizar o experimento.

Os dados referentes à densidade populacional de actinobactérias indicaram que houve multiplicação e colonização do substrato após infestação por estes micro-organismos (Tabela 3). No entanto, o crescimento dependeu do isolado de *Streptomyces* spp., o que deve estar relacionado a capacidade de utilização dos nutrientes do substrato (solo + adubos verdes) e crescimento nessas condições de cultivo. Aos 45 dias após o enriquecimento e incubação do solo com os isolados de *Streptomyces* spp. e os resíduos de adubos verdes, observou-se que o resíduo do guandu foi o que mais favoreceu a multiplicação de ambos os isolados (AC39 e AC92), os quais não diferiram estatisticamente entre si. Contudo, após a coleta dos tomateiros, maiores valores relativos à densidade populacional dos isolados de *Streptomyces* spp. foram registrados no substrato com o resíduo de mucuna-preta. Este tratamento foi mais eficiente

em estimular a proliferação do isolado AC 39 em comparação ao isolado AC 92, tendo sido observadas populações de $8,63 \times 10^5$ e $6,40 \times 10^5$, respectivamente.

Tabela 3. Densidade populacional dos isolados de *Streptomyces* spp. (UFC g⁻¹ de solo), ao final de 45 dias da inoculação e incubação do solo misturado aos resíduos de adubos verdes, e após a coleta dos tomateiros aos 60 dias da semeadura, em experimento conduzido em casa de vegetação, na Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, em Cruz da Almas - BA.

Tratamento do solo com adubos verdes					
Isolados	CR	FP	GU	MP	SAV
Aos 45 dias de incubação					
AC 39	4,96X10 ⁴ aC	8,35X10 ⁴ bC	2,43X10 ⁵ aA	1,53X10 ⁵ aB	8,46X10 ⁴ bC
AC 92	3,25X10 ⁴ aB	1,01X10 ⁵ bB	2,42X10 ⁵ aA	1,34X10 ⁵ aB	6,16X10 ⁴ bB
Após a coleta dos tomateiros					
AC 39	6,50X10 ⁴ aC	2,13X10 ⁵ aC	4,30X10 ⁵ aB	8,63X10 ⁵ aA	1,26X10 ⁵ bC
AC 92	1,06X10 ⁵ aB	2,10X10 ⁵ aB	2,30X10 ⁵ bB	6,40X10 ⁵ bA	7,33X10 ⁴ bB

Médias seguidas de letra minúscula igual na coluna e maiúscula igual na linha, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. **CR** - Crotalária; **FP** - Feijão-de-porco; **GU** - Guandu; **MP** - Mucuna-preta; e **SAV** - Sem adubo verde.

Mesmo nas plantas infectadas com *M. javanica*, a presença dos *Streptomyces* spp. AC39 e AC92 no substrato influenciou nas variáveis altura, diâmetro do caule, massa da matéria fresca das raízes e da parte aérea, quando combinados à incorporação ao solo de crotalária, apresentando resultados significativos em comparação com o tratamento com crotalária sem os isolados AC39 e AC92 (Tabela 4).

Tabela 4. Crescimento de tomateiro em solo incubado com *Streptomyces* spp. (AC 39 e Ac 92), sem *Streptomyces* spp (Sem AC) e resíduos de adubos verdes, submetido à inoculação com *Meloidogyne javanica*.

Tratamentos com isolados de <i>Streptomyces</i> spp.			
	AC 39	AC 92	Sem AC
Altura da planta (cm)			
CR	34,20 aA	32,20 aA	21,88 cB
FP	39,00 aA	13,75 bC	29,20 bB
GU	15,17 bA	17,75 bA	18,70 cA
MP	31,10 aB	29,70 aB	38,50 aA
SAV	34,30 a	*	*
CV (%)	17,46		
Diâmetro do caule (cm)			
CR	0,51 aA	0,53 aA	0,45 bB
FP	0,52 aA	0,31 bB	0,54 aA
GU	0,33 bA	0,36 bA	0,40 bA
MP	0,50 aA	0,51 aA	0,56 aA
SAV	0,57 a	*	*
CV (%)	10,89		
Massa da matéria fresca da parte aérea (g)			
CR	10,59 bA	10,57 aA	2,86 cB
FP	16,14 aA	1,29 bC	9,99 bB
GU	1,51 cA	2,00 bA	1,91 cA
MP	11,91 bA	8,13 aB	14,93 aA
SAV	9,98 b	*	*
CV (%)	36,29		
Massa da matéria fresca das raízes (g)			
CR	5,19 aA	5,12 aA	1,28 cB
FP	7,37 aA	0,36 bC	4,53 bB
GU	1,05 b A	0,79 bA	1,23 cA
MP	6,27 aA	3,86 aB	7,00 aA
SAV	4,62 a	*	*
CV (%)	43,93		

* Parcelas perdidas. Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância.
¹Tratamentos: **CR** - Crotalária; **FP** - Feijão-de-porco; **GU** - Guandu; **MP**- Mucuna-preta; e **SAV** - Sem adubo verde.

O isolado AC39, independente do tipo de adubo verde, não promoveu aumento significativo na altura das plantas, em comparação ao tratamento controle (sem adubo verde). Resultados satisfatórios foram observados nas

combinações AC92 + crotalária e AC92 + mucuna-preta, nas quais as plantas apresentaram maiores valores referentes à altura, em comparação aos demais tratamentos. Nos tratamentos sem os isolados de *Streptomyces* spp., os tomateiros cultivados no solo com mucuna-preta e feijão-de-porco, apresentaram maiores valores de altura respectivamente, em comparação aos demais. Quanto ao efeito de cada resíduo de adubos verdes, entre os isolados, pode-se observar que a combinação da crotalária com o isolado AC 39 promoveu incremento de 56,3% na altura das plantas, em comparação ao tratamento em que houve somente a incorporação da crotalária. Resultados semelhantes foram obtidos com a incorporação do feijão-de-porco + AC 39, em que as plantas apresentaram aumento de 33,2%, em comparação ao tratamento com apenas a incorporação do feijão-de-porco e aos demais. No entanto, quando avaliada a mucuna-preta sem a presença dos *Streptomyces* spp., este tratamento apresentou um incremento de 23,7% e 29,6%, em comparação com os tratamentos com os isolados AC39 e AC92, respectivamente (Tabela 4).

O isolado AC39 não proporcionou diferenças significativas no diâmetro do caule das plantas, quando avaliado na presença dos diferentes adubos verdes em relação à testemunha (sem adubo verde) (Tabela 4). O isolado AC92 proporcionou as maiores médias quando combinado à crotalária e à mucuna-preta. Nos tratamentos sem actinobactérias, a mucuna-preta e o feijão-de-porco, incorporados ao solo, promoveram maior diâmetro do caule das plantas, em comparação com a crotalária e o guandu. Quando se avaliou o efeito de cada resíduo em relação aos *Streptomyces* spp., foram observadas diferenças significativas para a variável diâmetro do caule, apenas com a utilização da crotalária em relação ao tratamento sem os *Streptomyces* spp., apresentando um aumento de 13,3% quando combinado ao isolado AC39 e 17,7% para o isolado AC92.

Para a variável massa da matéria fresca da parte aérea dos tomateiros, destacou-se o isolado AC39 no solo com a incorporação de feijão-de-porco, apresentando diferença significativa dos demais, com incremento de 61,7% em relação ao tratamento sem adubo verde. Para o isolado AC92, as melhores médias foram obtidas com a crotalária e a mucuna-preta, seguidas do guandu

e de feijão-de-porco. Porém, sem a utilização dos isolados de *Streptomyces* spp., destacou-se a adubação feita com a mucuna-preta, apresentando diferenças significativas aos demais tratamentos, evidenciando um incremento de 49,4%, em comparação com o feijão-de-porco, que proporcionou a segunda melhor média dentre os resíduos. Em relação aos adubos verdes, os isolados AC 39 e AC92, combinados com a crotalária, promoveram um incremento de mais de 250%, quando comparados ao tratamento apenas com o mesmo adubo verde. Já com a utilização do feijão-de-porco, apenas o isolado AC39 promoveu diferenças significativas, apresentando um incremento de 61,5% em relação ao tratamento sem actinobactéria e feijão-de-porco.

O tratamento com o isolado AC39 e feijão-de-porco apresentou um incremento de 62,6%, em comparação com o tratamento sem *Streptomyces* spp.. Lopes et al. (2008) observaram, em experimentos com tomateiro, também infestado com *M. javanica*, que a incorporação ao solo das folhas de crotalária promoveu um aumento na massa das raízes em 52 e 56 %, no primeiro e no segundo experimentos, respectivamente, conduzidos em épocas diferentes. Tal resultado sugere que a infestação do solo com os isolados AC39 e AC92 proporcionou o aumento da massa das raízes, além do já promovido pela adição de crotalária, mesmo com a presença do nematoide.

Com o objetivo de avaliar a atividade nematicida de extratos aquosos de sementes de *Crotalaria breviflora*, *C. juncea*, *C. mucronata* e *C. spectabilis* sobre *M. javanica* em tomateiros, Gardiano et al. (2010) observaram que os extratos de *C. breviflora* e de *C. spectabilis* aumentaram, respectivamente, em 38,1 e 56% a massa das raízes, em comparação com a testemunha infectada com o nematoide. Os autores observaram, ainda, que o número de galhas foi reduzido em 33% apenas pela aplicação de *C. mucronata*.

Quando avaliados neste experimento, os números de ovos e de nematoides nas raízes do tomateiro, a interação entre os isolados de *Streptomyces* spp. e os resíduos de adubos verdes não apresentou significância. Apenas para a utilização de actinobactérias foi observada significância conforme mostra a tabela 5.

Em experimento utilizando apenas actinobactérias, Damasceno (2011), observou que o desenvolvimento radicular do tomateiro em tratamentos

infestados com actinobactérias, na presença de *M. javanica*, proporcionou uma produção de massa radicular superior aos tratamentos sem inoculação para 11 isolados em tomateiro. Este autor relatou que o isolado AC92 reduziu os números de galhas e de massas de ovos por grama de raízes em tomateiro e em quiabeiro cultivados em solo infestado com *M. javanica*.

A presença dos isolados AC39 e AC92 proporcionou uma redução significativa ($P \leq 0,05$) nos números de ovos e de nematoides nas raízes, quando comparado ao tratamento sem actinobactérias (Tabela 5).

Tabela 5. Valores médios de números de ovos e de nematoides por grama de raízes de tomateiros, com e sem tratamento isolados de *Streptomyces* spp..

<i>Streptomyces</i> spp.	NO ¹	NN ²
	(g de raiz)	
AC39	758,38 b	467,10 b
AC92	829,94 b	413,78 b
Sem AC	1.453,84 a	755,50 a
CV (%)	13,65	23,10

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas, nas colunas, pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância. ¹NO - Número de ovos; ²NN - Número de nematoides.

O isolado AC39 promoveu uma redução de 47,8% e 38,1% nos números de ovos e de nematoides nas raízes, respectivamente, quando comparado ao tratamento sem actinobactérias. O AC92 reduziu em 42,9% o número de ovos e, em 45,2%, o número de nematoides nas raízes comparado ao tratamento sem os *Streptomyces* spp. (Tabela 5). Estes resultados sugerem que ambos os isolados tiveram efeito nematicida, promovendo o controle de *M. javanica*.

Em relação aos adubos verdes, no solo tratado com crotalária, na presença do isolado AC39, pode-se observar uma redução de 44,34%, em relação ao tratamento sem adubo verde, no número de nematoides no substrato (Tabela 6).

Tabela 6. Número de nematoides no substrato (solo com adubos verdes) com e sem *Streptomyces* spp., após a inoculação com *Meloidogyne javanica* e o cultivo de tomateiro.

Tratamentos ¹	Isolados de actinobactérias		
	AC39	AC92	Sem AC
	NN² no Solo (100cc de solo)		
CR	16,00 bA	22,00 aA	28,75 aA
FP	7,00 bB	36,25 aA	6,00 aB
GU	175,0 aA	25,00 aB	26,0 aB
MP	33,00 aA	62,00 aA	4,00 aB
SAV	59,00 a	*	*
CV (%)	57,17		

*Parcelas perdidas. Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância. ²NN - Número de nematoides. ¹Tratamentos: **CR** - Crotalária; **FP** - Feijão-de-porco; **GU** - Guandu; **MP**- Mucuna-preta; e **SAV** - Sem adubo verde.

Quando avaliado o mesmo adubo verde, a mucuna-preta sem a presença dos isolados de *Streptomyces* spp. apresentou diferenças significativas, quando comparados aos tratamentos com AC39 e AC92, promovendo uma redução no número de nematoides no solo de 87,8% e 93,5 %, respectivamente (Tabela 6). Apesar de ser infestado com a mesma quantidade de fitonematoides, o tratamento com mucuna-preta sem a presença de *Streptomyces* spp. apresentou bons resultados para crescimento das plantas e controle de *M. javanica*.

A utilização do feijão-de-porco, aliada ao isolado AC39, promoveu uma redução significativa no número de galhas nas raízes do tomateiro quando comparada à utilização do AC92. No entanto, quanto avaliado apenas o isolado AC92, juntamente aos adubos verdes, o melhor resultado foi observado na presença da crotalária e, em seguida, pela mucuna-preta (Tabela 7). Provavelmente a interação entre cada actinobactéria e um adubo verde se dê de maneira diferente e particular, em função da espécie vegetal utilizada como adubo verde e das mudanças causadas no ambiente.

Tabela 7. Número de galhas nas raízes do tomateiro em tratamentos com e sem *Streptomyces* spp., após a inoculação com *Meloidogyne javanica*.

Tratamentos ¹	Isolados de <i>Streptomyces</i> spp.		
	AC39	AC92	Sem AC
	NG² na Raiz (g de raiz)		
CR	57,39 aA	37,70 bA	52,59 aA
FP	31,82 aB	115,54 aA	43,39 aB
GU	88,95 aA	84,28 aA	73,75 aA
MP	50,54 aA	49,67 bA	37,15 aA
SAV	56,32 a	*	*
CV (%)	13,03		

* Parcelas perdidas. Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância. ²NG - Numero de Galhas. ¹Tratamentos: **CR** - Crotalária; **FP** - Feijão de Porco; **GU** - Guandu; **MP** - Mucuna Preta; e **SAV** - Sem adubo verde.

Em alguns casos, o feijão-de-porco se comporta como bom hospedeiro de algumas espécies de nematoides (ASMUS e FERRAZ, 1988; MOURA et al., 1990a,b). No entanto, além do efeito da hospedabilidade de algumas plantas aos nematoides, existem evidências de que a incorporação ao solo da parte aérea de diferentes espécies vegetais pode reduzir a população de fitonematoides do gênero *Meloidogyne* (ASMUS e FERRAZ, 1988; LOPES et al., 2005).

A incubação dos *Streptomyces* spp. no solo com a incorporação da parte aérea dos diferentes tipos de adubos verdes, provavelmente, fez com que esses adubos tenham liberado compostos orgânicos resultantes de sua decomposição e, ou metabólitos secundários e enzimas extracelulares produzidas pelas actinobactérias, com efeito nematicida e, ou nematostático, provocando redução da mobilidade e mortalidade dos J2 de *M javanica*. Este fato já foi bem documentado por Santos (2012), ao avaliar *Scutellonema bradys* em inhame. No entanto, alguns fatores podem promover uma melhor eficiência das substâncias presentes nos resíduos, tal como a época de corte das leguminosas.

Coimbra e Campos (2005), ao avaliarem o efeito de metabólitos de actinobactérias na motilidade e mortalidade de J2 de *M. javanica*, verificaram que seis isolados, entre os 37 testados, tinham efeito nematicida, observando

valores de mortalidade entre 19% e 100%. Alguns fatores bióticos também podem afetar a eclosão, a mobilidade ou mortalidade de J2 de *Meloidogyne* (WALLACE, 1971; TEFFT e BONE, 1985; CAMPOS et al., 2002). Dentre os fatores bióticos que afetam os fitonematoides no solo, estão os exsudatos das plantas que podem interferir, inclusive, na orientação e migração desses parasitas até o local de infecção (WALLACE, 1963; KAPLAN e KENN, 1980).

De forma geral, esses resultados indicam que os isolados avaliados e os resíduos de leguminosas promoveram o crescimento dos tomateiros frente ao ataque de *M. javanica*. Os isolados AC39 e AC92 podem ter favorecido a decomposição da matéria orgânica no solo, disponibilizando os nutrientes para a planta, além de produzirem metabólitos secundários com ação no controle do nematoide em estudo. Vários autores já relataram a utilização de adubos/resíduos orgânicos e micro-organismos, dentre eles as actinobactérias, e acreditam nesta associação como uma potencial alternativa de utilização no controle de fitonematoides em diversas culturas de interesse econômico (SOUSA et al., 2009; DAMASCENO, 2011; SANTOS, 2012).

CONCLUSÕES

1. Isolados selecionados de *Streptomyces* spp. (neste trabalho codificados como AC39 e AC92), quando incorporados ao solo em combinação com a parte aérea de crotalária, promovem o crescimento de plantas de tomateiro, mesmo quando infectadas com *M javanica*.
2. O feijão-de-porco, quando incorporado ao solo na presença de isolados selecionados de *Streptomyces* spp. (no presente trabalho codificado como AC39), promove o crescimento de plantas de tomateiro, mesmo quando infectadas com *M javanica*.
3. Os isolados AC39 e AC92 promoveram de forma isolada, o controle de *Meloidogyne javanica* no tomateiro.

4. A mucuna-preta, sem a presença dos isolados de *Streptomyces* spp. promoveu o manejo do número de nematoides no substrato e a promoção do crescimento do tomateiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARAL, D. R.; OLIVEIRA, D. F.; CAMPOS, V. P.; CARVALHO, D. A. Efeito de alguns extratos vegetais na eclosão, mobilidade, mortalidade e patogenicidade de *Meloidogyne exigua* do cafeeiro. **Nematologia Brasileira**, v. 26, n. 1, p. 43-48, 2002.

ARAÚJO, F. F.; BETTIOL, W. Supressividade dos nematóides *Meloygogine javanica* e *Heterodera glycines* em soja por adição de lodo de esgoto ao solo. **Ciência Rural**, v. 35, p.806-812, 2005.

ASMUS, R. M. F.; FERRAZ, S. Antagonismo de algumas espécies vegetais, principalmente leguminosas, a *Meloidogyne javanica*. **Fitopatologia Brasileira**, v.13, n.1, p. 20-24. 1988.

BLUM, L. E. B.; CARES, J. E. e UESUGI, C. H. **Fitopatologia: o estudo das doenças de plantas**. 1ª Ed. 250p. Brasília: Otimismo, 2006.

BOITEUX, L.S.; FONSECA, M.E.N.; GIORDANO, L.B.; MELO, P.C.T. 2012. Melhoramento Genético. *In*: CLEMENTE, F.M.V.T.; BOITEUX, L.S., organizadores. **Produção de Tomate para Processamento Industrial**. 1ª ed. Brasília, DF: Embrapa, v.1, 31–50.

BONETI, J.I.S. e FERRAZ, S. Modificação do método de Hussey e Barker para extração de ovos de *Meloidogyne exigua* de cafeeiro. **Fitopatologia Brasileira**. suplemento. v. 6, p.533 - 543. 1981.

BRITO, J.A. de; FERRAZ, S. Antagonismo de *Brachiaria decumbens* e *Panicum maximum* cv. Guiné a *Meloidogyne javanica*. **Nematologia Brasileira**, v.11, p.270- 285. 1987.

CAMPOS, H.D., CAMPOS, V.P., RIBEIRO, L.O. e CAMPOS, J.R. Efeito de exsudato radicular de *Brachiaria decumbens* sobre a eclosão e mobilidade de juvenis do segundo estágio de *Meloidogyne javanica*. **Fitopatologia Brasileira**. suplemento. v.27, p.185-186. 2002.

CHITWOOD, D. J. Phytochemical based strategies for nematode control. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v. 40, p. 221–249, set. 2002.

CNPH – Centro Nacional de Pesquisas em Hortaliças (Embrapa Hortaliças). http://www.cnph.embrapa.br/paginas/hortalicas_em_numeros/hortalicas_em_numeros.htm. Consultado em: 10/05/2012.

COIMBRA J. L.; SOARES, A. C. F.; GARRIDO, M. S.; SOUSA, C. S.; RIBEIRO, F. L. B. Toxicidade de extratos vegetais a *Scutellonema bradys*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, p.1209-1211, 2006.

COIMBRA, J. L.; CAMPOS, V. P. Efeito de exsudados de colônias e de filtrados de culturas de actinomicetos na eclosão, motilidade e mortalidade de juvenis do segundo estágio de *Meloidogyne javanica*. **Fitopatologia Brasileira**, v. 30, n. 03, p. 232-238, 2005.

COIMBRA, J.L.; CAMPOS, V.P.; SOUZA, R.M. Efeito antagônico de actinobactérias isolados de diferentes culturas na formação de galhas e na reprodução de *Meloidogyne javanica* em tomateiro. **Nematologia Brasileira**, v.28, n.2, p.231-234, 2004.

COOLEN, W.A e D'HERBE, C.J. **A method for the quantitative extraction of nematodes from plant tissue**. Ghent: State Agriculture Research Centre, 1972. 77p.

COSTA, D. C.; FERRAZ, S. Avaliação do efeito antagônico de algumas plantas, principalmente de inverno, à *Meloidogyne javanica*. **Nematologia Brasileira** 14: 61-70. 1990.

DAMASCENO, J. C. A. **Actinobactérias na promoção de crescimento e controle de *Meloidogyne javanica* em mudas de tomateiro**. 2011, 97 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas.

EL- ABYAD, M. S.; EL-SAYED, M. A.; EL-SHANSHOURY, A. R. Towards the biological control of fungal and bacteria disease of tomato using antagonistic *Streptomyces* spp. **Plant and Soil**, v.149, p.185-195, 1993.

FAO - Food and Agriculture organization of the United Nations. Disponível em: <http://www.fao.org>. Acesso em: 04 de outubro de 2013.

FERRAZ, S. Summary report on the current status, progress and needs for *Meloidogyne* research in Brazil (Region III). In: SASSER, J.N.; CARTER, C.C. (Ed.). **An advanced treatise on Meloidogyne**. Volume I: Biology and control. Raleigh: North Caroline State University Graphics, 1985. p. 351-352.

FERRAZ, S.; FREITAS, L.G. Use of antagonistic plants and natural products. In: CHEN, Z.; CHEN, S.; DICKINSON, D.W. (Ed.). *Nematology – Advances and Perspectives*. Volume II: **Nematode Management and Utilization**. Beijing e Wallingford: Tsinghua University Press e CABI Publishing, 2004. p. 931-978.

FILGUEIRA, F.A.R. **Manual de oleicultura: cultura e comercialização de hortaliças**. São Paulo: Ed. Agronômica Ceres Ltda., v.2, 2000. 357p.

FRANZENER, G. **Proteção de tomateiro a *Meloidogyne incognita* pelo extrato aquoso de *Tagetes pátula***. Biblioteca Digital da UNIOESTE, 2005.

GALIBA, M., P. VISSOH, G. DAGBENONBAKIN e F. FAGBOHOUN. 1998. The reactions and fears of farmers utilizing velvet bean (*Mucuna pruriens*). Pp. 55-64. in D. Buckles, A. Etèka, O. Osiname, M. Galiba and N. Galiano, eds. **Cover crops in West Africa: contributing to sustainable agriculture**. Ottawa, Canada. International Maize and Wheat Improvement Center; International Development Research Centre.

GARDIANO, C. G. et al. Atividade nematocida de extratos de sementes de espécies de *Crotalaria* sobre *Meloidogyne javanica*. **Revista Trópica: Ciências Agrárias e Biológicas**, Chapadinho, v. 4, n. 1, p. 4, 2010.

HALBRENDT, J.M.; LAMONDA J.A. (2004) Crop rotation and other cultural practices. In: Chen ZX, Chen SY e Dickson DW (Ed.) **Nematology – Advances and perspectives**. Wallingford, UK. CABI. pp. 908-930.

HAROON, S. A.; ABADIR, S. H. The effect of four summer legume cover crops on the population level of *Meloidogyne incognita*, *Pratylenchus penetrans* and *Trichodorus christiei*. **Assiut Journal of Agricultural Sciences**, v. 20, n. 2, p. 25 - 35. 1989.

HOSTER, F.; SCHMITZ, J.E.; DANIEL, R. Enrichment of chitinolytic microorganisms: isolation and characterization of a chitinase exhibiting antifungal activity against phytopathogenic fungi from a novel *Streptomyces* strain. **Applied Microbiology Biotechnology**. v.66, p.434-442, 2005.

HUSSEY, R.S.; BARKER, K.R. A comparison of methods for collecting inocula of *Meloidogyne* spp. including a new technique. **Plant Disease Reporter**, Washington. v.57, n.12, p.1025-1028, 1973.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.
<http://www.ibge.gov.br/home/>. Consultado em: 28/02/2013.

JASY, T.; KOSHY, P. K. Effect of certain leaf extracts and leaves of *Glyricidia maculate* (H. B. e K) Steud as green manure on *Radopholus similis*. **Indian Journal of Nematology**, v. 22, p. 117- 121, 1994.

JENKINS, W. R. A **rapid centrifugal – flotation technique for separating nematodes from soil**. Plant Disease Report, v. 48, 1964. p. 692.

JONATHAN, E.L.; BARKER, K.R.; ABDELALIM, F.F.; VRAIN, T.C.; DICKSON, D.W. Biological control of *Meloidogyne incognita* on tomato and banana with rhizobacteria actinomycetes and *Pasteuria penetrans*. **Nematropica**, v.30, n.2, p. 231-240, 2000.

KAPLAN, D.T. e KEEN, N.T. Mechanisms conferring plant incompatibility to nematodes. **Revue de Nématologie**, v.3, p.123-134. 1980.

KUROZAWA, C.; PAVAN, M. A. Doenças do tomateiro (*Lycopersicon esculentum*). In: KIMATI, H. et al. (Eds.) **Manual de Fitopatologia: doenças das plantas cultivadas**. São Paulo: Ceres, 2005, p.607-626.

LIMA, J. L. **Seleção de actinobactérias para o controle biológico de *Ralstonia solanacearum* e promoção de crescimento de mudas de tomateiro**. 2003. 82f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) – Universidade Federal da Bahia, Cruz das Almas.

LOPES, C.A.; SANTOS, J.R.M. **Doenças do tomateiro**. Brasília: Embrapa-SPI, 1994. 67p.

LOPES, E.A., S. FERRAZ, L.G. FREITAS, P.A. FERREIRA e D.X. AMORA. 2005. Efeito da incorporação da parte aérea seca de mucuna preta e de tomateiro ao solo sobre *Meloidogyne incognita* e *M. javanica*. **Nematologia Brasileira**, 29: 101-104.

LOPES, E. A., FERRAZ, S., FERREIRA, P. A., FREITAS, L. G., GARDIANO, C. G., DHINGRA, O. D., e DALLEMOLE-GIARETTA, R. (2008). Efeito da Incorporação da Parte Aérea de Quatro Espécies Vegetais sobre *Meloidogyne javanica*. **Nematologia brasileira**, 32(1), 76-80.

LORDELLO, L. G. E. **Nematoides das plantas cultivadas**, 8ª ed. p.95, Nobel, São Paulo, 1986.

McSORLEY, R. e R.N. GALLAHER. 1995. Effect of yard compost on plant parasitic nematodes densities in vegetable crops. **Journal of Nematology**, 27 (4): 545- 549.

MELO, I. S. de, Rizobactérias Promotoras de crescimento de plantas: descrição e potencial de uso na agricultura. In: MELO, I. S de e AZEVEDO, J. L. (Eds.). **Ecologia microbiana**. Jaguariúna: EMBRAPA – CNPMA, p. 87-110, 1998.

MORAES, S.R.G., V.P. CAMPOS, E.A. POZZA, A. FONTANETTI, G.J. CARVALHO e C. MAXIMINIANO. 2006. Influência de leguminosas no controle de fitonematoides no cultivo orgânico de alface americana e de repolho. **Fitopatologia Brasileira**, 31 (2): 188-191.

MOREIRA, G.R.; SILVA, D.J.H.; PICANÇO, M.C.; PETERNELLI, L.A.; CALIMAN, F.R.B. 2005. Divergência genética entre acessos de tomateiro infestados por diferentes populações da traça-do-tomateiro. **Horticultura Brasileira**. 23(4): 893–898.

MOURA, R.M., E.M. OLIVEIRA-RÉGIS e A.M. MOURA. 1990a. Feijão-de-porco, excelente hospedeiro para manutenção e multiplicação de populações de *Meloidogyne incognita* e *M. javanica*. **Nematologia Brasileira**, 14: 71-76.

MOURA, R.M., E.M. OLIVEIRA-RÉGIS e A.M. MOURA. 1990b. Reação de dez espécies de plantas, algumas produtoras de óleos essenciais, em relação ao

parasitismo de *Meloidogyne incognita* raça 1 e *M. javanica*, em população mista. **Nematologia Brasileira**, 14: 39- 44.

NAIKA, S.; JEUDE, J.V.L.; GOFFAU, M.; HILMI, M.; VAN DAM, B. 2006. **A cultura do tomate: Produção, processamento e comercialização**. Agrodok 17. Wageningen: Fundação Agromisa e CTA.

OTINIANO, A.J; FLORIAN, L.M.; SEVILLANO, R.B. La materia orgánica, importancia y experiencia de su uso en la agricultura. **Idesia**, v.24, n.1, p.49-61, 2006.

PADILHA, G. Biologia molecular de *Streptomyces* e aplicações industriais. In: MELO, I.S. de; AZEVEDO, J.L. (Eds.). **Ecologia microbiana**, Jaguariúna, EMBRAPA –CNPMA, 1998. p.327-343.

PAIXÃO, L. B. V. S. **Actinomicetos promotores de crescimento e agentes de biocontrole do nematoide cavernícula da bananeira *Radopholus similis***. 2008. 68f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) - Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas.

PALM, C.A.; GILLER, K.E.; MAFONGOYA, P.L., SWIFT, M.J. Management of organic matter in the tropics: translating theory into practice. **Nutricion. Cycling Agroecosystems.**, 61:63-75, 2001.

PARK, J.O; EL-TARABILY, K.A.; GHISALBERTI, E.L.; SIVASITHAMPARAM, K. Pathogenesis of *Streptoverticillium albireticuli* on *Caenorhabditis elegans* and its antagonism to soil-borne fungal pathogens. **Letters in Applied Microbiology**, v.35, p. 361-365, 2002.

POLLAK, F.C.; BERGER, R.G. Geosmin and related volatiles in bioreactor-cultured *Streptomyces citreus* CBS 109.60. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 62, n. 4, 1996.

PRAMER, D.; SCHMIDT, E. L. **Experimental soil microbiology**. Minnesota: Burgess, 1964. 107 p .

REDDI, C. K. 1983. **Nitrogen fixation and nematode resistance of 13 tropical legumes**. Dissertation Abstracts International, B 44(2): 380.

RITZINGER, C.H.S. e R. McSORLEY. Effect of castor and velvetbean organic amendments on *Meloidogyne arenaria* in greenhouse experiments. **Journal of Nematology**, 30 (4 Supplement): 624-63,1998.

SAMPAIO, M.T. E MALUF, W.R. **Adubação verde: como contribuir para a saúde da horta, do homem e ainda obter lucro**, Lavras - Universidade Federal de Lavras, Departamento de Agricultura, Comunicado Técnico, 38, 1999.

SANTOS, J. F. **Actinobactérias e adubação orgânica no manejo do nematóide *Scutellonema bradys* e no crescimento e nutrição de mudas de inhame**. 2012, 123 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas.

SAS INSTITUTE INC. **SAS/STAT** User's Guide. v.8.0. v.1. Cary NC: Sas Institute, Inc., 2000.

SASSER, J. N.; FRECKMAN, D. W. A world perspective on nematology: the role of society. In: VEECH, A. J.; DICKSON, W. D. **Vistas on nematology**. DeLeon Springs: Society of Nematologists, 1987, p.7-14.

SCOTT, A.J. e KNOTT, M. A cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. **Biometrics** 30:507-512. 1974.

SILVA, H. S. A. **Seleção de actinobactérias antagônicas para o controle biológico da galha bacteriana da roseira incitada por *Agrobacterium tumefaciens***. 1998, 44f. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 1998.

SOARES, A. C. F.; SOUSA, C. S.; GARRIDO, M. S.; PEREZ, J. O. Production of *Streptomyces* inoculum in sterilized rice. **Scientia Agrícola**, v.64, n.6, p.641-644, 2007.

SOUSA, C. da S. ; COIMBRA, J. L.; SOARES, A. C. F.; GARRIDO, M.da S.; PEREZ, J.O. Atividade nematicida de exsudatos de *Streptomyces* sp. Sobre *Meloidogyne incognita*. **Summa Phytopathologica**, v. 31, n. 2, p. 207-209, 2005.

SOUSA, C. S. **Estreptomicetos promotores de crescimento e agentes de biocontrole da meloidoginose no tomateiro**. 2006. 113f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) – Universidade Federal da Bahia, Cruz das Almas - BA.

SOUZA, J.C.; REIS, P.R. Principais pragas do tomate para mesa: bioecologia, dano e controle. **Informe Agropecuário**. 24: 79–92, 2003.

TAYLOR, A.L.; SASSER, J.N. **Identification and control of root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.)**. Raleigh, North Carolina State University Graphics. 1978.

TEFFT, P.M. e BONE, L.W. Plant-induced hatching of eggs of the soybean cyst nematode *Heterodera glycines*. **Journal of Nematology**, v.17, p.275-279, 1985.

THAKAR, N. A.; YADAV, B. S. 1986. Role of total phenols in pigeonpea resistance to reniform nematode. **Indian Journal of Nematology** 16(2): 261-263.

THIRUP, L.; JOHNSEN, K.; WINDING, A. Succession of indigenous *Pseudomonas* spp. and actinomycetes on barley roots affected by the antagonistic strain *Pseudomonas fluorescens* DR 54 and the fungicide imazolil. **Applied and Environmental Microbiology**, p. 1147 – 1153, mar, 2001.

VILELA, N.J.; MELO, P.C.T., BOITEUX, L.S.; CLEMENTE, F.M.V.T. 2012. Perfil Socioeconômico da Cadeia Agroindustrial no Brasil. *In*: CLEMENTE, F.M.V.T.; BOITEUX, L.S., organizadores. **Produção de Tomate para Processamento Industrial**. 1ª ed. Brasília-DF: Embrapa, v.1, 17–27.

WALLACE, H.R. **The biology of plant parasitic nematodes**. London, Edward Arnold Ltd. 1963.

WALLACE, H.R. The influence of temperature on embryonic development and hatch of *Meloidogyne javanica*. **Nematologica**. v.171, p.179-186. 1971.

WANG, K. H.; SIPES, B. S.; SCHMITT, D. P. 2002. *Crotalaria* as a cover crop for nematode management: a review. **Nematropica** 32:35-57.

CAPÍTULO 2

***STREPTOMYCES* spp. E RESÍDUOS DE ABUDOS VERDES NO CRESCIMENTO E NUTRIÇÃO DO TOMATEIRO²**

² Artigo a ser ajustado e submetido a periódico científico.

***STREPTOMYCES* spp. E RESÍDUOS DE ADUBOS VERDES NO CRESCIMENTO E NUTRIÇÃO DO TOMATEIRO**

Autor: Lucas Athayde Oliveira

Orientadora: Dra. Ana Cristina Fermino Soares

Co-orientadora: Dra. Carla da Silva Sousa

RESUMO: O consumo de hortaliças tem aumentado devido a maior conscientização da população mundial por uma dieta alimentar mais saudável, rica em minerais e fibras. O tomate está entre as hortícolas mais consumidas no Brasil e no mundo. Uma das alternativas agrícolas para promover a melhoria nutricional das plantas, reposição da fertilidade do solo e aumento da produtividade em diversas culturas de interesse econômico é o uso de adubos verdes e o enriquecimento do solo e de substratos de produção de plantas com micro-organismos benéficos. O presente trabalho teve por objetivo avaliar o efeito do enriquecimento e incubação do solo com isolados de *Streptomyces* spp. e a parte aérea de adubos verdes, no crescimento e nutrição de tomateiro. O experimento foi realizado com delineamento experimental inteiramente casualizado, em esquema fatorial 5 x 4, com substratos compostos por solo com a incorporação de diferentes adubos verdes (parte aérea de guandu, crotalária, feijão-de-porco e mucuna-preta) e o enriquecimento com isolados selecionados de *Streptomyces* spp. (AC39, AC50 e AC92), com incubação por 30 dias a temperatura ambiente. Mudanças de tomateiro da variedade 'Santa Clara' foram plantadas nos diferentes substratos em sacos pretos de polietileno com 2 L de substrato e mantidos em casa de vegetação com irrigação, por 60 dias. Os isolados de *Streptomyces* spp., independente do adubo verde utilizado, promoveram o aumento nos teores de N, P e K na parte aérea de plantas de tomateiro. Quando combinados com a incorporação de feijão-de-porco ao solo, promoveram o crescimento e melhor nutrição do tomateiro. A mucuna-preta e o feijão-de-porco, sem a presença dos *Streptomyces* spp. também promoveram o crescimento e nutrição do tomateiro.

Palavras-chave: Actinobactérias, adubação orgânica, *Solanum lycopersicum*

STREPTOMYCES spp. AND GREEN MANURE RESIDUES IN GROWTH PROMOTION OF TOMATO PLANTS

Author: Lucas Athayde Oliveira

Advisor: Ana Cristina Fermino Soares

Co-advisor: Carla da Silva Sousa

ABSTRACT: Consuming of horticultural products have increased due to a spreading awareness of the need for healthy diets, rich on minerals and fibers. Tomato is one of the most consumed vegetables in Brazil and worldwide. An alternative to promote the nutritional status of plants, soil fertility reestablishment and the increasing yields of several crops of economic relevance is with soil amendment with green manures, and enrichment with beneficial microorganisms. This work aimed to evaluate the effect of soil's enrichment and incubation with *Streptomyces* spp. isolates and aerial parts of different green manures crops on growth and nutrition of tomato plant. The research was conducted in a completely randomized experimental design, on a 5 x 4 factorial arrangement, with substrates composed by soil with different green manure types (aerial parts of pigeon pea, sunn hemp, jack bean and velvet bean) and the enrichment with *Streptomyces* spp. selected isolates (AC39, AC50 e AC92). This substrate combination was incubated for 30 days incubation under room temperature. Seedlings of "Santa Clara" tomato type were transplanted onto the different substrates, in polyethylene black bags with 2 L of substrate and kept under greenhouse conditions, with irrigation for 60 days. The *Streptomyces* spp. isolates, regardless the type of green manure, promoted an increase of N, P and K contents on tomato plant aerial parts. The velvet bean and jack bean, without *Streptomyces* spp. isolates also promoted growth and better nutrition of tomato plants.

Key-words: Actinobacteria, organic fertilization, *Solanum lycopersicum*.

INTRODUÇÃO

O tomateiro (*Solanum lycopersicum* L.) é uma cultura de importância socioeconômica, sendo responsável pela geração de emprego e renda em todos os segmentos de sua cadeia produtiva no mundo (SILVA e GIORDANO, 2000).

Atualmente, o consumo de hortaliças tem aumentado por causa da maior conscientização da população mundial por uma dieta alimentar mais saudável, rica em minerais e fibras. Desse modo, o desenvolvimento de sistemas de cultivo de hortaliças, com vistas à otimização da produtividade, tem exigido, dos agricultores, esforços no sentido de reduzir ou até mesmo eliminar as deficiências deste setor produtivo (MONTEZANO e PEIL, 2006).

Uma das alternativas agrícolas para promover a melhoria nutricional das plantas, reposição da fertilidade do solo e aumento da produtividade em diversas culturas de interesse econômico é o uso de adubos orgânicos (MARTÍ, 2007; PEREIRA, 2009; LÁZARO et al., 2013) e de micro-organismos benéficos, a exemplo das actinobactérias (DAMASCENO 2011, SANTOS 2013; JESUS, 2013).

A adubação orgânica é um importante meio de fornecer nutrientes para as plantas, principalmente, nitrogênio, fósforo, potássio, enxofre e micronutrientes (KIEHL, 1985; OLIVEIRA FILHO et al., 1987), apresentando-se como uma alternativa viável de suplementação ao uso de fertilizantes químicos (SANTOS, 1996). A adição de matéria orgânica no solo também exerce melhorias na textura, favorecendo a formação e estabilização de agregados do solo, aumentando a capacidade de troca catiônica, favorecendo a aeração, a disponibilidade e a retenção de nutrientes, o aumento da capacidade de infiltração e retenção de água e diminuindo a amplitude de variação térmica (GONZÁLES e CANTO-SÁENZ, 1993).

Além da adição de adubos orgânicos como a parte aérea das plantas leguminosas, outra alternativa é o tratamento dos substratos de crescimento de plantas com micro-organismos benéficos, a exemplo das actinobactérias (SOUSA et al., 2006).

O interesse nos estudos com as actinobactérias tem aumentado devido ao seu potencial de produção de diversos metabólitos secundários, dentre eles

antibióticos e enzimas extracelulares (KORN-WENDISCH e KUTZER, 1992). Durante o processo de compostagem, as actinobactérias, principalmente as que pertencem ao gênero *Streptomyces*, compõem um importante grupo de bactérias do solo, que atuam na degradação de celulose, lignocelulose, xilana e lignina, presentes em abundância na biomassa vegetal (PETROSYAN et al., 2003; DING et al., 2004).

O presente trabalho teve por objetivo avaliar o efeito da infestação e incubação do solo com actinobactérias, combinado com a incorporação de adubos verdes, no crescimento e nutrição do tomateiro.

MATERIAL E MÉTODOS

Seleção e obtenção do inóculo dos isolados de actinobactérias

Foram avaliados três isolados de actinobactérias, codificados como AC39, AC50 e AC92, previamente selecionados como potenciais agentes promotores de crescimento e de biocontrole de fitopatógenos (LIMA, 2003; SOUSA, 2006; PAIXÃO, 2008; DAMASCENO, 2011; SANTOS, 2013). Estes isolados pertencem à coleção de culturas do Laboratório de Microbiologia Agrícola do Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia – UFRB, Cruz das Almas, BA.

Para obtenção de inóculo, inicialmente, os isolados preservados em suspensão de 30% glicerol e água (v/v), no congelador, foram multiplicados em placa de Petri, contendo meio de cultura ágar-amido-caseína (ACA), com incubação em câmara de crescimento tipo B.O.D., à temperatura de $28 \pm 2^\circ\text{C}$ por 10 dias. Após este período, discos do meio de cultivo foram transferidos para frascos de Erlenmeyer contendo 50 g de arroz previamente umedecido e esterilizado em autoclave (120°C por 55 minutos) e, em seguida, os frascos foram incubados a $25 \pm 2^\circ\text{C}$, em câmara de crescimento tipo B.O.D. por 12 dias (SOARES et al., 2007).

Instalação do experimento

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, com delineamento experimental inteiramente casualizado, em esquema fatorial 5 x 4, [(guandu - GU, crotalária - CR, feijão de porco - FP, mucuna-preta - MP e sem adubo verde - SAV) x (isolado AC39, isolado AC50, isolado AC92 e sem *Streptomyces* spp. - SAC)], com cinco repetições. O tratamento controle foi sem os isolados de *Streptomyces* spp. e sem a incorporação de adubo verde (Tabela 1).

Tabela 1 – Descrição dos tratamentos com *Streptomyces* spp. e com adubos verdes incorporados ao solo, para plantio de tomateiro (*Lycopersicon esculentum* L.), em vaso, em condições de casa de vegetação.

T1	AC 39 SAV
T2	AC 39 + CR
T3	AC 39 + GU
T4	AC 39 + MP
T5	AC 39 + FP
T6	AC 50 SAV
T7	AC 50 + CR
T8	AC 50 + GU
T9	AC 50 + MP
T10	AC 50 + FP
T11	AC92 SAV
T12	AC 92 + CR
T13	AC 92 + GU
T14	AC 92 + MP
T15	AC 92 + FP
T16	SAC + CR
T17	SAC + GU
T18	SAC + MP
T19	SAC + FP
T20	SAC SAV

SAV - Sem Adubo Verde; **SAC** - Sem *Streptomyces* spp.; **CR** - Crotalária; **GU** - Guandu; **MP** - Mucuna-preta; e **FP** - Feijão-de-porco.

O solo foi coletado no *Campus* da UFRB, em Cruz das Almas, na camada de 0 a 20 cm de profundidade, em área de pastagem. Em seguida, foi

seco ao ar, destorroado, homogeneizado, peneirado (peneira com malha de 2 mm) e esterilizado em autoclave a 120°C, por uma hora, por três vezes, em dias alternados. Sub-amostras do solo foram coletadas para a caracterização química (Tabela 2).

Tabela 2 – Características químicas do solo coletado em uma área de pastagem no *Campus* da UFRB em Cruz das Almas - BA, utilizado no experimento.

Amostra	pH ¹	SB	CTC	K	Ca	Mg	P	V	MO ²
	-	cmol _c /dm ³			mg/dm ³		%	g/ kg	
Solo	5,4	0,14	1,35	0,03	0,00	0,00	4	10	6,11

¹pH em água; ²Matéria orgânica

Após a esterilização, 20 litros de solo foram transferidos para sacos de polietileno com capacidade para 40 litros (um saco para cada tratamento) e fez-se a incorporação da parte aérea dos adubos verdes na dose equivalente a 20 t.ha⁻¹. Os adubos verdes foram obtidos de trabalhos anteriores realizados no *Campus* da UFRB em Cruz das Almas, sendo a parte aérea dessas plantas coletada no campo, deixada à sombra para secar e processada em triturador de ração animal. Sub-amostras dos adubos verdes foram coletadas para a caracterização química (Tabela 3).

O substrato (solo com a incorporação da parte aérea dos adubos verdes) foi infestado com uma suspensão de actinobactérias na proporção de 20 g de arroz colonizado para 16 L de substrato, fazendo-se o ajuste das Unidades Formadoras de Colônia por grama (UFC/g) de arroz colonizado. As suspensões inoculadas foram padronizadas com base na concentração de inoculo do isolado AC92 que apresentou o menor concentração dentre os três isolados (4x10⁵ UFC/g de arroz). O arroz colonizado foi transferido para sacos plásticos, ao qual foram adicionados 100 mL de água destilada esterilizada. Em seguida, essa mistura foi agitada para permitir o desprendimento dos propágulos (esporos e micélio) de *Streptomyces* spp. do arroz e adicionadas ao substrato, na concentração de 2,92x10⁷ UFC/g de arroz colonizado. Na

sequência, o substrato foi incubado por 45 dias, à temperatura ambiente, e irrigado para manter a umidade próxima à capacidade de campo.

Tabela 3 - Caracterização química das partes aéreas das leguminosas, após secas e trituradas, utilizadas como adubo orgânico.

Nutrientes	Unidades	Adubos verdes			
		GU	CR	FP	MP
N	g kg ⁻¹	26,89	26,60	29,25	28,64
P	g kg ⁻¹	1,29	1,92	1,53	1,79
K	g kg ⁻¹	8,16	10,71	13,01	9,95
Ca	g kg ⁻¹	8,35	14,40	25,00	11,05
Mg	g kg ⁻¹	2,20	3,10	5,00	3,00
S	g kg ⁻¹	1,32	2,09	3,18	1,89
B	mg kg ⁻¹	21,34	35,44	74,22	32,47
Cu	mg kg ⁻¹	13,50	9,50	21,00	14,00
Fe	mg kg ⁻¹	185,00	239,50	281,00	304,50
Mn	mg kg ⁻¹	64,00	90,50	91,00	149,00
Zn	mg kg ⁻¹	38,50	45,50	195,00	60,00

GU – Guandu; **CR** – Crotalária; **FP** - Feijão-de-porco; e **MP** - Mucuna-preta

Após 45 dias do enriquecimento do substrato com os isolados de *Streptomyces* spp. e ao final do experimento, quando foram coletadas as plantas para análise, a densidade populacional dos *Streptomyces* spp. no substrato foi quantificada. Para a determinação da densidade populacional, foi utilizada a técnica da diluição seriada proposta por Pramer e Schmidt (1964), seguida de plaqueamento em meio de cultura ACA. Amostras de 10 g do arroz ou do substrato foram transferidas para frascos de Erlenmeyer contendo 90 mL de solução salina (NaCl a 0,85%) esterilizada e agitada por 20 minutos em agitador orbital. Em seguida, foram realizadas diluições decimais em série (1:10), em tubos de ensaio contendo 9 mL de solução salina esterilizada, obtendo-se diluições de 10⁻² a 10⁻⁴. Foram plaqueadas alíquotas de 100 µL das diluições de 10⁻² a 10⁻⁴, em meio ACA, sendo cada diluição feita em

triplicata, e o inóculo espalhado com alça de Drigalski previamente flambada. Para a quantificação da população de actinobactérias no substrato, foi acrescido ao meio de cultura, no momento do plaqueamento, fluconazol na concentração de 150 mg/L de meio, para inibir o crescimento de fungos. As amostras do substrato também foram submetidas a um pré-tratamento térmico, sendo acondicionadas em estufa à temperatura de 60 °C, por 4 horas, com o objetivo de reduzir a população de bactérias. As placas foram acondicionadas em incubadora à uma temperatura de $28 \pm 2^\circ\text{C}$, por 3 dias, em câmara de crescimento tipo B.O.D.

A população de *Streptomyces* spp. no arroz e substrato foram estimadas pela contagem das unidades formadoras de colônias (UFC) e o cálculo foi feito com base na seguinte fórmula: UFC.g^{-1} de solo úmido = $N \times F \times Y / Z$, sendo: N = média do número de colônias das três repetições, F = 10 (fator de correção do plaqueamento de 100 μL de suspensão por placa para 1 mL de suspensão), Y = fator de diluição da amostra e Z = 10 (quantidade do solo que foi utilizado na diluição).

Sessenta dias após a semeadura do tomateiro, foi realizada a coleta do experimento, sendo determinada a altura das plantas, com régua milimetrada, e o diâmetro do caule, com paquímetro digital. Em seguida, fez-se a separação da parte aérea e das raízes das plantas, tendo estas passado pela medição da massa, lavadas em água corrente e colocadas para secar em estufa com ventilação forçada a 65 °C, até atingir massa constante, para determinação da biomassa seca. A parte aérea das plantas e as raízes foram moídas e submetidas à digestão com ácido sulfúrico e peróxido de hidrogênio (THOMAS et al., 1967), para quantificação dos teores de N, P e K nos extratos. O teor de nitrogênio total foi determinado pelo método de Kjeldahl, o de fósforo, por colorimetria, e o de potássio, por fotometria de chama (EMBRAPA, 1999).

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias foram agrupadas pelo teste de Scott-Knott (SCOTT-KNOTT, 1974), a 5% de significância, utilizando o programa estatístico SAS - Statistical Analysis System (SAS INSTITUTE INC., 2000).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nos tratamentos controle (sem actinobactérias - SAC e sem adubos verdes - SAV), com o solo incubado por 45 dias apenas com água, as plantas apresentaram menor desenvolvimento, em comparação aos demais tratamentos (Tabela 4). Isto ocorreu, possivelmente, por causa da baixa fertilidade do solo neste tratamento (Tabela 2). O isolado de *Streptomyces* spp. AC39, independentemente da leguminosa incorporada ao solo, não promoveu efeito significativo sobre a altura dos tomateiros. Contudo, o isolado AC50, em combinação com a incorporação ao solo de crotalária e de feijão-de-porco, promoveu aumentos de 213,3 e 193,3%, respectivamente. Tomateiros crescidos em solo com o isolado AC92 e com a incorporação de crotalária, feijão-de-porco e mucuna-preta apresentaram incrementos de até 251,5% na altura da parte aérea, em comparação ao tratamento controle. Resultado semelhante foi observado quando se utilizou o isolado AC50 em associação com o guandu. O isolado AC39 não promoveu a degradação do adubo verde e a consequente liberação dos nutrientes, ocorrendo à morte das plantas. No entanto, quando se utilizou o isolado AC50 combinado com outros adubos verdes, não foram observadas plantas mortas nos tratamentos avaliados.

A densidade na população dos isolados de *Streptomyces* spp. sofreu uma redução em todos os tratamentos, quando comparada a concentração de inoculo, em unidades formadoras de colônia (UFC) adicionada ao solo com a incorporação dos resíduos orgânicos ($2,92 \times 10^7$ UFC) e as UFC nos tratamentos aos 45 dias de incubação e ao final do experimento (Tabela 5). Tal fato pode ser explicado devido ao impacto causado pela mudança de meio. Inicialmente, as actinobactérias estavam em ambiente controlado, sendo multiplicadas em substrato de arroz, e posteriormente, foram adicionadas ao solo misturado com os resíduos orgânicos, tendo ficado expostas ao ambiente em casa de vegetação.

Os resultados revelaram que o melhor crescimento populacional de *Streptomyces* spp. ocorreu para os isolados AC39 e AC92 incorporados ao

solo com guandu e o isolado AC50 na ausência dos adubos orgânicos, apresentando interação significativa ao final dos 45 dias de incubação. Por outro lado, aos 60 dias, após coleta das plantas, a densidade populacional destas actinobactérias no substrato foi superior no tratamento com o isolado AC39 e a incorporação de mucuna-preta. O isolado AC50 manteve o mesmo comportamento mencionado anteriormente.

Tabela 4. Densidade populacional dos isolados de *Streptomyces* spp. em UFC.g⁻¹ de solo ao final de 45 dias da inoculação e incubação do solo misturado aos adubos verdes de leguminosas e após a coleta dos tomateiros (*Lycopersicon esculentum* L.), aos 60 dias após a semeadura, em casa de vegetação no *Campus* da UFRB em Cruz da Almas - BA.

Isolados	Tratamentos				
	CR	FP	GU	MP	SAV
Aos 45 dias de incubação					
AC39	4,96X10 ⁴ aC	8,35X10 ⁴ bC	2,43X10 ⁵ aA	1,53X10 ⁵ aB	8,46X10 ⁴ bC
AC50	2,20X10 ⁴ aC	2,58X10 ⁵ aB	5,86X10 ⁴ bC	5,70X10 ⁴ bC	3,51X10 ⁵ aA
AC92	3,25X10 ⁴ aB	1,01X10 ⁵ bB	2,42X10 ⁵ aA	1,34X10 ⁵ aB	6,16X10 ⁴ bB
Após coleta dos tomateiro					
AC39	6,50X10 ⁴ aC	2,13X10 ⁵ aC	4,30X10 ⁵ aB	8,63X10 ⁵ aA	1,26X10 ⁵ bC
AC50	8,00X10 ⁴ aB	2,23X10 ⁵ aB	1,63X10 ⁵ bB	2,13X10 ⁵ cB	1,24X10 ⁶ aA
AC92	1,06X10 ⁵ aB	2,10X10 ⁵ aB	2,30X10 ⁵ bB	6,40X10 ⁵ bA	7,33X10 ⁴ bB

Médias seguidas de letra minúscula igual na coluna e maiúscula igual na linha, não diferem entre si pelo teste de Scott & Knott a 5% de probabilidade. **CR** - Crotalária; **FP** - Feijão-de-porco; **GU** - Guandu; **MP** - Mucuna-preta; e **SAV** - Sem adubo verde.

Em geral, o crescimento dos micro-organismos é afetado pelo pH do solo (SIQUEIRA et al., 2007). Dessa maneira, ao avaliar o crescimento populacional de actinobactérias em meio arginina-glicerol-ágar, com diferentes faixas de pH, Sousa (2006) relatou que o melhor desempenho dos isolados foi

observado quando crescidos em pH superior a 6,5. Em adição, ainda revelou que a faixa ótima de crescimento desses micro-organismos está em torno de pH 7,0. Tal comportamento já é bem documentado em diversos trabalhos disponíveis na literatura científica. Por exemplo, Gava (1998) comprovou que a maioria das actinobactérias provenientes de solo rizosférico e não-rizosférico desenvolveram-se bem na faixa de pH de 6,5 a 8,0. Com base nisso, pode-se justificar o baixo crescimento populacional das actinobactérias observado no final do estudo, em comparação com a concentração inicial das mesmas ($2,92 \times 10^7$ UFC), visto que o pH do substrato (solo + resíduo) usado nos testes variou entre 5,4 e 6,2. Em experimentos futuros, deverá ser adotada uma estratégia que reduza a influência do pH sobre o desempenho das actinobactérias.

Sousa (2006), ao estudar o efeito de diferentes períodos de incubação de substrato orgânico com actinobactérias no crescimento de tomateiros, verificou que 43 dias foi o melhor período de incubação para que houvesse efeito benéfico das actinobactérias na promoção de crescimento de mudas. Este período está, provavelmente, associado ao ciclo de vida dos actinobactérias e à produção de enzimas extracelulares envolvidas na decomposição de compostos orgânicos presentes no substrato e na liberação de nutrientes para a planta (JAMES et al., 1991; SOUSA et al., 2006).

Damasceno (2011), ao avaliar o efeito da infestação e incubação do solo com actinobactérias no controle de *M. javanica* em mudas de tomateiro, observou que, após o período de incubação por 40 dias, todos os isolados de actinobactérias apresentaram densidade populacional superior ao tratamento testemunha. No entanto, os isolados BFT4, BFT41, AC92, AC52 e PD3 se destacaram, presumindo que estes isolados apresentaram capacidade de utilizar os nutrientes do solo e, ou exsudatos radiculares para o seu crescimento, favorecendo o seu estabelecimento nas fases iniciais do desenvolvimento vegetativo.

A caracterização química do solo, após cultivo dos tomateiros por 60 dias, contados a partir da semeadura, demonstrou que a incorporação dos adubos orgânicos e a infestação com isolados de actinobactérias, promoveu aumento no teor de nutrientes no solo (Tabela 5), o que refletiu no

desenvolvimento vegetativo e melhoria da nutrição dos tomateiros. O tratamento com o isolado AC39 em solo com a incorporação de feijão-de-porco promoveu incremento de $9,41 \text{ g.kg}^{-1}$ de matéria orgânica em relação aos tratamentos SAC e SAV. Comportamento similar foi observado em relação ao fósforo (P) em que este tratamento promoveu o maior incremento de P (4 mg.dm^{-3}) em relação ao tratamento testemunha (SAC e SAV), seguido pelo tratamento AC92 + FP, com incremento de 3 mg.dm^{-3} de P em relação ao tratamento testemunha.

Tabela 5- Caracterização química do solo incubado por 45 dias com isolados de *Streptomyces* spp., combinados com adubos verdes de leguminosas, após 60 dias do plantio de mudas de tomateiro (*Lycopersicon esculentum* L.), em casa de vegetação.

Tratamentos	pH (em água)	SB	CTC	K	Ca	Mg	V	MO	P
	-	$\text{cmol}_c/\text{dm}^3$				%	g/ kg	mg/dm^3	
AC 50 SAV	5,4	1,37	2,69	0,06	0,60	0,50	51	7,24	4
AC 50 + CR	6,1	2,14	2,80	0,31	1,01	0,56	76	6,83	5
AC 50 + GU	5,5	1,41	2,62	0,07	0,52	0,51	54	8,07	3
AC 50 + MP	5,6	1,87	2,97	0,31	0,75	0,57	63	9,83	5
AC 50 + FP	5,6	2,10	3,09	0,31	0,80	0,70	68	8,28	6
AC92 SAV	5,4	1,04	2,14	0,07	0,37	0,40	49	5,69	4
AC 92 + CR	5,9	2,24	3,01	0,31	0,95	0,67	74	8,80	6
AC 92 + GU	5,5	1,45	2,66	0,18	0,57	0,47	55	7,76	5
AC 92 + MP	5,5	1,79	3,11	0,31	0,70	0,50	58	7,66	6
AC 92 + FP	5,6	1,59	2,58	0,22	0,61	0,53	62	7,97	7
AC 39 SAV	6,2	2,29	2,95	0,31	1,01	0,69	78	8,49	6
AC 39 + CR	5,9	2,37	3,25	0,31	1,10	0,70	73	7,04	6
AC 39 + GU	5,5	1,45	2,44	0,23	0,51	0,45	59	4,45	5
AC 39 + MP	5,5	1,49	2,70	0,25	0,57	0,44	55	10,24	6
AC 39 + FP	5,5	1,68	2,89	0,31	0,61	0,51	58	15,52	8
SAC + CR	5,9	1,81	2,80	0,19	0,80	0,60	65	8,59	5
SAC + GU	5,4	1,09	2,30	0,17	0,35	0,37	47	8,49	5
SAC + MP	5,4	1,44	2,43	0,22	0,53	0,46	59	8,80	6
SAC + FP	5,5	1,68	2,78	0,14	0,80	0,60	60	9,21	6
SAC SAV	5,4	0,14	1,35	0,03	0,00	0,00	10	6,11	4

MO - Matéria Orgânica; **SAV** - Sem Adubo Verde; **SAC** - Sem Actinomicetos; **CR** - Crotalária; **GU** - Guandu; **MP** - Mucuna Preta; e **FP** - Feijão de Porco.

Para que um adubo verde seja capaz de fornecer nutrientes, deve haver sincronia entre a liberação desses elementos pelos resíduos vegetais e a demanda da cultura de interesse. Entretanto, diversos fatores estão envolvidos no processo de decomposição, como as características edafoclimáticas e a composição química dos resíduos (MYERS et al., 1994; STUTE e POSNER, 1995). Esses autores afirmam, ainda, que sob as mesmas condições de clima e solo, a velocidade de decomposição e a liberação de nutrientes são afetadas por características químicas dos resíduos. Materiais com baixa relação C/N (< 25) e reduzidos teores de lignina e de polifenóis apresentam rápida mineralização e fornecem grandes quantidades de nutrientes para as culturas subsequentes. Porém, os materiais com elevada relação C/N (> 25) e altos teores de lignina e polifenóis sofrem decomposição mais lenta.

Quando se utilizou o feijão-de-porco, tanto na presença como na ausência de isolados de *Streptomyces* spp., os tratamentos foram superiores ($P \leq 0,05$) para altura e diâmetro. A utilização do isolado AC 39, na ausência de resíduos, também proporcionou incrementos significativos para altura e diâmetro dos tomateiros (Tabela 6).

Tabela 6. Crescimento de plantas de tomateiro coletadas aos 60 dias de semeadas em substrato com *Streptomyces* spp. na presença adubos verdes secos de leguminosas em casa de vegetação.

Adubos verdes	Isolados de <i>Streptomyces</i> spp.			
	AC39	AC50	AC92	Sem AC
Altura de plantas (cm)				
CR	36,60 aA	37,60 aA	34,40 aA	27,10 bB
FP	39,40 aA	35,20 aA	35,50 aA	43,20 aA
GU	26,70 bA	*	25,60 bA	28,80 bA
MP	35,90 aA	16,00 bB	34,80 aA	36,30 aA
SAV	34,00 aA	12,00 bB	9,90 cB	*
CV (%)	18,95			
Diâmetro do caule (cm)				
CR	0,52 aA	0,52 bA	0,51 bA	0,52 aA
FP	0,53 aA	0,60 aA	0,60 aA	0,56 aA

GU	0,40 bB	*	0,46 bA	0,36 bB
MP	0,52 aA	0,29 bB	0,52 bA	0,53 aA
SAV	0,48 aA	0,30 bB	0,30 cB	*

* Parcelas perdidas. Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância. Tratamentos: **CR** - Crotalária; **FP** - Feijão de Porco; **GU** - Guandu; **MP** - Mucuna Preta; e **SAV** - Sem Adubos Verdes.

Foi observado que para a variável altura, os tratamentos que utilizaram crotalária em conjunto com os isolados AC39, AC50 e AC92 foram superiores e apresentaram diferenças significativas em relação ao tratamento com o mesmo adubo verde sem actinobactérias. Esse fato confirma que a inoculação de micro-organismos foi fundamental para aumentar o crescimento da planta. Quando se utilizou o feijão-de-porco, todos os tratamentos foram superiores, não tendo havido diferença por causa da presença de actinobactérias, entretanto, sem a presença de actinobactéria, o tratamento obteve a maior média (43,20 cm) para a mesma variável (Tabela 6).

Nos tratamentos que foram utilizados o feijão-de-porco, também promoveu incremento significativo para massa da matéria fresca da parte aérea das plantas. Bem como no tratamento AC39 SAV, para as variáveis massa de matéria seca da parte aérea e das raízes (Tabela7).

Tabela 7. Crescimento de plantas de tomateiro coletadas aos 60 dias de semeadas em substrato com *Streptomyces* spp. na presença adubos verdes secos de leguminosas em casa de vegetação.

Massa fresca da parte aérea (g)				
CR	15,72 aA	13,51 aA	13,26 bA	6,83 bB
FP	19,13 aA	17,04 aA	19,92 aA	20,73 aA
GU	7,69 cA	*	8,27 cA	9,99 bA
MP	15,08 aB	2,64 cB	13,47 bB	19,17 aA
SAV	12,01 bA	1,30 cB	1,86 dB	*
CV (%)	24,67			
Massa fresca da raiz (g)				
CR	3,18 cC	6,16 aA	4,64 aB	2,01 bC
FP	7,88 aA	4,93 aB	4,57 aB	5,22 aB
GU	2,69 cA	*	1,61 bA	2,25 bA
MP	5,42 bA	1,49 bC	2,42 bC	3,99 aB

SAV	4,14 cA	1,54 bB	1,27 bB	*
CV (%)	29,28			
Massa seca da parte aérea (g)				
CR	2,99 aA	2,86 aA	2,79 bA	1,69 dB
FP	3,45 aA	3,30 aA	3,57 aA	3,86 bA
GU	1,72 bB	*	1,66 cB	2,53 cA
MP	2,98 aB	1,07 bC	2,80 bB	5,91 aA
SAV	2,65 aA	0,90 bB	0,95 cB	*
CV (%)	20,89			
Massa seca da raiz (g)				
CR	1,38 aA	1,38 aA	1,31 aA	1,01 bB
FP	1,60 aA	1,17 aB	1,38 aA	1,41 aA
GU	0,91 bA	*	0,96 bA	1,09 bA
MP	1,31 aA	0,92 bB	1,27 aA	1,25 aA
SAV	1,34 aA	0,93 bB	0,83 bB	*
CV (%)	16,65			

* Parcelas perdidas. Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância. Tratamentos: **CR** - Crotalária; **FP** - Feijão de Porco; **GU** - Guandu; **MP** - Mucuna Preta; e **SAV** - Sem Adubos Verdes.

O tratamento com mucuna-preta, na ausência dos micro-organismos, apresentou resultados superiores para as variáveis altura, diâmetro (Tabela 6), massa da matéria fresca da parte aérea, massas das matérias secas da parte aérea e das raízes (Tabela 7). Resultado também interessante quando se utilizou o feijão-de-porco na ausência de actinobactérias, para altura, diâmetro (Tabela 6), massa da matéria fresca de parte aérea, massa da matéria seca de raízes (Tabela 7), teores de nitrogênio e potássio da parte aérea e teor de nitrogênio da raiz (Tabela 8).

Tabela 8. Valores médios dos nutrientes nitrogênio (N) (na parte aérea e na raiz), fósforo (P) (na raiz) e potássio (K) (na parte aérea), em tomateiros (*Lycopersicon esculentum* L.) cultivados em substrato com diferentes adubos verdes e com isolados de *Streptomyces* spp. avaliados 60 dias após semeadura em casa de vegetação.

Adubos verdes	Actinobactérias			
	AC39	AC50	AC92	Sem AC

N na parte aérea (mmol/g ms)				
CR	2772,51 bA	2782,95 bA	3005,97 cA	3682,19 aA
FP	4390,20 aA	2899,18 bB	3039,21 cB	3829,02 aA
GU	3863,75 aA	*	4031,05 bA	4075,23 aA
MP	3490,42 aA	4111,25 aA	4009,54 bA	3305,15 aA
SAV	2647,49 bC	4946,18 aB	6611,28 aA	*
CV (%)	17,99			
K na parte aérea (mmol/g ms)				
CR	13,59 aA	16,85 aA	18,08 aA	15,59 bA
FP	16,33 aB	16,74 aB	20,73 aA	20,46 aA
GU	16,56 aA	*	18,89 aA	16,03 bA
MP	14,96 aB	13,58 bB	16,67 aB	19,59 aA
SAV	15,27 aA	12,70 bA	8,19 bB	*
CV (%)	15,35			
N na raiz (mmol/g ms)				
CR	2740,15 aA	2799,67 bA	3410,31 aA	3657,58 aA
FP	3257,14 aA	3434,81 bA	3121,72 aA	2886,35 aA
GU	3956,73 aA	*	2768,77 aB	2725,15 aB
MP	3121,49 aB	6024,58 aA	2802,58 aB	2970,62 aB
SAV	2678,87 a	*	*	*
CV (%)	27,11			
P na raiz (mmol/g ms)				
CR	88,54 bB	96,09 bB	95,84 aB	142,71 aA
FP	91,02 bA	101,51 bA	98,42 aA	83,47 bA
GU	143,10 aA	*	109,47 aB	87,89 bB
MP	100,22 bB	166,17 aA	94,14 aB	90,85 bB
SAV	106,76 b	*	*	*
CV (%)	20,19			

*Parcelas perdidas. Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância. Tratamentos: **CR** - Crotalária; **FP** - Feijão-de-porco; **GU** - Guandu; **MP**- Mucuna-preta; e **SAV** - Sem Adubo Verde.

O guandu, quando combinado ao isolado AC39, promoveu um maior teor de N na parte aérea e nas raízes, além do aumento de K na parte aérea e de P nas raízes ($P \leq 0,05$) (Tabela 8). No entanto, para altura, diâmetro, massa da matéria fresca e seca da parte aérea e das raízes das plantas, o guandu apresentou os piores resultados, comparado aos outros adubos (Tabela 6 e 7). O menor tamanho promoveu uma maior concentração de minerais na planta, fato este que pode explicar uma maior concentração dos nutrientes citados com relação às outras plantas.

O teor de N na parte aérea foi observado em quantidades maiores e, ou iguais ($P \leq 0,05$) aos outros tratamentos, quando não se utilizaram as actinobactérias, para todos os resíduos testados. Nas raízes, o teor de N foi maior quando se avaliaram a crotalária e o feijão-de-porco sem a presença das actinobactérias. Para o teor de K na parte aérea, na ausência de actinobactérias, o feijão-de-porco e a mucuna-preta se sobressaíram em relação aos outros adubos verdes. O teor de P nas raízes foi maior no tratamento com crotalária ($P \leq 0,05$) na ausência das actinobactérias.

Freire et al. (2008), em trabalho realizado com a mamoneira e resíduos de leguminosas, observaram que apenas o tratamento com feijão-de-porco, na maior dose, promoveu o maior ganho de biomassa. Observaram também que, os resíduos do feijão-de-porco (folha e vagem), apesar de inibir a emergência das plantas de mamona, ocasionado possivelmente por efeito alelopático, favoreceram consideravelmente o crescimento das plantas emergidas.

Maior teor de N na parte aérea foi obtido com a utilização de guandu, mucuna-preta e sem a utilização de resíduos. Já para o teor de P, maiores teores foram obtidos nos tratamentos sem os adubos verdes e, para o teor de K, o tratamento com feijão-de-porco apresentou os melhores resultados. No entanto, na raiz, apenas o tratamento sem adubação orgânica apresentou diferença significativa para o teor de K, se mostrando superior aos demais (Tabela 9).

Tabela 9. Valores médios dos nutrientes nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) na parte aérea (PA) e nas raízes (R) de tomateiros (*Lycopersicon esculentum* L.) na presença de adubos verdes, avaliados 60 dias após a semeadura.

Adubos Verdes	N - PA	P - PA	K - PA
	(μmol/g ms)		
CR	3060,91 c	146,06 b	16,03 b
FP	3539,40 b	121,82 b	18,56 a
GU	3990,01 a	136,26 b	17,16 b
MP	3729,09 a	131,84 b	16,20 b
SAV	4224,16 a	175,76 a	12,63 c
CV (%)	17,99	20,82	15,35
Adubos Verdes	N - RAIZ	P - RAIZ	K - RAIZ
	(μmol/g ms)		
CR	3151,93 a	105,79 a	13,97 b
FP	3175,01 a	93,61 a	12,28 c
GU	3117,52 a	111,52 a	11,58 c
MP	3324,86 a	103,43 a	12,58 c
SAV	2678,87 a	106,76 a	17,84 a
CV (%)	27,11	20,19	18,75

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância. **CR** - Crotalária; **FP** - Feijão-de-Porco; **GU** - Guandu; **MP**- Mucuna-Preta; e **SAV** - Sem Adubos Verdes.

Segundo Santos et al. (2001), a matéria orgânica adicionada ao solo na forma de adubos orgânicos, de acordo com o grau de decomposição dos resíduos, pode ter efeito imediato ou residual, conforme o processo se dê de forma mais rápida ou mais lenta, respectivamente.. Em trabalhos realizados com a cultura da alface, foram observados aumentos na produção e nos teores de nutrientes nas plantas, após a aplicação de adubos orgânicos (RODRIGUES, 1990).

Quando avaliados os teores de N, P e K na parte aérea, apenas com a utilização de actinobactérias, os melhores resultados para o teor de N foi obtido

com o isolado AC92 e sem a utilização de AC. O teor de fósforo também foi melhor nas plantas na presença do isolado AC92 e, para o teor de potássio, os resultados não foram significativos (Tabela 10). Resultados semelhantes foram encontrados por Santos (2013), para a cultura do inhame, com a infestação e incubação do solo com o isolado AC92 (sem o uso dos adubos orgânicos), e foi possível observar que as plantas de inhame apresentaram maior acúmulo de P (37,5%) em comparação às mudas do tratamento controle (sem actinobactérias), enquanto que para o teor de K não foram observadas diferenças significativas.

Tabela 10. Valores médios das variáveis nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) da parte aérea (PA) do tomateiro cultivado em solo com adubos verdes e *Streptomyces* spp..

Actinobactérias	N - PA	P - PA	K - PA
	(μmol/g ms)		
AC39	3432,87 b	135,69 b	15,34 a
AC50	3369,57 b	137,04 b	15,54 a
AC92	3924,46 a	168,70 a	17,24 a
Sem AC	3722,90 a	107,75 c	17,92 a
CV (%)	17,99	20,82	15,35

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas nas colunas pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância. **PA** – Parte Aérea; **Sem AC** – Sem Actinobactérias.

Sousa (2006), em testes *in vitro*, observou que o isolado AC92 de *Streptomyces* apresentou capacidade de solubilização de fosfatos, sugerindo que este também tenha sido um dos mecanismos utilizados por esses micro-organismos na promoção de crescimento e na melhoria do estado nutricional dos tomateiros.

CONCLUSÕES

1 – Isolados de *Streptomyces* spp., independente do adubo verde utilizado, promovem o aumento nos teores de N, P e K na parte aérea de plantas de tomateiro.

2 – Isolados selecionados de *Streptomyces* spp. combinados com a incorporação de feijão-de-porco ao solo promoveram o crescimento e melhor nutrição de plantas de tomateiro.

3 – A mucuna-preta, sem a presença dos isolados de *Streptomyces* spp. promoveu o crescimento do tomateiro.

4 – O feijão-de-porco, sem a presença dos isolados de *Streptomyces* spp., promoveu o crescimento e melhor nutrição de plantas de tomateiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AITA C, BASSO CJ, CERETTA CA, GONÇALVES CN e DA ROS CO. **Plantas de cobertura de solo como fontes de nitrogênio ao milho.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, 25:157-165, 2001.

AITA C; GIACOMINI SJ. **Decomposição e liberação de nitrogênio de resíduos culturais de plantas de cobertura de solo solteiras e consorciadas.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, 27:601- 612, 2003.

ALVARENGA, M.A.R. **Tomate: produção em campo, em casa-de-vegetação e em hidroponia.** Editor: Marco Antônio Rezende Alvarenga. – Lavras: Editora UFLA, 2004. P. 27 – 30. 2004.

AMADO TJC, MIELNICZUK J; FERNANDES SBV **Leguminosas e adubação mineral como fontes de nitrogênio para o milho em sistemas de preparo do solo.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, 24:179-189, 2000.

BARROS, V.G.S.; VALE, T.G.; SILVA, C.M.M.; MATOS, F.J.A. Anticonvulsant activity of essential oils and active principles from chemotypes of *Lippia alba* (Mill.) N.E. Brown. **Biological and Pharmaceutical Bulletin.** v.23, n.11, p.1314-17, 2000.

BASHAN, Y.; HOLGUIN, G. Azospirillum-plant relationships: Environmental and physiological advances. **Canadian Journal of Microbiology**, v. 43, p. 103-121, 1997.

BRITO, M. A. M. **Estreptomicetos promotores de crescimento de plantas de girassol (*Helianthus annuus L.*) e de pinhão manso (*Jatropha curcas L.*)**. Dissertação. Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. 74 p. Cruz das Almas. Bahia. 2010

CARMELLO, Q.A.C. Nutrição e adubação de mudas hortícolas. In: MINAMI, K. **Produção de mudas de alta qualidade**. São Paulo: T.A. Queiroz, 1995. p.27 - 37.

CARNEIRO, J.G.A. **Produção e controle de qualidade de mudas vegetais**. Curitiba: UFPR/FUPEL, 1995. 451p.

CARVALHO, M. A. C. de; SORATTO, R. P.; ATHAYDE, M. L. F.; ARF, O.; EUSTÁQUIO DE SÁ, M. E. Produtividade do milho em sucessão a adubos verdes no sistema de plantio direto e convencional. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 39, n. 1, p. 47-53, 2004.

CATTELAN, A. J. **Métodos quantitativos para determinação de características bioquímicas e fisiológicas associadas com bactérias promotoras do crescimento vegetal**. Londrina: Embrapa Soja, 36p. (Embrapa Soja. Documentos, 139), 1999.

CAVIGELLI, M. A.; THIEN, S. J. Phosphorus bioavailability following incorporation of green manure crop. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 67, p. 1186-1194, 2003.

COMPANT, S.; DUFFY, B.; NOWAK, J.; CLEMENT, C.; BARKA, E.A. Use of plant growth-promotion bacteria for biocontrol of plant diseases: principles, mechanisms of action, and future perspectives. **Applied and Environmental Microbiology**, v.71, p.4951-4959, 2005

DAMASCENO, J. C. A. **Actinobactérias na promoção de crescimento e controle de *Meloidogyne javanica* em mudas de tomateiro**. 2011, 97 f.

Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Mestrado em Ciências Agrárias, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas.

DING, C.H.; JIANG,Z.Q.; LI,X.T.; LI, L.T.; KUSAKABE, I. High activity xylanase production by *Streptomyces olivaceoviridis* E-86. **World Journal of Microbiology e Biotechnology**. v.20, p.7-10, 2004.

EDWARDS, C. Isolation properties and potential applications of thermophilic actinomycetes. **Applied Biochemistry and Biotechnology**, v.42, p.161-179, 2007.

EMBRAPA - **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes/** Embrapa Solos, Embrapa Informática Agropecuária. In: SILVA, F. C. (Org.). Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 1999. p. 370.

FILGUEIRA, F.A.R. **Novo manual de olericultura:** agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. Viçosa: UFV, 2008, 421 p.

FREIRE, M. A. de O. ; SAMPAIO, L. R.; ALBUQUERQUE, W. G. de ; OLIVEIRA, M. I. P. de; SEVERINO, L. S.; BELTRÃO, N. E. de M. **Avaliação do efeito do resíduo de sete espécies de leguminosas, sobre a emergência e crescimento inicial da mamoneira.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 3., 2008, Salvador. Energia e ricinoquímica: anais. Salvador: SEAGRI: Embrapa Algodão, 2008. p.42. 1 CD-ROM Produção Científica. Novembro2008.

GAVA, C. A. T. **Seleção de estrepmicetos para controle biológico de *Ralstonia solanacearum* e *Erwinia carotovora*.** 1998, 114f, Dissertação de (Mestrado em Ciência do Solo). Seropédica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 1998.

GONZALEZ, A.; CANTO-SAENZ, M. Comparison of five organic amendments for the control of *Globodera pallida* in microplots in Peru. **Nematropica**, v. 23 n. 2 p. 133-139. 1993.

JAMES, P.D.; EDWARDS, D.; DAWSON, M.J. The effects of temperature, pH and growth rate on secondary metabolism in *S. thermoviolaceus* grow in chmostat. **Journal General Microbiology**, v. 137, p. 1715-1720, 1991.

KIEHL, E. J. **Fertilizantes orgânicos**. Piracicaba: Editora Agronômica Ceres, 1985. 492p.

KORN-WENDISCH, F.; KUTZNER, H.J. **The family streptomicetaceae**. In: BALOWS, A; TRUPER, H.G; SWORKIN, M.; HARDER, W e SCHULEIFER, K.H. (Ed.). *The prokaryotes*. New York: Springer Verlag, 1992. 1027p.

LEAL, M. A. A. **Produção e Eficiência Agronômica de Compostos Obtidos com Palhada de Gramínea e Leguminosa para o Cultivo de Hortaliças Orgânicas**. 2006. 143p. Tese (Doutorado). Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

LIMA, J. L. **Seleção de actinobactérias para o controle biológico de *Ralstonia solanacearum* e promoção de crescimento de mudas de tomateiro**. 2003. 82f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) – Universidade Federal da Bahia, Cruz das Almas.

LOPES, M.C.; STRIPARI, P.C. A cultura do tomateiro. In: GOTO, R.; TIVELLI, S. (ed.). **Produção de hortaliças em ambiente protegido: condições subtropicais**. São Paulo: Fundação Editora da UNESP, 1988. 319p.

LUZ, W. C. Rizobactérias promotoras de crescimento de plantas e bioproteção. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, v.4, p.1-49, 1996.

MARIANO, R.L.R.; SILVEIRA, E.B.; ASSIS, S.M.P.; GOMES, A.M.A.; NASCIMENTO, A.R.P.; DONARO, V.M.T.S. Importância de bactérias promotoras de crescimento e de biocontrole de doenças de plantas para uma agricultura sustentável. **Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agrônômica**, v.1, p. 89-111, 2004.

MARTÍ, J.F. **Potencial de uso de leguminosas como fonte de nitrogênio para as culturas**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza. 62p, 2007.

MONTEZANO, E.M.; PEIL, R.M.N. Sistemas de consórcio na produção de hortaliças. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.12, n.2, p.129-132, 2006.

MIYAZAWA M.; PAVAN, M.A.; MURAOKA, T.; CARMO, C.A.F.S. DO; MELLO, W.J. de. 1999. Análises Químicas de Tecido Vegetal. In: Silva, F.C. (Ed). Manual de Análises Químicas de Solos, Plantas e Fertilizantes – Embrapa Solos. **Embrapa Informática Agropecuária**. Brasília/DF: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, p. 172-223.

MYERS, R. J. K.; PALM, C. A.; CUEVAS, E.; GUNATILLEKE, I. U. N.; BROSSARD, M. The synchronisation of nutrient mineralisation and plant nutrient demand. In: WOOMER, P. L.; SWIFT, M. J. (Ed.). **The biological management of tropical soil fertility**. Chichester: John Wiley, 1994. p. 81-116.

OLIVEIRA FILHO, J. M. et al. Matéria orgânica do solo. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.13, p.22-36, 1987.

PAIXÃO, L. B. V. S. **Actinomicetos promotores de crescimento e agentes de biocontrole do nematoide cavernícula da bananeira *Radopholus similis***. 2008. 68f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) - Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas.

PATTEN, C.L.; GLICK, B.R. Bacterial biosynthesis of índole-3-acetic acid. **Canadian Journal of Microbiology**, Ottawa, v.42, 9.207-220, 1996.

PEREIRA, N. S. **Utilização de leguminosas como fonte de nitrogênio para a bananeira**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza. 77p, 2009.

PETROSYAN, P.; GÁRCIA-VARELA, M.; LUZ-MADRIGAL, A.; HUITRÓN, C.; FLORES, M.E. *Streptomyces mexicanus* sp., a xylanolytic micro-organism isolated from soil. **Internacional Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology**. v.53, p.269-273, 2003.

PRAMER, D.; SCHMIDT, E. L. **Experimental soil microbiology**. Minnesota:

Burgess, 1964. 107 p .

RAMAMOORTHY, V.; VIWANATHAN, R.; RAGUCHANDER, T.; PRAKASAM, V.; SAMIYAPPAN, R. Induction of systems resistance by plant growth promotion rhizobacteria in crop plants against pests and diseases. **Crop Protection**, v.20, p.1-11, 2001.

RODRIGUES, E. T. **Efeito das adubações orgânica e mineral sobre o acúmulo de nutrientes e sob o crescimento da alface (*Lactuca sativa*).** Viçosa, MG: UFV, 1990, 60p. Dissertação de mestrado.

SANTOS, E. S. **Inhame (*Dioscorea spp.*): aspectos básicos da cultura.** João Pessoa: EMEPA-PB; SEBRAE, 1996.

SANTOS, J. F. **Actinobactérias e adubação orgânica no manejo do nematóide *Scutellonema bradys* e no crescimento e nutrição de mudas de inhame.** 2013, 123 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas.

SANTOS, R. H.; SILVA, F.; CASALI, V. W. D.; CONDE, A. R. Efeito residual da adubação com composto orgânico sobre o crescimento e produção de alface. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 36, n.11, p. 1395-1398, 2001.

SAS INSTITUTE INC. **SAS/STAT User's Guide.** v.8.0. v.1. Cary NC: Sas Institute, Inc., 2000.

SCOTT, A.J. e KNOTT, M. A cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. *Biometrics* 30:507-512. 1974.

SILVA, J. B. C e GIORDANO, L. de B. (org.). **Tomate para Processamento Industrial.** Brasília-DF: EMBRAPA Comunicação para Transferência de Tecnologia / EMBRAPA Hortaliças, 2000.

SILVA, T. O. da; MENEZES, R. S. C. Adubação orgânica da batata com esterco e, ou, *Crotalaria juncea*. II - Disponibilidade de N, P e K no solo ao

longo do ciclo de cultivo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.31, n. 1, p. 39-49, 2007.

SILVEIRA, A.B. **Isolamento e caracterização de linhagens de *Bacillus* e *Paenibacillus* promotores de crescimento vegetal em lavouras de arroz e trigo do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre, 2008, 113f. Tese (Doutorado em Genética e Biologia Molecular) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre – RS, 2008.

SIQUEIRA, J. O.; SOARES, C. R. F. S.; SANTOS, J. G. D. dos; SCHNEIDER, J.; CARNEIRO, M. A. C. Micorrizas e degradação do solo: caracterização, efeitos e ação recuperadora. **Tópicos em Ciência do Solo**, v. 5, p. 219-306, 2007.

SOARES, A. C. F.; SOUSA, C. S.; GARRIDO, M. S.; PEREZ, J. O. Production of *Streptomyces* inoculum in sterilized rice. **Scientia Agrícola**, v.64, n.6, p.641-644, 2007.

SOUCHIE, E. L.; CAMPELLO, E. F. C.; SAGGIN-JÚNIOR, O. J.; SILVA, E. M. R. **Mudas de espécies arbóreas inoculadas com bactérias solubilizadoras de fosfato e fungos micorrízicos arbusculares**. Floresta, Curitiba, v.35, n.2, p.329-334, 2005.

SOUSA, C. S. **Estreptomicetos promotores de crescimento e agentes de biocontrole da meloidoginose no tomateiro**. 2006. 113f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) – Universidade Federal da Bahia, Cruz das Almas - BA.

SOUSA, C.S.; SOARES, A.C.F.; GARRIDO, M.S. Produção de mudas de tomateiro em substrato orgânico infestado e incubado com estreptomicetos. **Bragantia**, v.68, n. 1, p. 195-203, 2009.

SOUSA, C.S.; SOARES, A.C.F.; GARRIDO, M.S.; ALMEIDA, G.M.C.O. Estreptomicetos no controle da meloidoginose em mudas de tomateiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, n.12, p.1759-1766, 2006.

STURZ, A. V.; CHRISTIE, B. R.; NOWAK, J. Bacterial endophytes: potential role developing sustainable systems of crop production. **Critical Reviews in Plant Sciences**, v.19, p.1-30, 2000.

STUTE, J. K.; POSNER, J. L. Synchrony between legume nitrogen release and corn demand in the Upper Midwest. **Agronomy Journal**, Madison, v. 87, p. 1063-1069, 1995.

THOMAS, R.L.; SHEARRD, R.W.; MOYER, J.R. Comparasion of conventional and automated procedures for N, P and K analysis of plant material using a single digestion. **Agronomy Journal**, v.59: p.240-243, 1967.

TSAVKELOVA, E. A. et al. Orchid-associated bacteria produce indole-3 aceticacid, promote seed germination, and increase their microbial yielding response to exogenous auxin. **Archives of Microbiology**, Paris, v. 188, n. 6, p. 655-664, 2007.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A tomaticultura tem um importante papel econômico e social no Brasil. Contudo, doenças causadas por fitonematoides, principalmente as meloidoginoses, representam uma constante preocupação dos produtores de tomate, uma vez que são de difícil controle e resultam em perdas na produtividade da cultura.

A aplicação de novas tecnologias que se agreguem às existentes contribuirão para a melhoria da produtividade e qualidade dos plantios de tomateiros. O controle biológico surge como uma alternativa ao controle químico, com o melhor aproveitamento dos recursos naturais e se constitui numa demanda constante na agricultura mundial, apresentando-se como tecnologia limpa, preservando recursos naturais e respeitando a sustentabilidade dos agroecossistemas.

O uso de micro-organismos antagonistas que atuam no controle de fitonematoides, como os isolados de *Streptomyces* spp. (codificados neste experimento como AC39 AC50 e AC92), pertencentes a um importante grupo de actinobactérias do solo, apresentou potencial para o biocontrole de *M. javanica*, além de proporcionar aumentos nos teores de macronutrientes de plantas de tomate. A produção de antibióticos, sideróforos e enzimas com ação antimicrobiana são algumas das características destes micro-organismos que os tornam potenciais agentes biológicos para emprego nos sistemas de produção agrícola.

Aliada a esta estratégia, a adubação verde constitui-se numa alternativa para a melhoria da fertilidade dos solos, resultando em maior disponibilização de nutrientes para as plantas, principalmente, nitrogênio, fósforo, potássio, enxofre e micronutrientes. Além de proporcionarem melhorias na estrutura do solo, os adubos verdes vêm sendo estudados como medida alternativa para o manejo de fitonematoides, ainda que os mecanismos envolvidos por essas leguminosas na ação de controle não tenham sido totalmente elucidados.

Neste trabalho, a mucuna-preta apresentou resultados satisfatórios no manejo do *M. javanica*, e também na promoção de crescimento e nutrição dos tomateiros.

O enriquecimento do solo com isolados selecionados de *Streptomyces* spp., com a incorporação dos diferentes tipos de adubos verdes pode ter favorecido a decomposição da matéria orgânica e provavelmente a liberação de compostos orgânicos, de metabólitos secundários e de enzimas extracelulares, com efeito nematicida e, ou nematostático, provocando a redução da mobilidade e aumento da mortalidade dos J2 de *M. javanica*. Os resíduos de crotalária e feijão-de-porco, combinados aos isolados de *Streptomyces* spp. resultaram na melhoria do crescimento dos tomateiros, mesmo quando infectados por *M. javanica*.

Trabalhos deverão ser conduzidos em diferentes épocas do ano, com a utilização de adubos verdes provenientes de diferentes épocas de corte, para avaliar o real efeito protetor conferido por estes adubos verdes e pelos *Streptomyces* frente ao patossistema *M. javanica* x tomateiro. Além disso, é de fundamental importância a identificação destas substâncias resultantes da decomposição dos adubos verdes com efeito nematicida.