



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Campus de Botucatu



ELISA FIDÊNCIO DE OLIVEIRA

**UTILIZAÇÃO DE MICROORGANISMOS E TORTA DE FILTRO EM CANA-DE-
AÇÚCAR CULTIVADA EM ÁREAS COM NEMATOIDES**

**Botucatu
2018**

ELISA FIDÊNCIO DE OLIVEIRA

**UTILIZAÇÃO DE MICROORGANISMOS E TORTA DE FILTRO EM CANA-DE-
AÇÚCAR CULTIVADA EM ÁREAS COM NEMATOIDES**

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agrônômicas da Unesp Campus de Botucatu, para obtenção do título de Doutor em Agronomia (Agricultura).

Orientador: Prof. Dr. Carlos Alexandre Costa Crusciol

**Botucatu
2018**

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO - DIRETORIA TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - UNESP - FCA - LAGEADO - BOTUCATU (SP)

O48u Oliveira, Elisa Fidêncio de, 1990-
Utilização de microorganismos e torta de filtro em cana-de-açúcar cultivada em áreas com nematoides / Elisa Fidêncio de Oliveira. - Botucatu: [s.n.], 2018
75 p.: fots. color., grafs., ils. color., tabs.

Tese (Doutorado)- Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agronômicas, Botucatu, 2018
Orientador: Carlos Alexandre Costa Crusciol
Inclui bibliografia

1. Cana-de-açúcar - Doenças e pragas. 2. *Trichoderma*. 3. *Bacillus*. 4. Nematoides entomopatogênicos. I. Crusciol, Carlos Alexandre Costa. II. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Câmpus de Botucatu). Faculdade de Ciências Agronômicas. III. Título.

Elaborada por Ana Lucia G. Kempinas - CRB-8:7310

"Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte"


CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: UTILIZAÇÃO DE MICROORGANISMOS E TORTA DE FILTRO EM CANA-DE-AÇÚCAR CULTIVADA EM ÁREAS COM NEMATÓIDES

AUTORA: ELISA FIDÊNCIO DE OLIVEIRA

ORIENTADOR: CARLOS ALEXANDRE COSTA CRUSCIOL

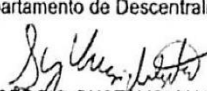
Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Doutora em AGRONOMIA (AGRICULTURA), pela Comissão Examinadora:


Prof. Dr. CARLOS ALEXANDRE COSTA CRUSCIOL
Departamento de Produção e Melhoramento Vegetal / Faculdade de Ciências Agrônomicas de Botucatu


Dra. GABRIELA FERRAZ DE SIQUEIRA
Pós-doutoranda - Dep de Produção e Melhoramento Vegetal / Faculdade de Ciências Agrônomicas de Botucatu


Dra. RAFFAELLA ROSSETTO
Dep de Descentralização do Desenvolvimento / APTA - Pólo Regional de Desenvolvimento Tecnológico do Centro Sul


Dr. GUSTAVO PAVAN MATEUS
Departamento de Descentralização do Desenvolvimento / Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios


Dr. SÉRGIO GUSTAVO QUASSI DE CASTRO
/ Laboratório Nacional de Ciência e Tecnologia do Bioetanol

Botucatu, 30 de maio de 2018.

Aos meus pais, João e Nereida, meu esposo Marcos e minha filha Beatriz.

Dedico

AGRADECIMENTOS

Acima de todas as coisas, a Deus, Criador do universo, que abençoou que eu chegasse até aqui, sendo fiel e justo em todos os seus caminhos, e benigno em todas as suas obras.

Ao meu esposo, Marcos, pela nossa família, por todo seu amor, amizade e companheirismo. Por não medir esforços e sempre me apoiar em cada etapa dos meus estudos.

Aos meus pais João e Nereida, por me educarem com amor e sabedoria, o que fez me tornar a pessoa que sou hoje.

Às minhas irmãs, Livia e Laura, pela amizade e carinho.

Ao Professor Dr. Carlos Alexandre Costa Crusciol. Sempre muito gentil e disposto em me auxiliar, dando sugestões e contribuindo para a realização deste trabalho. Obrigada pela orientação, dedicação, apoio, compreensão e ensinamentos.

A Daniele Scudeletti por sua amizade e companheirismo. Por contribuir de forma direta na realização e desenvolvimento deste trabalho, sempre juntas nas atividades de campo.

A todos os colegas de pós-graduação.

A todos os professores de pós-graduação e funcionários do departamento de Produção e Melhoramento Vegetal.

A Universidade Estadual Paulista Júlio Filho de Mesquita filho e ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Agricultura, pela oportunidade de realização do Doutorado.

Ao Grupo Farroupilha pelo financiamento do projeto.

Ao Grupo Raízen Energia S/A pela parceria na realização deste trabalho e a todos os funcionários da Raízen - Unidade Barra, pelo auxílio nas atividades práticas.

A Capes pela concessão da bolsa de estudos. O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

E a todos que de alguma forma colaboraram para a realização deste trabalho.

RESUMO

Inúmeros são os patógenos que reduzem a produção da cana-de-açúcar, em particular os fitonematoides apresentam grande importância. Em campo, os sintomas de ataque de nematoides são reboleiras de plantas raquíticas e cloróticas, murchas nas horas mais quentes do dia e menos produtivas. Na tentativa de diminuir as populações de nematoides abaixo do nível de dano econômico, vários métodos de controle, em integração, têm sido pesquisados, dentre eles está o controle químico, biológico e adição de matéria orgânica ao solo. Objetivou-se, por meio do presente estudo, avaliar os efeitos estimulantes de crescimento de plantas de cana-de-açúcar pela aplicação de *Trichoderma asperellum*, *Bacillus subtilis* e *Bacillus methylotrophicus* no controle biológico de nematoides, em área sem e com aplicação de torta de filtro. O experimento foi conduzido em cana planta, soca e soca de 4º corte, nos anos agrícola de 2015/16 e 2016/17, em áreas pertencente à Usina da Barra, Grupo Raízen Energia S/A. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com quatro repetições: sendo em esquema fatorial 2x5, para cana planta e soca, constituído do fator torta de filtro (1 - sem e 2 - com) combinado com o fator nematicida (1 - controle, 2 - carbofurano, 3 - Quality + Rizos, 4 - Quality + Onix, 5 - Quality + Onix + Rizos), e apenas do fator nematicida para cana soca de 4º corte. As avaliações realizadas foram: teores foliares de macronutrientes, avaliações biométricas (altura, diâmetro, número de colmos por metro, comprimento médio de entrenós, número de entrenós e produtividade de colmos) e tecnológicas (pol, pureza, fibra, açúcar redutor, açúcar total recuperável e produção de açúcar). A incorporação de torta de filtro no solo contribuiu para incrementos na produtividade da cultura através da adição de matéria orgânica e nutrientes ao solo. De maneira geral, o controle biológico com o uso dos microrganismos mostrou-se eficaz quando comparado ao tratamento controle, seja reduzindo a comunidade de nematoides no solo ou promovendo o crescimento das plantas. O tratamento químico com carbofurano proporcionou maior produtividade de colmos, sendo superior ao tratamento controle, em cana soca e quarta soca. A combinação dos nematicidas biológicos Quality + Rizos + Onix em cana planta, apresentou ação semelhante ao controle químico com carbofurano, contribuindo para aumento na produtividade de colmos e, conseqüentemente, maior produção de açúcar.

Palavras chave: *Saccharum* spp., *Trichoderma asperellum*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus methylotrophicus*, torta de filtro.

ABSTRACT

There are many pathogens that reduce the sugarcane production, especially the phytonematodes are of great importance. In the field, the nematode attack symptoms are the formation of reeds and stunted and chlorotic plants, wilted in the hottest hours of the day and less productive. In order to reduce nematode populations to a minimum level of economic damage, several integration methods have been researched, including chemical, biological control and addition of organic matter to the soil. The objective of this study was to evaluate the growth stimulating effects of sugarcane plants by the application of *Trichoderma asperellum*, *Bacillus subtilis* and *Bacillus methylotrophicus* in the biological control of nematodes, in an area without and with application of filter cake. The experiment was carried out in sugarcane plant, sugarcane ratoon and 4th ratoon, in the agricultural years of 2015/16 and 2016/17, in areas belonging to the Usina da Barra, Grupo Raízen Energia S/A. The experimental design was a randomized complete block design, with four replications: a 2x5 factorial scheme for sugarcane plant and ratoon, consisting of filter cake factor (1 - without and 2 - with) combined with nematicidal factor (1 - control, 2 - carbofuran, 3 - Quality + Rizos, 4 - Quality + Onix, 5 - Quality + Onix + Rizos), and only the nematicidal factor for sugarcane 4th ratoon. The evaluations were: foliar macronutrient contents, biometric evaluations (height, diameter, number of stalks per meter, mean internode length, number of internodes and shoot yield) and technological (pol, purity, fiber, reducing sugar, total sugar recoverable and sugar production). The incorporation of filter cake into the soil contributed to increases in crop productivity through the addition of organic matter and nutrients to the soil. In general, the biological control with the use of the microorganisms was effective when compared to the control treatment, either reducing the nematode community in the soil or promoting the growth of the plants. The chemical treatment with carbofuran provided higher stalks yield, being superior to the control treatment, in sugarcane ratoon and fourth ratoon. The combination of the biological nematicides Quality + Rizos + Onix in sugarcane plant presented similar action to the chemical control with carbofuran, contributing to increases in stalk yield and, consequently, higher sugar production.

Key words: *Saccharum* spp., *Trichoderma asperellum*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus methylotrophicus*, filter cake.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
2	REVISÃO DE LITERATURA	18
2.1	Cultura da Cana-de-açúcar	18
2.2	Nematoides na cultura da Cana-de-açúcar	19
2.2.1	Gênero <i>Meloidogyne</i>	21
2.2.2	Gênero <i>Pratylenchus</i>	24
2.3	Métodos de controle de nematoides em cana-açúcar	26
2.3.1	Controle químico	27
2.3.2	Controle biológico.....	28
2.3.2.1	<i>Gênero Trichoderma</i>	28
2.3.2.2	<i>Gênero Bacillus</i>	31
2.3.3	Incorporação de material orgânico no solo.....	33
3	MATERIAIS E MÉTODOS	35
3.1	Característica e localização da área experimental	35
3.2	Delineamento experimental e tratamentos	37
3.3	Características da torta de filtro e dos nematicidas biológicos.....	37
3.4	Implantação do experimento.....	38
3.5	Características das variedades.....	41
3.6	Avaliações.....	41
3.6.1	Variáveis nutricionais.....	41
3.6.2	Variáveis biométricas	42
	a) <i>Número de colmos por metro</i>	42
	b) <i>Altura de plantas</i>	42
	c) <i>Número de entrenós</i>	42
	d) <i>Comprimento médio de entrenó (CME)</i>	42
	e) <i>Diâmetro do colmo</i>	42
	f) <i>Produtividade de colmos (TCH)</i>	43
3.6.3	Parâmetros Tecnológicos.....	44
	a) <i>Pol (%)</i>	44
	b) <i>Pureza do Caldo</i>	44
	c) <i>Fibra</i>	44
	d) <i>AR cana (%)</i>	45

	<i>e) Açúcar teórico recuperável cana (ATR)</i>	45
	<i>f) Produtividade de açúcar (TPH)</i>	46
3.7	Análise estatística	46
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	47
4.1	Teores de macronutrientes das folhas	47
4.2	Variáveis biométricas e produtividade de colmos	51
4.3	Variáveis tecnológicas e produção de açúcar	58
5	CONCLUSÕES	61
	REFERÊNCIAS	63

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor mundial de cana-de-açúcar, apresentando na safra de 2018/19 uma área de 8,61 milhões hectares, distribuídas em todos estados produtores, sendo que a maior parte dessa produção encontra-se no estado de São Paulo, com 52% (4.439,8 milhões hectares) da área plantada (CONAB, 2018).

A cana-de-açúcar representa uma das melhores e mais importantes fontes de energia renovável no mundo, sendo a principal matéria-prima para as indústrias de açúcar e álcool (FELIPE, 2008). Com a expansão da cultura, seja pelo aumento da área plantada ou pelo aumento em produtividade, vem aumentando, também, os problemas fitossanitários, entre os quais destaca-se a ação dos fitonematoides (MOURA, 2000).

Os fitonematoides são importantes parasitas de cana-de-açúcar, causando grandes danos ao sistema radicular, tornando-o deficiente e pouco produtivo. Em consequência disso, ocorrem reduções significativas na produtividade agrícola. Essas reduções podem variar com as espécies encontradas, a população de nematoides e a variedade cultivada (OLIVEIRA et al., 2005).

Dinardo-Miranda et al. (2003) estimaram que os danos causados pelos fitonematoides na cana-de-açúcar podem ser superior a 20% da produtividade da cultura. Os prejuízos ocasionados pelos fitonematoides, em áreas cultivadas, podem inviabilizar a utilização dessas áreas para novos cultivos.

Na tentativa de diminuir as populações de nematoides, abaixo do nível de dano econômico, vários métodos de controle têm sido pesquisados nos últimos anos, visando uma integração entre as técnicas disponíveis para tornar o processo produtivo mais racional, eficiente e econômico (NOVARETTI et al., 1998). Dentre as medidas de controle aos nematoides, estão: o uso de variedades resistentes a nematoides, rotação de culturas, controle químico, controle biológico e adição de matéria orgânica ao solo.

O controle biológico apresenta uma série de vantagens em relação ao químico, pois não contamina, não desequilibra o ambiente e nem deixa resíduos, além de ser barato e de fácil aplicação (SOARES, 2006). Os bionematicidas ou nematicidas biológicos são usados como um nematicida tradicional, sendo aplicados diretamente no solo (NOVARETTI, 1995).

Uma grande quantidade de organismos é capaz de repelir, inibir ou mesmo levar à morte os fitonematoides, dentre eles, fungos e bactérias são os mais promissores organismos para utilização no controle biológico (DINARDO-MIRANDA et al., 2003; BARROS et al., 2000).

A incorporação de matéria orgânica vegetal ao solo é outra prática bem sucedida no controle de nematoides. Os mecanismos de ação associados com esta técnica são atribuídos, em parte, a fatores como a melhoria das características físicas e químicas do solo, resultando em melhor desenvolvimento das plantas, além do aumento da população de microrganismos antagonistas aos nematoides. Em certos casos, a decomposição destes resíduos resulta na liberação de produtos tóxicos aos nematoides (STIRLING, 1991).

De acordo com Ritzinger et al., (2006), além das melhorias físicas e químicas, a utilização de matéria orgânica possui outro mecanismo de ação, que é o desenvolvimento de microrganismos que competem com os nematoides fitoparasitas, por meio da liberação de nutrientes à planta, aumento da população de predadores ou de microrganismos parasitas existentes no solo, ou por meio da liberação de metabólitos tóxicos devido à sua decomposição, como compostos fenólicos, NH_3 ou nitrito, íons de Ca^+ .

A eficiência de determinado material orgânico no controle de nematoides depende de sua composição química e das espécies de microrganismos relacionados com a sua decomposição. A liberação de compostos tóxicos seria a ação direta da degradação do material orgânico e, provavelmente, promoveria rápida redução na população dos nematoides (RODRÍGUEZ-KÁBANA et al., 1987). Outros atributos, como a melhoria da estrutura e agregação do solo e da nutrição das plantas também podem favorecer o controle de nematoides (STIRLING, 1991).

Em virtude do sério problema que os nematoides representam para as culturas agrícolas, novos estudos se fazem necessários para viabilizar o uso de estratégias integradas de manejo de nematoides. Em função do exposto, o presente trabalho partiu da seguintes hipóteses: a adição de torta de filtro ao solo contribui para aumento da produtividade da cultura; a utilização dos microrganismos *Trichoderma asperellum*, *Bacillus subtilis* e *B. methylophilicus* têm ação promotora de crescimento em plantas de cana-de-açúcar e auxilia no controle de nematoides do solo.

Dessa forma, objetivou-se, por meio do presente trabalho, avaliar o benefício da aplicação de microrganismos recomendados para o controle de nematoides, tanto

em cana planta quanto em cana soca, e o reflexo na produtividade agroindustrial da cana-de-açúcar, sem e com aplicação de torta de filtro, mediante variáveis nutricionais, biométricas e tecnológicas.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Cultura da Cana-de-açúcar

A cana-de-açúcar é originária do sudeste asiático, na região de Nova Guiné e Indonésia (TERRAMOTO, 2003). É uma planta alógama, da classe Monocotiledônea, pertencente à família Poaceae e ao Gênero *Saccharum* (MONTE, 2004). As principais espécies deste gênero são: *Saccharum officinarum* L., *S. spontaneum*, *S. sinensis*, *S. barbieri*, *S. robustum*, sendo a cana-de-açúcar cultivada um híbrido multiespecífico, recebendo a designação *Saccharum* spp. (FRANÇA; JASINSKI, 2007).

É uma cultura de grande importância econômica no mundo, cultivada principalmente como matéria prima para produção de açúcar e álcool. O Brasil é o maior produtor mundial de cana-de-açúcar, destacando-se o estado de São Paulo como o maior produtor nacional (WACLAWOVSK et al., 2010). As principais regiões brasileiras produtoras são Nordeste e Centro-Sul, o que permite dois períodos de safra, de setembro a abril e de abril a novembro, possibilitando o desenvolvimento da cultura canavieira nas mais variadas condições climáticas (TAVARES, 2009).

A cana-de-açúcar possui metabolismo fotossintético C4, ou seja, é considerada altamente eficiente na conversão de energia radiante em energia química e chega a acumular o dobro de biomassa que uma planta C3, como a soja. (ALENCAR, 2012). O comportamento vegetativo da cana-de-açúcar é altamente dependente de fatores climáticos, sendo que as variações na disponibilidade térmica, pluviosidade, intensidade de luz exercem grande influência sobre o desenvolvimento fenológico da cultura afetando sua produtividade (LIU et al., 1998; SMIT; SINGELS, 2006; UEHARA et al., 2009). A deficiência hídrica, além de temperaturas extremas e baixa radiação solar são algumas das principais limitações ao seu desenvolvimento (SMIT; SINGELS, 2006; MCCORMICK et al., 2008; HEERDEN et al., 2010).

A cana-de-açúcar é uma cultura semiperene e expressa um bom desenvolvimento em solos onde há boa aeração e drenagem, o que exige solos com profundidade superior a um metro. O desenvolvimento da cana pode ocorrer em dois ciclos. O primeiro ciclo da cultura é chamado de cana-planta, ou seja, quando a cultura ainda não teve o primeiro corte. O período da cana-planta pode ser de 12 ou 18 meses (CONAB, 2014).

Após o primeiro corte encerra-se o ciclo da cana-planta e se inicia o ciclo da cana-soca. Neste ciclo o período passa a ser de 12 meses para todas as variedades. A cultura tem como característica ser semiperene porque permite vários cortes, sem a necessidade de replantio, porém a cada safra é necessária a aplicação de insumos agrícolas de forma que a cultura continue com patamares de produtividade vantajosos (CONAB, 2014).

Uma das principais características das poáceas é a capacidade de perfilhamento, sendo esta a razão mais importante para a produtividade das culturas, como a cana-de-açúcar. O perfilhamento ocorre nos primeiros meses após a emissão dos perfilhos primários, tanto em cana planta quanto em cana soca, e os fatores responsáveis inicialmente por ele são: temperatura e radiação solar, a variedade utilizada, a densidade do plantio, o ciclo (cana-planta ou soca), bem como a disponibilidade de água e de nitrogênio no solo, que podem ser determinantes pela intensidade do perfilhamento (SUGUITANI; MATSUOKA, 2001).

Segundo Gascho e Shih (1983), a cana-de-açúcar apresenta quatro diferentes estádios em sua fenologia, conhecidos por: brotação e emergência dos brotos (colmos primários); perfilhamento e estabelecimento da cultura (da emergência dos brotos ao final do perfilhamento); período do grande crescimento (do perfilhamento final ao início de acumulação da sacarose), e maturação (intensa acumulação de sacarose nos colmos). O momento de colheita é definido em função da variedade, época de plantio e, conseqüente, duração do ciclo, manejo da maturação e condições climáticas.

2.2 Nematoides na cultura da Cana-de-açúcar

Os nematoides pertencem ao reino Animal (Animalia), filo Nemata ou Nematoda. São animais invertebrados, pseudocelomados, não segmentados, de simetria bilateral, ovíparos, dioicos, com aparelho digestivo e reprodutivo completo. Nematoides são organismos geralmente tubulares alongados (filiformes), e medem, em média, de 0,5 a 4,0 mm de comprimento. Dentre os animais multicelulares, os nematoides são os mais abundantes. Podem ser de vida livre, encontrados na água, solo ou matéria orgânica em decomposição, ou em parasitismo com plantas (fitoparasitos) e animais (zooparasitos) (YEATES et al., 1993; CARES et al., 2006).

Todo o corpo do nematoide é envolto por uma camada protetora conhecida como cutícula. A cutícula dos nematoides pode ser lisa ou anelada quando vista ao

microscópio ótico. O corpo do nematoide possui três partes: região cefálica (cabeça), onde encontram-se os lábios, os anfídeos (receptores químicos), as papilas (receptores tácteis), a boca (estoma) e o estilete, região mediana, nesta região encontra-se o esôfago, intestino e o sistema reprodutivo (vulva, ovário) e no macho, parte do sistema reprodutivo e a região caudal, que é composta em geral pelos fasmídeos (órgãos sensoriais), receptores tácteis, ânus ou cloaca, espículos (machos) e bursas (machos) (CARES et al., 2006).

A morfologia da região anterior e da cavidade bucal do nematoide está relacionada ao seu hábito alimentar. Os nematoides encontrados no solo são poliespecíficos, constituídos basicamente por cinco grupos funcionais: bacteriófagos, micófagos, parasitos de plantas ou animais, predadores e onívoros (CARES et al., 2006). Os dois grupos mais abundantes são os parasitas de plantas, também denominados fitófagos e os bacteriófagos (YEATES et al., 1993).

Nematoides fitoparasitos apresentam estilete, o qual pode ser do tipo estomatostílio ou odontostílio. Porém, nem todos os nematoides que possuem estilete são fitoparasitos. Existem nematoides portadores de estilete que são micófagos; outros são predadores ou onívoros. Portanto, a presença do estilete é condição necessária, mas não suficiente para o parasitismo. O estilete é uma estrutura alongada e fina usada para romper a parede celulósica das células das plantas, com isso facilitando a ingestão de alimentos (CARES et al., 2006).

Nematoides parasitos de plantas podem ser endo ou ectoparasitos. Os ectoparasitos são nematoides que permanecem fora do hospedeiro e o penetram apenas com o estilete ou com pequena parte anterior de seu corpo. Estes podem ser ectoparasitas sedentários, que penetram com a parte anterior do corpo e aumentam consideravelmente de tamanho a porção anterior, perdendo, portanto a capacidade de locomoção; ou ectoparasitas migradores, que mantêm o corpo esbelto e a capacidade de locomoção. Os endoparasitas são nematoides que penetram com todo o corpo no hospedeiro, podendo ser sedentários ou migradores. Os sedentários penetram inteiramente nas raízes, gerando a formação de células nutridoras e se tornam obesos, perdendo sua capacidade de locomoção. Já os endoparasitas migradores, penetram nas raízes e se alimentam das células nutridoras, podendo abandonar o hospedeiro a qualquer momento (LORDELLO; LORDELLO, 1992).

Todas as espécies de plantas cultivadas são atacadas por fitonematoides. Sua presença, contudo, é pouco notada pelos agricultores, devido ao seu pequeno

tamanho e pelo fato de, geralmente, não provocarem o aparecimento de sintomas muito visíveis nas plantas (TIHOHOD, 1993).

Nas condições brasileiras, três espécies de nematoides são reconhecidamente importantes para a cana-de-açúcar, em função dos danos que causam à cultura, sendo elas: *Meloidogyne javanica*, *Meloidogyne incognita* e *Pratylenchus zae* (DINARDO-MIRANDA et al., 2003).

Em campo, os sintomas de ataque de nematoides são reboleiras de plantas raquíticas e cloróticas, murchas nas horas mais quentes do dia e queda na produtividade das culturas. Esses sintomas na parte aérea são reflexos do ataque dos nematoides às raízes, de onde esses parasitos extraem nutrientes e injetam toxinas, resultando em deformações, como as galhas provocadas por *Meloidogyne*, e extensas áreas necrosadas, quando os nematoides presentes são *Pratylenchus*. Em consequência, as raízes se tornam pouco desenvolvidas, pobres em radículas e deficientes na absorção de nutrientes do solo (DINARDO-MIRANDA et al., 2003).

A grandeza dos danos causados por nematoides varia em função do nível populacional dos parasitos, do tipo de solo e da variedade cultivada. Para *M. javanica* e *P. zae* as perdas na produtividade variam, em média, de 20 a 30%, no primeiro corte em variedades suscetíveis. Para *M. incognita* as perdas ocasionadas podem ser maiores, cerca de 40%. Em casos de variedades muito suscetíveis e níveis populacionais muito altos, as perdas provocadas por nematoides podem chegar a 50% da produtividade, somente na cana planta. Deve-se, entretanto, somar a esse dano àqueles ocorrentes nas socas subsequentes que, embora menores, são também significativos, podendo atingir valores entre 10 e 20 t/ha por corte, o que reduz drasticamente a longevidade das soqueiras (DINARDO-MIRANDA et al., 2003).

Novaretti (1997) aponta que níveis maiores de 400 juvenis de *M. javanica* em 50 g de raízes indicam alta densidade populacional, justificando medidas de controle. Dinardo-Miranda et al. (1996) consideram que 2.500 juvenis por 50 g de raízes de *P. zae* causam reduções de produtividade na cultura, indicando alto nível populacional.

2.2.1 Gênero *Meloidogyne*

Os nematoides do gênero *Meloidogyne* são tidos como os mais importantes nematoides fitopatogênicos, pois tem uma ampla distribuição geográfica e apresentam

alto grau de polifagia, ou seja, possuem uma enorme gama de hospedeiros, causando grandes danos às culturas (FREITAS et al., 2001).

Esses nematoides representam um dos principais problemas para diversas culturas de importância agrícola no Brasil e no mundo, ocorrendo com maior frequência em países tropicais e subtropicais devido à temperatura e umidade adequadas para o seu desenvolvimento (LUC et al., 1990). As plantas infectadas tornam-se mais suscetíveis a outros fitopatógenos, ficam menos resistentes a estresses, especialmente o hídrico, e não respondem satisfatoriamente às práticas de adubação (MOURA, 1996).

No Brasil, principalmente *M. javanica* e *M. incognita* representam sérios problemas à produção em diversas regiões, como no norte do Rio Grande do Sul, no oeste, sudoeste e norte do Paraná, no sul e norte de São Paulo e no sul do Triângulo Mineiro. Na região central do Brasil, vários focos têm sido detectados e o problema é crescente. As principais causas deste problema são a baixa eficiência de alguns sistemas de rotação de culturas na redução populacional destes parasitas e a evidente carência de cultivares resistentes adaptadas às diferentes regiões do país (MOURA, 1996).

Os sintomas causados pelo ataque de nematoides caracterizam-se por sintomas diretos e indiretos. Os sintomas diretos são observados nos próprios órgãos vegetais infestados, geralmente nas raízes, e os indiretos, são verificados na parte aérea das plantas. No gênero *Meloidogyne*, os sintomas nas raízes são formação de galhas de tamanhos variáveis, redução no crescimento de raízes laterais e menor desenvolvimento do sistema radicular. Na parte aérea, há redução no crescimento da planta, murcha nas horas mais quentes do dia, tombamento, queda de folhas, sintomas de deficiência mineral e menor perfilhamento de plantas (FERRAZ; MONTEIRO, 1995).

As espécies de nematoides do gênero *Meloidogyne* prejudicam as plantas com a excreção de substâncias que promovem o crescimento anormal da célula e posterior formação de galhas. Para os organismos, as galhas constituem ponto de alimentação, desenvolvimento e reprodução. Para as plantas, as galhas são responsáveis pelo bloqueio na translocação de seiva e colapso no sistema de nutrição da planta (LORDELLO; LORDELLO, 1992).

O ciclo de vida dos nematoides se inicia com a deposição dos ovos pela fêmea. Cada fêmea de *Meloidogyne*, possui o corpo globoso e uma região anterior formando

“pescoço”. A fêmea deposita seus ovos em um único local da raiz, dentro de uma massa gelatinosa. Os ovos mantêm-se unidos devido à presença dessa substância gelatinosa secretada pelas glândulas retais da fêmea, que flui através do ânus durante o período de ovoposição (FERRAZ; MONTEIRO, 1995).

As massas podem ser depositadas em meio ao parênquima cortical (internas) ou sobre a superfície das raízes (externas), reunindo cada uma 400 ou 500 ovos. No interior dos ovos, encontram-se juvenis do 1º estágio (J1), que logo sofrem a primeira ecdise, originando juvenis do 2º estágio (J2). Após a eclosão, esses juvenis, vermiformes e móveis, passam a migrar no solo à procura de raízes de um hospedeiro favorável. Esta é considerada a forma infectante. O J2 irá procurar uma raiz para alimentar-se, guiada pelos exsudados da planta. Sua forma é vermiforme, cauda geralmente afilada, onde penetra normalmente próximo a capa protetora da raiz, na sua extremidade, movendo-se para o interior até o córtex. No córtex, os J2 introduzem o estilete nas células do parênquima. As primeiras punções do estilete são acompanhadas de secreções das glândulas esofagianas que causam um crescimento das células, levando à formação das "células gigantes" nutritoras, pela destruição das paredes celulares, aumento do núcleo e mudanças protoplasmáticas (TIHOHOD, 2000).

Ao mesmo tempo, há uma intensa multiplicação celular (hiperplasia) em torno da região do corpo do juvenil. Estas mudanças são acompanhadas, normalmente, pelo engrossamento das raízes e formando distintas galhas. Enquanto as células gigantes e galhas estão se formando, a largura do juvenil vai aumentando. O juvenil sofre uma série de transformações que culminam nas ecdises, dando origem aos estádios juvenis J3 e J4 e, finalmente, aos adultos macho e fêmea (TIHOHOD, 2000).

A presença de dimorfismo sexual no gênero *Meloidogyne* faz com que as formas J3 e J4 tornem-se salsichoides e as fêmeas assumem o formato de pera. Se tratando de um gênero de nematoide endoparasita sedentário, as fêmeas, uma vez formadas, são incapazes de se locomoverem. Já os machos são sempre alongados, mas em menor proporção que as fêmeas. No gênero *Meloidogyne* os machos não se alimentam, e, uma vez formados, retornam ao solo (LORDELLO; LORDELLO, 1992).

A duração do ciclo biológico é muito influenciada por fatores como temperatura, umidade e planta hospedeira, entre outros. De modo geral, completa-se em três a quatro semanas. Para *M. arenaria*, *M. incognita* e *M. javanica*, a faixa ideal de temperatura é de 25 a 30°C (FERRAZ; MONTEIRO, 1995).

As diferenças entre *M. incognita* e *M. javanica* com relação ao ataque nas culturas está relacionado à sua agressividade. Dinardo-Miranda (1999), avaliaram comparativamente as duas espécies na cultura da cana-de-açúcar e os resultados observados denotaram um potencial superior de *M. incognita* em relação a *M. javanica*, uma vez que *M. incognita* foi frequentemente relacionado a um maior nível de danos causados à cultura que *M. javanica*.

2.2.2 Gênero *Pratylenchus*

Nematoides do gênero *Pratylenchus* são conhecidos como nematoides das lesões radiculares, devido aos sintomas na forma de lesões necróticas, que causam nas raízes de seus hospedeiros (TIHOHOD, 2000). Esses nematoides apresentam distribuição generalizada em diferentes regiões de clima tropical, subtropical e temperado, ocupando o segundo lugar em relação aos impactos econômicos mundiais e nacionais, referentes a várias culturas agrícolas, sendo superados apenas pelos nematoides-de-galhas (gênero *Meloidogyne*) (SASSER; FRECKMAN, 1987; TIHOHOD, 1997; FERRAZ, 1999).

O gênero *Pratylenchus* congrega nematoides polípagos (apresentam ampla gama de hospedeiros) que podem parasitar um elevado número de espécies vegetais, porém existem claras diferenças de preferências de hospedeiros entre as espécies do gênero. São parasitas habitantes do solo, encontrados em todas as regiões agrícolas do mundo. Em solos sob vegetação nativa, *Pratylenchus spp.* são mais frequentemente encontrados do que nematoides das galhas (*Meloidogyne spp.*), porém, muitas vezes os níveis populacionais são muito baixos ou até mesmo não detectáveis (GOEDE; BONGERS, 1998; GOULART; FERRAZ, 2003; GOULART et al., 2003).

São considerados endoparasitas migradores que causam severos danos nas raízes das culturas devido à alimentação, movimentação ativa e liberação de enzimas e toxinas no córtex (parênquima) radicular. Tanto a penetração na planta hospedeira, como a migração no interior das raízes, é facilitada por uma combinação de ações: mecânica (uso do estilete e movimentação de todo o corpo) e tóxica (degradação enzimática das paredes celulares vegetais) (GOEDE; BONGERS, 1998).

O ciclo de vida compreende o ovo, quatro estádios juvenis (J1 a J4) e a forma adulta. Todos os estágios juvenis (exceto J1) e os adultos são infectivos e a

penetração na planta pode ser inter ou intracelular. Em geral, as fêmeas depositam seus ovos dentro das raízes. A primeira ecdise acontece ainda dentro do ovo, e juvenis de segundo estágio J2 eclodem e iniciam a alimentação. Diferentemente da maioria das espécies de nematoides de importância econômica, como *Rotylenchulus reniformis*, *Meloidogyne spp.* e *Heterodera glycines*, não há formação de sítio permanente de alimentação. Após processo de digestão pré-oral do conteúdo citoplasmático de uma célula, normalmente do córtex radicular, os nematoides absorvem o material pré-ingerido por meio do estilete (TIHOHOD, 1997).

À medida que o nematoide aumenta de tamanho, há necessidade de passar por outras ecdises, passando pelas fases de juvenil de terceiro estágio (J3) e quarto estágio (J4) e, por fim, chegando ao estágio adulto com predominância de fêmeas de reprodução partenogênica e baixa ocorrência de machos. É comum as espécies completarem todo o seu ciclo dentro da raiz, mas quando ela não oferece mais condições favoráveis, geralmente por excessiva densidade populacional que resulta em escassez de alimento, o nematoide precisa buscar o solo e procurar novas raízes (LORDELLO; LORDELLO, 1992; TIHOHOD, 1997).

Uma geração completa o seu ciclo em 29 a 32 dias em média, dependendo das condições climáticas, e o desenvolvimento pode ser no solo ou no interior dos tecidos vegetais das raízes de plantas hospedeiras. A duração do ciclo pode ser afetada por fatores como temperatura e planta hospedeira. *P. zaeae* e *P. brachyurus*, que são espécies bastante disseminadas em regiões de clima tropical, completam o seu ciclo em 30 dias a 28-30°C, sendo que temperaturas maiores que 35°C e menores que 10°C prejudicam e retardam este processo (TIHOHOD, 1997).

Nematoides do gênero *Pratylenchus* são organismos móveis no solo e no interior das raízes da planta hospedeira, por causa do hábito migrador. No solo, possuem a capacidade de se movimentar por uma distância de 1 m até 2 m a partir da rizosfera da planta que infectam, porém muitas operações agrícolas, especialmente aquelas que envolvem trânsito de máquinas e veículos, favorecem a dispersão mais acentuada desses nematoides no campo. A migração ativa no solo ocorre somente quando a umidade, a textura e a temperatura do solo são favoráveis (WALLACE, 1973; CASTILLO; VOVLAS, 2007).

A textura do solo é um dos principais fatores que influenciam a distribuição de espécies de *Pratylenchus*. Solos arenosos ou de textura média favorecem a maioria das espécies. Endo (1959) demonstrou que solos arenosos favorecem *P. brachyurus*.

A incidência de *P. penetrans* foi relacionada positivamente com a porcentagem de areia do solo e a quantidade de chuva (JORDAAN et al., 1989).

Os sintomas nas lavouras por ataques de *Pratylenchus* podem ser diretos ou indiretos. Os sintomas diretos são analisados nas raízes, que são os órgãos de ataque do nematoide. Devido à destruição das células na alimentação e movimentação de *Pratylenchus*, observam-se como principais sintomas as lesões, que se caracterizam por pequenas manchas de tonalidade escura na superfície da raiz e que contrastam com os tecidos saudáveis. Os sintomas indiretos são observados na parte aérea. Plantações infestadas pelo nematoide das lesões radiculares, geralmente não apresentam reboleiras muito nítidas e sim plantas menos desenvolvidas e com folhas amareladas ao lado de plantas com sintomas mais moderados, apresentando desuniformidade na lavoura e perdas no rendimento da cultura (BARBOSA et al., 2009).

Nematoides do gênero *Pratylenchus* são comumente encontrados em quase todas as regiões brasileiras de cultivo de cana-de-açúcar. Dentre as espécies de *Pratylenchus* associadas à cultura, destacam-se as espécies *P. zaeae* e *P. brachyurus* (MOURA et al., 2000; CHAVES et al., 2002; SEVERINO et al., 2010).

Para identificação de espécies dos nematoides do gênero *Pratylenchus*, caracteres morfoanatómicos e morfométricos são utilizados na determinação das espécies com auxílio de microscópio óptico e microscópio eletrônico de varredura, conjuntamente com chave taxonômica (CASTILLO; VOVLAS, 2007).

2.3 Métodos de controle de nematoides em cana-açúcar

As principais dificuldades encontradas no controle de nematoides são atribuídas a diversos fatores, dentre os quais destaca-se a ampla gama de hospedeiros da maioria das espécies, o que facilita sua perpetuação (FREIRE et al., 2002). As identificações do gênero e das espécies de nematoides em culturas de importância econômica são imprescindíveis para o planejamento de medidas de controle, tendo em vista as particularidades de cada região e cultura (ROESE et al., 2001).

O controle de nematoides visa melhorar a qualidade da produção em áreas comerciais. Deste modo, as medidas de controle implicam em reduzir a população

abaixo do nível de dano econômico, já que a eliminação é extremamente difícil (TAYLOR; SASSER, 1983).

Na tentativa de diminuir as populações de nematoides abaixo do nível de dano econômico, vários métodos de controle, em integração, têm sido pesquisados nos últimos anos para tornar o processo produtivo mais racional, eficiente e econômico. As técnicas de controle mais recomendadas em geral, são: material de propagação sadio, uso de cultivares resistentes ou tolerantes, rotação de cultura com plantas não hospedeiras, revolvimento do solo, controle químico, controle biológico e incorporação de matéria orgânica no solo (NOVARETTI et al.,1998).

2.3.1 Controle químico

O uso de nematicidas químicos no cultivo da cana-de-açúcar tem contribuído significativamente para a produtividade da cultura, quando conduzida em solos infestados por nematoides. Contudo, estes têm seu uso cada vez mais restrito, por sua alta toxicidade e baixa eficácia de controle após repetidas aplicações (DONG; ZANG, 2006).

O controle químico com o uso de carbofurano, já foi considerado eficiente método no controle de nematoides. Segundo Dinardo-Miranda et al. (1998), a aplicação de carbofurano no plantio em áreas infestadas por nematoides do gênero *Meloidogyne*, podem resultar em incrementos de produtividade agrícola de até 40 t/ha. Com a mesma linha de pesquisa, Novaretti et al. (1978), realizaram experimentos de controle químico destes nematoides com aumentos de produção na ordem de 30%.

Em cana soca, os incrementos de produtividade obtidos em função do tratamento com nematicidas químicos são menores, mas também economicamente vantajosos em muitas situações. Um dos exemplos está nos dados do ensaio de Dinardo-Miranda e Garcia (2002), no qual a aplicação de carbofuran 100G e aldicarb 150G, em soqueira da variedade RB835113, infestada por *P. zae*, reduziram significativamente as populações do nematoide e contribuíram para incrementos de produtividade, em relação à testemunha, da ordem de 11,6 a 16,7 t/ha.

2.3.2 Controle biológico

O termo controle biológico consiste em reduzir a população de um organismo alvo por outro organismo vivo (STIRLING, 1991). Este apresenta uma série de vantagens em relação ao controle químico, pois não contamina o solo, não desequilibra o meio ambiente e nem deixa resíduos, além de ser barato e de fácil aplicação (SOARES, 2006).

A busca por um controle alternativo, tal como o controle biológico, tem levado diversos pesquisadores a encontrar novos caminhos para um manejo integrado mais eficiente e duradouro. Esse método, além de ser o mais estudado, tem se destacado por ser um método promissor (ROMEIRO, 1995; NORDLUND, 1996; BETTIOL, 1999).

Grande quantidade de organismos são capazes de repelir, inibir ou mesmo levar a morte dos fitonematoides, sendo denominados de antagonistas. O termo antagonista emprega-se aos agentes biológicos com potencial para interferir nos processos vitais dos fitopatógenos. Desta forma, o nicho ecológico ocupado por antagonistas favorece o controle biológico, pois neste local podem competir por nutrientes e espaço com os patógenos, bem como produzir substâncias tóxicas a estes organismos ou, ainda, induzir a planta a desenvolver resistência às doenças (MELO; AZEVEDO, 1998).

Mais de 200 inimigos naturais de fitonematoides têm sido reportados, tais como fungos, bactérias, nematoides predadores e ácaros, sendo que os de maior potencial como agentes de controle biológico são as bactérias e os fungos (STIRLING, 1991). Dentre eles, podemos citar *Trichoderma*, *Paecilomyces*, *Penicillium*, *Pythium*, *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Agrobacterium* e *Streptomyces* como os gêneros mais estudados (MELO; AZEVEDO, 1998).

2.3.2.1 Gênero *Trichoderma*

Cerca de 75% dos antagonistas de nematoides identificados, são fungos que habitam normalmente o solo, podendo ser parasitas de ovos, predadores de juvenis, adultos ou cistos, ou ainda, produzirem metabólitos tóxicos aos nematoides (JATALA, 1986). Alguns fungos nematófagos também podem ser capazes de colonizar endofiticamente raízes de plantas e, além disso, controlarem doenças causadas por fungos de solo (MONFORT et al., 2005).

Os fungos produtores de metabólitos tóxicos, representados pelos gêneros *Aspergillus*, *Pleurotus*, *Penicillium*, *Trichoderma* e *Myrothecium*, demandam mais estudos sobre o efeito das possíveis substâncias tóxicas produzidas por eles no controle de nematoides. *Trichoderma spp.* é um conhecido agente de controle biológico de fungos fitopatogênicos (PAPAVIZAS, 1985; ELAD et al., 1993), entretanto, poucas pesquisas foram realizadas sobre a sua ação no manejo de nematoides (SPIEGEL; CHET, 1998; SHARON et al., 2001). Embora o principal modo de controle de nematoides por *Trichoderma spp.* seja a produção de compostos tóxicos, há relatos de parasitismo de ovos de fitonematoides por esse gênero de fungo (SPIEGEL; CHET, 1998; SHARON et al., 2001; EAPEN et al., 2005).

O gênero *Trichoderma* é encontrado naturalmente no solo, havendo poucos relatos sobre ocorrência de doenças de plantas causadas por esse fungo. Porém, quanto ao uso desse fungo no controle biológico o resultado é satisfatório (KUBICEK et al., 2001; HARMAN, 2004). De acordo com Weindling e Fawcett (1936), fungos desse gênero possuem rápido crescimento micelial, associado à alta produção de conídios, síntese de diversos antibióticos e capacidade de viver como organismos saprotróficos, simbióticos ou até mesmo como micoparasita. Esses organismos podem tolerar altas faixas de temperaturas (MCBEATH; ADELMA, 1991), no entanto a maioria vive e são mais efetivas em temperaturas entre 25°C a 40°C (HJELJORD et al., 2001), sendo sensíveis a temperaturas acima de 40°C e pHs básicos (MELO, 1996) e também a presença de íons metálicos quando estão em alta concentração (KÜÇÜK et al., 2008).

Alguns mecanismos são sugeridos para o controle biológico com *Trichoderma spp.* para o controle de fungos fitopatogênicos, como: antibiose, competição, micoparasitismo e hidrólise enzimática (ELAD, 1995; SIVAN; CHET, 1992). Enzimas como quitinases, proteases e glucanases são muito importantes para o processo de micoparasitismo (HARAN et al., 1996). Todos os mecanismos, exceto competição, possuem potencial para controle de nematoides. Esse fungo penetra cistos e ovos no interior destes cistos, resultando em morte de juvenis (KHAN; SAXENA, 1997).

Este fungo apresenta também a capacidade de induzir ações de defesa, pela própria planta. Segundo Howell (1987) estas ações consistem na expressão de um conjunto de proteínas conhecidas como PRs (proteínas de resistência) e na liberação de fitoalexinas, que protegem a planta contra infecções fúngicas. Plantas pré-imunizadas com *Trichoderma* são capazes de resistir às doenças causadas por outros

microrganismos fitopatogênicos. Dessa forma, é recomendada a aplicação de *Trichoderma* em cana-de-açúcar sempre de forma preventiva, no sulco de plantio ou sobre os toletes, para que o fungo colonizem as raízes induzindo a resistência da planta, antes do ataque dos patógenos.

De acordo com Viterbo et al. (2002) a produção dos metabólitos por *Trichoderma* que inibem o crescimento do fitopatógeno e induzem a resistência de doenças causadas por eles, podem produzir mudanças morfológicas e bioquímicas na planta hospedeira, contribuindo na solubilização ou sequestro de nutrientes inorgânicos e também na tolerância ao estresse. Alguns isolados de *Trichoderma* têm sido referidos como estimuladores do crescimento vegetal, pela habilidade que possuem na solubilização de fosfato e outros minerais, colocando-os disponíveis a planta (HARMAN, 2000). Além disso, em determinados isolados, foi caracterizada a síntese de vários análogos de auxinas, que favoreceram o crescimento da parte aérea e o crescimento das raízes (HOYOS-CARVAJAL et al., 2009).

Os mecanismos de *Trichoderma* na promoção de crescimento vegetal, em ausência de fitopatógenos, ainda são pouco esclarecidos quando comparado aos mecanismos de ação no qual envolve o controle biológico (POMELLA; RIBEIRO, 2009). Baugh e Escobar (2007), afirmam que a ação de *Trichoderma* como estimulador do crescimento é complexa e realizada por interações com fatores bioquímicos e produção de diversas enzimas e compostos benéficos.

Diversos pesquisadores têm direcionado os estudos para a promoção do crescimento vegetal e os resultados mostram aumento tanto no crescimento quanto na produtividade de diversas culturas como alface, algodão, arroz, berinjela, cenoura, cravo, crisântemo, eucalipto, ervilha, feijão, grão-de-bico, pepino, pimentão, rabanete, tabaco, tomate, entre outras (RESENDE et al., 2004; ALMANÇA, 2005; FORTES et al., 2007; JYOTSNA et al., 2008; FILHO et al., 2008; HOYOS-CARVAJAL et al., 2009).

Em estudo realizado por Carvalho Filho et al., (2008), ao avaliar o crescimento de mudas de eucalipto em substrato com diferentes isolados de *Trichoderma harzianum*, observaram aumento nas concentrações do fitormônio AIA nas raízes e na massa de matéria seca da parte aérea das plantas. Outra característica desses fungos é a ação dos compostos sideróforos, no qual são moléculas de baixo peso molecular, quelante de íons férricos sendo sintetizados por vários microrganismos, resultando na solubilização do ferro presente no solo, beneficiando as plantas e

favorecendo esses fungos sobre seus competidores na competição pelo ferro disponível no ambiente (BENÍTEZ et al., 1998).

De acordo com Howell (1987), além de suas diversas características, a presença do *Trichoderma* spp. no solo torna os nutrientes solúveis, permitindo maior e mais rápida absorção. Por isso, solos contendo *Trichoderma* spp. apresentam maior teor húmico, originários da lignina que é decomposta por este microrganismo e tendo como consequência o aumento da área radicular da planta, acompanhado do aumento da massa verde.

Segundo Harman (2000), os fungos são favorecidos pela presença de níveis elevados de raízes, as quais colonizam facilmente. Algumas estirpes são altamente capazes de colonizar e crescer em raízes do mesmo modo como elas se desenvolvem. As estirpes que colonizam melhor a rizosfera podem ser adicionadas ao solo ou em sementes por qualquer método. Depois que elas entram em contato com as raízes, colonizam a superfície da raiz ou córtex, dependendo da estirpe.

É provável que na maioria dos casos onde o controle biológico ocorra naturalmente, tal evento seja resultado da mistura de antagonistas, muito mais do que uma alta população de apenas um deles. Portanto, a introdução de uma mistura de antagonistas provavelmente resultaria em maior sucesso no controle biológico, pois aumentaria a eficácia e confiabilidade do controle, em função da ampliação do espectro de atividade, podendo reunir vários mecanismos de ação contra o patógeno alvo (SIDDIQUI; SHAUKAT, 2003).

Porém, a mistura de antagonistas pode ou não ser vantajosa para o controle de fitopatógenos devendo-se ter o cuidado de evitar a mistura de isolados incompatíveis (AKRAMI et al., 2009; LUCON et al., 2009). Esta situação foi reportada por Lucon et al. (2009). Na ocasião, os autores verificaram que na aplicação conjunta de cinco isolados de *Trichoderma* spp. contra *Rhizoctonia solani* apenas duas combinações entre os isolados do antagonista resultaram em maior controle da doença.

2.3.2.2 Gênero *Bacillus*

As bactérias do gênero *Bacillus* apresentam características adaptativas para viver na rizosfera colonizando raízes de plantas. Algumas espécies do gênero que são

classificadas como agente de controle biológico, possuem ampla gama de bactérias com efeito nematicida (STURZ; NOWAK, 2000; MACHADO et al., 2012).

O método biológico para o controle de fitonematoides pela ação da bactéria ocorre pela paralisação do ciclo de vida dos parasitas e redução da capacidade reprodutiva. As endotoxinas produzidas por *B. subtilis* no solo interferem no ciclo reprodutivo dos nematoides, sobretudo na oviposição e eclosão de juvenis de nematoides. Tal patógeno é dependente do estímulo de exsudatos vegetais para eclosão e orientação das larvas. Pode-se afirmar que *B. subtilis* interfere nesse estímulo, prejudicando o desenvolvimento do ciclo do nematoide (MANJULA; PODILE, 2005).

As espécies do gênero *Bacillus* têm sido utilizadas comercialmente para o biocontrole de patógenos de plantas e também para aumentar a produtividade das culturas (NGUGIA et al., 2005; YAO et al., 2006). Estas apresentam grande potencial para promover o desenvolvimento de plantas, sendo conhecidas como Rizobactérias Promotoras de Crescimento de Plantas (RPCPs) (SCHROTH; HANCOCK 1982; STIRLING, 1991; SIDDIQUI; MAHMOOD, 1999).

Tal fato ocorre devido a interação simbiótica que ocorre entre estas espécies, as quais proporcionam ações benéficas às plantas. Corroborando a isto, vários estudos relatam que as espécies de *Bacillus* que compõem a microbiota do solo, possuem capacidade de solubilização de fósforo, aumento da fixação de nitrogênio e solubilização de outros nutrientes (ARAUJO, 2008; RODRIGUEZ; FRAGA, 1999), síntese de fitormônios, controlando o crescimento radicular pela síntese de auxina, giberelina e citocinina (TSAVKELOVA et al. 2006; PERSELLO-CARTIEAUX et al., 2003), aumento do sistema radicular das plantas, aumento na produtividade das culturas, melhoria das condições do solo e possuem características peculiares que permitem a sua adaptação a ambientes adversos (MANJULA; PODILE, 2005).

Além disso, estes microrganismos têm sido empregados na agricultura, aumentando a resistência de plantas a diversos estresses ambientais como seca, metais pesados e escassez nutricional do solo (CLEMENTE et al., 2016).

Devido a esses fatores, essas espécies passaram a ser utilizadas em diversas culturas como alternativa de aumentar a produção e ter menores custos sem causar danos ao ambiente (VORPAGEL, 2010). Cavallet et al. (2000) observaram após a microbiolização de sementes, que houve aumento significativo na produtividade de grãos na cultura de milho. Já no estudo realizado por Araújo e Guerreiro (2010), foi

constatado que linhagens de *Bacillus* foram eficazes como promotoras de crescimento também em milho. Em outro exemplo, os metabólitos e hormônios vegetais produzidos pela linhagem de *B. subtilis* (AP-3) promoveram incrementos na nodulação e rendimento da soja no campo (ARAÚJO et al., 2005). Clemente et al. (2016) notou um expressivo aumento na produtividade em lavoura de cenoura após a aplicação de composto fermentado com linhagens selecionadas de *Bacillus* spp.

Em experimento realizado por Cardozo e Araújo (2011) foi observado o crescimento de cana-de-açúcar e reduziu a reprodução dos nematoides de galha (*Meloidogyne* spp.) quando utilizou-se *B. subtilis* em suspensão aquosa promoveu a aplicação de *B. subtilis*. Em outro experimento realizado por Mazzuchelli; Araújo (2011) foi observado que as aplicações de isolados de *B. subtilis* no momento do plantio controlaram os nematoides de forma semelhante ao tratamento com Carbofurano para as variáveis analisadas e promoveu maior massa da parte aérea quando comparada a RB72454 e obteve melhor resposta ao tratamento químico.

2.3.3 Incorporação de material orgânico no solo

O emprego de material orgânico no solo tem sido preconizado com destacada eficiência para controle dos nematoides, contribuindo para a redução do uso de produtos químicos e os consequentes impactos ao meio ambiente (MOURA, 2000). Muitos são os benefícios proporcionados pela incorporação da matéria orgânica ao solo.

Segundo Rodríguez-Kábana et al. (1987) e Kaplan et al. (1992), os produtos orgânicos quando adicionados ao solo, possibilitam aumento da população microbiana antagonista aos fitonematoides. Conforme Novaretti (1983), a incorporação de matéria orgânica ao solo cria condições favoráveis para multiplicação de inimigos naturais desses organismos, principalmente fungos, além de promover formação de substâncias orgânicas, tais como ácidos graxos voláteis, que podem apresentar ação nematicida.

A torta de filtro é um resíduo proveniente do processo de produção de açúcar e álcool, empregada como adubo orgânico de maneira rotineira em áreas de plantio de cana. Esta, possui elevados teores de matéria orgânica, altos teores de nitrogênio e fósforo, sendo, também, rica em cálcio, além de teores consideráveis de potássio, magnésio e micronutrientes (ORLANDO FILHO; LEME, 1984; BITTERN COURT,

1978). Cerca de 30% do conteúdo total de fósforo na torta de filtro, aparece na forma orgânica, sendo que a liberação do mesmo e do nitrogênio se dão gradativamente, por mineralização e por ataque de microrganismos no solo.

A aplicação de torta de filtro aumenta a atividade microbiológica e adição de novos microrganismos, diversificando a flora e a microflora do solo e pode aumentar a capacidade de reter maiores quantidades de água (SANTOS et al., 2012). Além disso, o uso de torta de filtro em áreas com altas densidades populacionais de nematoides diminuem as perdas de produtividade, incorrendo em ganhos de tonelada de cana por hectare - TCH (CHAVES et al., 2012).

Outro subproduto da produção do etanol utilizada para fertirrigação é a utilização de vinhaça. Este subproduto leva a pronta acidificação do solo que é restabelecida devido a ação das bactérias e outros organismos da microbiota (ALMEIDA, 1955; FERRIS; SANCHES-MORENO; BRENNAN, 2012). Outra característica desse subproduto é o enriquecimento de antagonistas aos nematoides, contribuindo para a diminuição populacional desses nematoides (PEDROSA et al, 2005). Trabalho realizado por Matos et al (2011), no qual foi utilizado irrigação com vinhaça, foi observado a menor dominância de espécies de *Meloidogyne* e *Pratylenchus*.

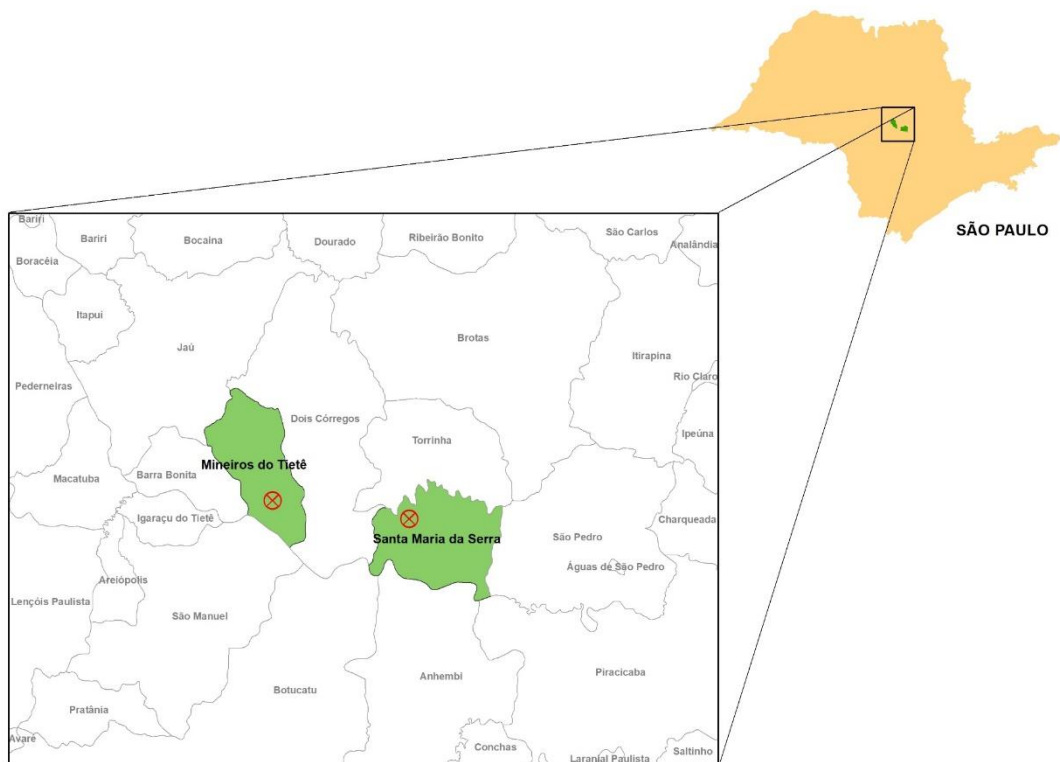
3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Característica e localização da área experimental

Os experimentos foram conduzidos em duas áreas experimentais pertencentes à Usina da Barra, Grupo Raízen Energia S/A. A primeira área, os experimentos foram conduzidos em cana planta e cana soca, nos anos agrícolas 2015/16 e 2016/17, localizado na fazenda Pedra Branca, município de Mineiros do Tietê (SP), apresentando como coordenadas geográficas 22° 30' latitude sul e 48°24' de longitude oeste, com 529 metros de altitude (Figura 1).

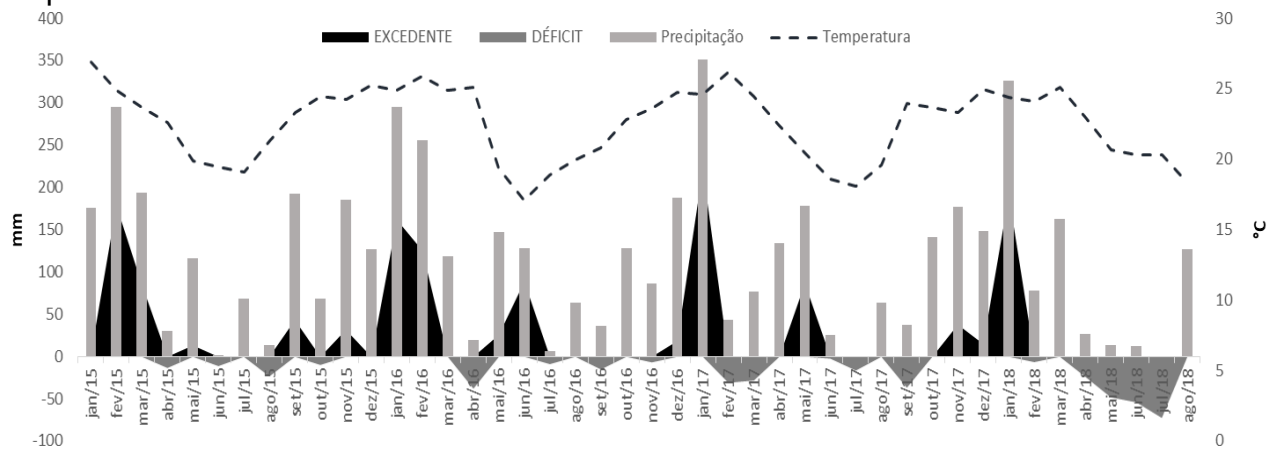
A segunda área, o experimento foi conduzido em soqueira de 4° corte no ano agrícola de 2016/17, localizado na Fazenda Aparecida do Norte. A área está localizada no município de Santa Maria da Serra (SP), apresentando como coordenadas geográficas 22° 31' de latitude Sul e 48° 12' de longitude Oeste, com altitude de 495 metros (Figura 1).

Figura 1 - Localização geográfica das áreas experimentais.



De acordo com a classificação de Köppen, o clima predominante da região é subtropical úmido (Cfa), com pluviosidade significativa ao longo do ano. A temperatura, precipitação pluvial e umidade relativa média anual são de 22°C, 1.563 mm e 70%, respectivamente. Os dados de precipitação pluvial foram registrados durante toda condução dos experimentos na Estação Meteorológica do Grupo Raízen / Usina da Barra S/A Açúcar e Álcool (Figura 2).

Figura 2 - Balanço hídrico para os anos agrícolas 2015/2016 e 2016/2017 na fazenda Pedra Branca, Mineiros do Tiête – SP e Balanço hídrico para o ano agrícola 2016/2017 na fazenda Aparecida do Norte, Santa Maria da Serra – SP. Estação Meteorológica do Grupo Raízen - Usina da Barra.



Segundo metodologia proposta pelo Instituto Agrônomo de Campinas – IAC/ Programa AmbiCana (2012), a área experimental de Mineiros do Tiête-SP (cana planta e cana 1ª soca) é classificada como ambiente D de produção e o solo é classificado como latossolo distrófico e a área de Santa Maria da Serra (cana 4ª soca) é classificada como ambiente E de produção e o solo é classificado como neossolo quartzarênico (EMBRAPA, 2006). As características químicas do solo foram determinadas antes da instalação do experimento, para cana planta e após o corte para cana soca e soca de 4º corte (Tabela 1).

Tabela 1 - Caracterização química do solo, de cada área experimental e safra agrícola.

Cana	pH	M.O	P	S	Al ³⁺	H+Al ³⁺	K	Ca	Mg	SB	CTC	V
	CaCl ₂	g dm ⁻³	res. mg dm ⁻³	mg dm ⁻³	-----mmolc dm ⁻³ -----							%
<u>2015/2016</u>												
Planta	4,8	16	38	4	0,49	27	0,5	15	4	19,5	74	26
4ª soca	5,6	10	19	4	0,20	11	1,4	9	4	14	25	55
<u>2016/2017</u>												
1ª Soca	6,0	22	52	5	0,20	15	1,3	42	17	61	76	79

3.2 Delineamento experimental e tratamentos

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com quatro repetições, em esquema fatorial 2x5, para cana planta e soca. Os tratamentos foram constituídos do fator torta de filtro (1 – sem e 2 – com, aplicação de 30 t ha⁻¹ no sulco de plantio) combinado com o fator nematicida, constando da aplicação de produtos químicos e biológicos: 1- controle, 2- tratamento químico com carbofurano (Furadan 6 L ha⁻¹), 3- *Trichoderma* (200 g ha⁻¹) + *Bacillus subtilis* (0,5 L ha⁻¹), 4- *Trichoderma* (200 g ha⁻¹) + *Bacillus methilotrophicus* (0,5 L ha⁻¹), 5- *Trichoderma* (200 g ha⁻¹) + *Bacillus methilotrophicus* (0,25 L ha⁻¹) + *Bacillus subtilis* (0,25 L ha⁻¹). Para cana soca de 4º corte, os tratamentos contaram apenas do fator nematicida.

As parcelas constaram de 04 linhas duplas de plantio com 10 metros de comprimento, considerando-se 02 linhas duplas de bordadura e 02 linhas duplas de área útil, desprezando-se 1 metro na extremidade de cada linha de plantas.

3.3 Características da torta de filtro e dos nematicidas biológicos

A composição química da torta de filtro utilizada para o experimento está apresentada na Tabela 2.

Tabela 2 – Características químicas da torta de filtro de cana-de-açúcar.

U	C	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	Mg	S	B	Zn	Cu	Fe	Mn
g kg ⁻¹											mg kg ⁻¹	
61	110	8,8	12,7	3,9	7,6	3,0	6,1	208	77	59	26.500	584

U: umidade;

Foram utilizados três produtos fabricados pelo Grupo Farroupilha, Quality, Rizos e Onix, e são constituídos de:

- a) Quality: composto por esporos de *Trichoderma asperellum*, apresentando em sua composição isolado SF 04 com mínimo de 1,0x10¹⁰ ufc/mL. Este

fungo é habitante natural do solo e tem a capacidade de se alimentar ou produzir substâncias que inibem o crescimento de diversos patógenos habitantes do solo, como *Fusarium spp.*, *Rhizoctonia solani* e *Sclerotinia esclerotiorum*.

- b) Rizos: composto por esporos de *Bacillus subtilis* linhagem QST 713. Na formulação estão presentes um mínimo de 3 bilhões de células bacterianas viáveis por mL ($3,0 \times 10^9$ ufc/mL). Os nematóides são direcionados para as raízes por meio de sinais químicos provenientes dos exsudatos radiculares. Essa cepa da bactéria *Bacillus subtilis*, é capaz de colonizar a rizosfera, ou seja, a região sobre influência das raízes das plantas. Com essa colonização, os sinais químicos emitidos pelas plantas não chegam até os nematoides que ficam desorientados e não atacam as raízes. Além da desorientação do patógeno, quando os metabólitos produzidos por essas bactérias entram em contato direto com os nematóides, afetam a sua mobilidade.
- c) Onix: apresenta em sua composição esporos da bactéria *Bacillus methilotrophicus*, na concentração de $1,0 \times 10^9$ ufc/mL (1 bilhão de células bacterianas por mL) agindo diretamente sobre os nematoides inibindo a sua ação.

3.4 Implantação do experimento

Antes da instalação do experimento, em cana planta e soca de 4° corte, realizou-se calagem para elevar a saturação por bases a 70%, conforme recomendação de Spironello et al. (1996), aplicando-se 3 t ha^{-1} e $1,5 \text{ t ha}^{-1}$ de calcário dolomítico (PRNT = 80%, CaO = 27% e MgO = 20%), respectivamente. Em cana planta, o preparo do solo consistiu de aração, seguida de gradagem e sulcação. Antes da distribuição dos toletes, realizou-se a adubação de plantio, mediante aplicação tratorizada do fertilizante formulado N-P-K 10-25-25 na dose de 550 kg ha^{-1} .

Conforme análise química do solo (Tabela 1), para a cana soca não foi necessária a realização de calagem ($V\%=79$). A adubação constou de N na dose de 220 kg ha^{-1} , para cana soca e N-P-K 25-00-25 na dose de 480 kg ha^{-1} , na soca de 4° corte.

Na ocasião da implantação dos experimentos, foi realizada amostragem de solo na área com objetivo de detectar presença de população de nematoides. Foram identificadas populações de nematoides da espécie *Pratylenchus zae* e do gênero *Meloidogyne* spp., em nível de infestação médio, na fazenda Pedra Branca; e na fazenda Aparecida do norte foram identificados nematoides das espécies *Pratylenchus zae* e *Meloidogyne javanica*, em nível de infestação alto.

O plantio da cana foi realizado no dia 24/06/2015, manualmente, com densidade de 15 gemas por metro, em sulcos duplos com espaçamento combinado de 1,5 x 0,9 m (Figura 3), utilizando a variedade RB867515.

Figura 3 - Toletes de cana-de-açúcar distribuídos na área de plantio. Mineiros do Tietê (SP), ano agrícola 2015/16.



A aplicação dos tratamentos com nematicidas foi realizada no sulco de plantio, sobre os toletes, em cana planta (Figura 4). Realizou-se a reaplicação dos nematicidas na soqueira de 1º corte, mantendo-se os tratamentos nas mesmas parcelas. Na soqueira de 4º corte, esta aplicação foi realizada na variedade RB966928. Em ambas soqueiras (soca de 1º corte e soca de 4º corte), aplicou-se os nematicidas com 60 dias após o corte, com as plantas medindo aproximadamente 30 cm de altura (Figura 5), nos dias 20/08/16 e 17/11/2016, respectivamente. As aplicações dos tratamentos com nematicidas foram realizadas com pulverizador costal com ponta do tipo “leque” da marca Jacto, em calda de pulverização de 100 L ha⁻¹. A

adição de torta de filtro foi realizada apenas no plantio da cana planta, sendo que não houve a reaplicação de torta na soqueira.

Figura 4 - Aplicação de nematicidas químicos e biológicos sobre toletes de cana-de-açúcar. Mineiros do Tietê (SP), ano agrícola 2015/16.



Figura 5 - Aplicação de nematicidas químicos e biológicos sobre a soqueira de cana-de-açúcar. Mineiros do Tietê (SP), ano agrícola 2016/17.



O controle de pragas e doenças foi realizado de forma preventiva aplicados no sulco de plantio. Foram utilizados os fungicidas com princípio ativo azoxistrobina (50

g i.a. ha⁻¹) e ciproconazol (20 g i.a. ha⁻¹) e os inseticidas com princípio ativo Fipronil (31,25 g i.a. ha⁻¹).

Aos 15 dias após o plantio (DAP) foi realizado o controle de plantas daninhas e nas soqueiras ocorreu aos 7 dias após a colheita (DAC). Esse controle se deu por meio da aplicação dos princípios ativos Clomazone (864 g i.a. ha⁻¹) e posteriormente Diuron (1280 g i.a. ha⁻¹), ambos utilizando um volume de calda de 200 L ha⁻¹. Os demais tratamentos culturais foram realizados de acordo com as necessidades da cultura.

3.5 Características das variedades

A variedade RB867515 apresenta porte alto, hábito de crescimento ereto, desenvolvimento rápido com boa brotação na planta e socas, excelente desempenho em solos de textura arenosa e maturação de média a tardia. Possui média despalha, diâmetro de colmo médio, cor verde arroxeado e roxo intenso quando exposto ao sol. Destaca-se pelo alto teor de sacarose e alta produtividade agrícola, sendo responsiva a maturador, podendo ser cortada em início de safra (DAROS et al., 2010).

A RB966928 é uma variedade de porte médio, hábito de crescimento semi-decumbente e maturação precoce, que apresenta desenvolvimento rápido, excelente germinação em cana-planta, brotação em soqueiras muito boa, alto perfilhamento em cana-planta e em cana-soca, com excelente fechamento de entrelinhas. Destaca-se por possuir alta produtividade agrícola, com elevado teor de açúcar e sanidade às principais doenças (carvão, ferrugem marrom, escaldadura e mosaico) (DAROS et al., 2010).

3.6 Avaliações

Foram realizadas as seguintes avaliações nas áreas de cana planta, soca e soca de 4º corte:

3.6.1 Variáveis nutricionais

Foi realizada a coleta da folha +1 (correspondente a 1ª folha a partir do ápice onde a bainha é completamente visível) para análise nutricional de macronutrientes aos 8 meses após o plantio, para cana planta e 8 meses após o corte, para cana soca, coincidindo com o período de maior desenvolvimento da cultura.

As amostras foram acondicionadas em saco de papel, devidamente identificado, onde foram submetidas à secagem em estufa com circulação forçada de ar, a 65°C, até atingirem massa constante. Posteriormente, as amostras foram enviadas ao laboratório para determinação das concentrações de N, P, K, Ca, Mg e S, conforme metodologia proposta por Malavolta et al. (1997).

3.6.2 Variáveis biométricas

As variáveis biométricas foram determinadas por ocasião da colheita.

a) Número de colmos por metro

O número médio de colmos foi determinado pela contagem de 2 m em duas fileiras duplas, sendo, portanto, em um total de 04 fileiras de plantas, efetuado com o auxílio de um gabarito, disposto aleatoriamente nas 2 linhas duplas centrais da área útil da parcela.

b) Altura de plantas

A altura de plantas foi realizada em 20 colmos por parcela, utilizando-se trena. Para determinação foi considerado a distância entre o solo até a região auricular da folha +1, de acordo com a numeração sugerida por Kuijper (DILLEWIJN, 1952).

c) Número de entrenós

A avaliação do número de entrenós foi realizada por meio da contagem de entrenós nos mesmos colmos utilizados para determinação do item 3.6.2 b.

d) Comprimento médio de entrenó (CME)

O comprimento médio de entrenó foi calculado dividindo-se os valores de altura de planta pelo número de entrenós.

e) Diâmetro do colmo

A determinação do diâmetro de colmo foi efetuada com auxílio de paquímetro digital (Figura 6), realizada no terceiro entrenó acima da superfície do solo, nos mesmos colmos utilizados para determinação do item 3.6.2 b.

Figura 6 - Determinação de variáveis biométricas (diâmetro do colmo) em cana-de-açúcar. Mineiros do Tietê (SP), ano agrícola 2015/16.



f) Produtividade de colmos (TCH)

A produtividade de colmos em $t\ ha^{-1}$ foi calculada segundo a fórmula proposta por Landell, onde os componentes de produção determinantes para o potencial agrícola são: a) altura de colmo (h); b) número de colmos (C); c) diâmetro de colmos (d).

A densidade de colmos foi realizada utilizando dois colmos industrializáveis por tratamento, retirado o internódio médio do terço inferior, do terço mediano e do terço superior de cada colmo e realizado a devida pesagem da matéria fresca, onde se obteve o valor da massa. Após esses procedimentos as amostras de internódios foram inseridas em um Becker de 1L, e preenchidos com água até completar o volume total. Ao ser retirado os internódios do Becker é obtida a medição do volume.

O cálculo para densidade de colmos é a diferença entre a massa e volume conforme a equação a seguir: $d = m/v$.

Como não foi observado efeito significativo da densidade de colmos entre os tratamentos e os valores médios serem muito próximos a 1, manteve-se a densidade do colmo igual a 1 conforme expressão matemática de Martins e Landell (1995).

O valor de tonelada de cana ha^{-1} foi estimada pela fórmula: $TCH = (0,007854 \times d^2 \times h \times C)/E$ (MARTINS; LANDELL, 1995), onde:

d^2 : diâmetro do colmo (cm) elevado ao quadrado;

h: altura de plantas (cm);

C: perfilhamento (N° colmos/m); e

E: espaçamento entre sulcos (m).

3.6.3 Parâmetros Tecnológicos

a) Pol (%)

A pol representa a porcentagem aparente de sacarose contida numa solução de açúcares. Para o caldo de cana madura o teor de glicose e frutose é geralmente baixo, menor do que 0,5%, comparado ao teor de sacarose, que pode estar acima de 16%, na média da safra, fazendo com que seu valor se aproxime bastante do teor real de sacarose, sendo normalmente aceito como tal. A sacarose, um dissacarídeo, é o principal parâmetro de qualidade tecnológica da cana-de-açúcar; refere-se ao açúcar diretamente cristalizável no processo de fabricação (FERNANDES, 2003).

Obtida através da fórmula $PCC (Pol\% \text{ cana}) = Pol\% \text{ caldo} * (1 - 0,01 * Fibra) * C$, onde C = coeficiente de transformação da pol do caldo extraído em pol do caldo absoluto, calculado pela equação $C = 1,0313 - 0,00575 * Fibra$. A Pol% caldo refere-se à sacarose aparente por cento do caldo e foi determinada em sacarímetro digital automático.

b) Pureza do Caldo

A pureza reflete a porcentagem de sacarose contida nos sólidos solúveis, sendo denominada “pureza real”, entretanto quando esta determinação é realizada numa solução açucarada impura, diz-se “pureza aparente”. A pureza expressa quantos por cento dos sólidos solúveis (°Brix) são representados pela sacarose (pol) (FERNANDES, 2003). Determinada através da seguinte relação:

$$P (\text{Pureza}) = (\text{Pol}\% \text{ caldo} / \text{Brix}\% \text{ caldo}) \times 100.$$

O Brix% caldo refere-se aos sólidos solúveis por cento do caldo e foi determinado em refratômetro digital de leitura automática.

c) Fibra

A fibra é a matéria insolúvel em água contida na cana. No colmo de cana, as fibras do parênquima são de estrutura mais frágil e fina, e formam as células

isodiamétricas de estocagem do caldo de alto teor de sacarose (FERNANDES, 2003). No sistema de pagamento de cana pelo teor de sacarose (PCTS) a fibra é estimada em função do peso de bagaço úmido da prensa. Determinada pelo método da prensa hidráulica, conforme determinado no Ato 13/83, de 21/04/1983 – IAA, citado por Mutton (1984) e atualizações semestrais do Conselho dos Produtores de Cana-de-Açúcar, Açúcar e Álcool do Estado de São Paulo (1997).

$$F = 0,08 * PBU + 0,876$$

Onde:

F: Fibra cana e PBU refere-se ao peso do bagaço úmido da prensa, em gramas.

d) AR cana (%)

Os açúcares redutores (AR) referem-se ao termo utilizado para designar os açúcares (monossacarídeos), glicose e frutose, principalmente. Os açúcares redutores são produtos precursores de cor no processo industrial, isto é, participam de reações que aumentam a cor do açúcar, depreciando a qualidade do produto. Durante a maturação da cana-de-açúcar, à medida que o teor de sacarose se eleva os açúcares redutores decrescem de aproximadamente 2,0% para valores abaixo de 0,5%, entre março/abril e setembro/outubro no Hemisfério Sul, podendo chegar a 0,2%. Esse comportamento torna importante a análise do teor de açúcares redutores para acompanhamento e julgamento da maturação, principalmente nos primeiros meses de safra (FERNANDES, 2003).

O teor de AR foi calculado pela equação: $AR = (9,9408 - 0,1049 \times \text{Pureza}) \times (1 - 0,01 \times \text{Fibra}) \times (1,0313 - 0,00575 \times \text{Fibra})$, de modo que o primeiro parênteses refere-se a regressão que correlaciona Pureza da cana com teor de AR; o segundo parênteses refere-se a regressão que transforma a AR do caldo para AR da cana; e o terceiro parênteses refere-se a regressão que corrige a extração da prensa para extração real.

e) Açúcar teórico recuperável cana (ATR)

O açúcar teórico recuperável (ATR) constitui uma das variáveis do sistema de pagamento de cana implantado em São Paulo a partir da safra de 1998/99, e reflete o resultado da diferença entre o ART (açúcares redutores totais) da cana e as perdas na lavagem de cana, no bagaço final, na torta do filtro ou prensa e as “indeterminadas”, considerando a eficiência média padrão.

O teor de ATR foi calculado pela equação: $ATR = 10 \times 0,88 \times 1,0526 \times PCC + 10 \times 0,88 \times ARC$, onde: o fator 10 refere-se à transformação de kg Pol/100 kg cana (%) em kg Pol t⁻¹ cana; o fator 0,88 refere-se à eficiência industrial de lavagem, extração e tratamento caldo juntas, ou seja, coeficiente de recuperação, para uma perda industrial de 12%; o fator 1,0526 refere-se ao fator que transforma a Pol em AR, ou seja, coeficiente estequiométrico para a conversão de Pol em açúcares redutores.

f) Produtividade de açúcar (TPH)

A determinação da TPH (t ha⁻¹) foi realizada por meio do produto da multiplicação dos valores de TCH (t ha⁻¹) pelos valores de Pol cana (%), dividido por 100.

3.7 Análise estatística

Os resultados foram submetidos à análise de variância e teste F e quando significativos, as médias foram comparadas pelo teste LSD ($p \leq 0,10$). Os resultados da análise estatística foram obtidos utilizando o programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2011).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Teores de macronutrientes das folhas

A aplicação de torta de filtro teve efeito significativo em cana planta e cana soca, proporcionando maiores teores foliares de N, P, K Ca e Mg e menor de S quando comparado com as plantas das parcelas que não receberam o subproduto. Por outro lado, quando essa cana passou a ser soqueira, o efeito residual da torta de filtro proporcionou maiores teores apenas de K, Ca e Mg e menores de S (Tabela 3 e 4).

Em cana planta, o tratamento com aplicação de torta de filtro proporcionou a adição de 22% no teor de P, quando comparado ao tratamento sem torta. A torta de filtro pode ser utilizada como complemento da adubação mineral na cana-de-açúcar (CASTRO; GODOY,1979). Coleti et al. (1983) demonstraram a eficiência da torta de filtro seca e úmida na fertilização da cana, substituindo o nitrogênio e também obtendo resposta quando associada ao fosfato.

Interações significativas com nitrogênio e fósforo no aumento da produção de cana-de-açúcar levaram Prasad (1976) a concluir ser desnecessária a aplicação de nitrogênio e fósforo quando se utiliza torta de filtro em dose superior a 20 t ha⁻¹ no sulco de plantio.

Orlando Filho e Zambello (1980), em experimentos na África do Sul, aplicaram 40 t ha⁻¹ de torta de filtro no sulco de plantio em cana-de-açúcar, e eliminaram, nessas condições, a adubação fosfatada em cana planta.

A adição de torta de filtro ao solo proporcionou aumento nos teores de K, em cana planta e cana soca, na ordem de 11% e 25%, respectivamente (Tabela 3). Coleti (1983) confirma a possibilidade de substituição da adubação não apenas dos nutrientes fósforo e nitrogênio, mas também do potássio, quando se usa a torta de filtro em doses superiores a 20 t ha⁻¹.

Para o cálcio em cana planta (tabela 4), esses valores foram superiores, chegando a 11,8 g kg⁻¹ no tratamento com torta de filtro. O emprego da torta aumentou os teores de Ca nas folhas, em cana planta e soca, em 44% e 14%, respectivamente.

Tabela 3 - Teores de nitrogênio, fósforo e potássio em folhas de cana-de-açúcar em função da aplicação de torta de filtro e nematocidas químicos e biológicos, e probabilidade de F. Mineiros do Tietê e Santa Maria da Serra, São Paulo, Brasil, 2017.

Fatores	N				P g kg ⁻¹				K			
	Planta	1ª soca	4ª soca	Planta	1ª soca	4ª soca	Planta	1ª soca	4ª soca	1ª soca	4ª soca	
Torta												
Sem	17 b	16 a	-	2,1 b	1,8 a	-	8 b	9 b	-	-	-	
Com	19 a	17 a	-	2,7 a	1,9 a	-	9 a	12 a	-	-	-	
Nematocidas												
Controle	18 a	17 a	17 a	2,4 a	1,8 a	2,0 a	9 a	10 a	11 b	11 b	11 b	
Carbofurano	18 a	17 a	17 a	2,4 a	1,9 a	1,8 a	9 a	10 a	11 b	11 b	11 b	
Quality+Rizos	18 a	17 a	18 a	2,4 a	1,8 a	2,0 a	8 a	10 a	12 a	12 a	12 a	
Quality+Onix	19 a	17 a	18 a	2,4 a	1,8 a	1,8 a	9 a	10 a	12 a	12 a	12 a	
Quality+Onix+Rizos	19 a	16 a	18 a	2,4 a	1,8 a	1,9 a	9 a	10 a	12 a	12 a	12 a	
Probabilidade de F												
Torta (T)	0,0026	0,3472	-	<0,0001	0,5465	-	0,0001	<0,0001	-	-	-	
Nematocida (N)	0,4435	0,5890	0,9915	0,8516	0,6211	0,8477	0,8706	0,9607	0,0361	0,0361	0,0361	
T*N	0,9401	0,7457	-	0,9439	0,8390	-	0,1077	0,5356	-	-	-	

Médias seguidas de letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste LSD a 10% de probabilidade.

Tabela 4 - Teores cálcio, magnésio e enxofre em folhas de cana-de-açúcar em função da aplicação de torta de filtro e nematocidas químicos e biológicos e probabilidade de F. Mineiros do Tietê e Santa Maria da Serra, São Paulo, Brasil, 2017.

Fatores	Ca				Mg g kg ⁻¹				S			
	Planta	1ª soca	4ª soca	Planta	1ª soca	4ª soca	Planta	1ª soca	4ª soca	Planta	1ª soca	4ª soca
Torta												
Sem	6,6 b	3,0 b	-	1,7 b	1,5 b	-	1,6 a	1,2 a	-	1,6 a	1,2 a	-
Com	11,8 a	3,5 a	-	2,1 a	1,7 a	-	1,3 b	1,0 b	-	1,3 b	1,0 b	-
Nematocidas												
Controle	9,1 a	3,3 a	4,0 a	1,9 a	1,6 a	1,3 a	1,5 a	1,1 a	0,8 a	1,5 a	1,1 a	0,8 a
Carbofurano	9,1 a	3,1 a	4,0 a	1,8 a	1,6 a	1,1 a	1,5 a	1,1 a	0,8 a	1,5 a	1,1 a	0,8 a
Quality+Rizos	9,4 a	3,3 a	4,2 a	1,9 a	1,8 a	1,3 a	1,5 a	1,2 a	0,8 a	1,5 a	1,2 a	0,8 a
Quality+Onix	9,2 a	3,3 a	4,0 a	1,9 a	1,6 a	1,1 a	1,5 a	1,1 a	0,8 a	1,5 a	1,1 a	0,8 a
Quality+Onix+Rizos	9,2 a	3,4 a	4,2 a	1,9 a	1,7 a	1,2 a	1,5 a	1,2 a	0,8 a	1,5 a	1,2 a	0,8 a
Probabilidade de F												
Torta (T)	<0,0001	0,0619	-	<0,0001	0,0971	-	0,0001	0,0266	-	0,0001	0,0266	-
Nematocida (N)	0,9164	0,8972	0,2546	0,9740	0,8167	0,1937	0,4207	0,9112	0,5665	0,4207	0,9112	0,5665
T*N	0,9287	0,9987	-	0,4455	0,3334	-	0,4088	0,3997	-	0,4088	0,3997	-

Médias seguidas de letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste LSD a 10% de probabilidade.

O cálcio presente na torta de filtro aparece em grande quantidade e é resultado da chamada caleação do caldo, durante o processo de tratamento do mesmo, para a fabricação de açúcar. A torta de filtro acrescenta Ca ao solo e estes valores foram evidenciados nas amostras foliares dos tratamentos, principalmente em cana planta. Os teores de Mg nas folhas de cana-de-açúcar foram favorecidos pela adição de torta de filtro ao solo, em cana planta e cana soca. Esses aumentos foram de 19% e 12%, respectivamente.

Cardozo (1988), trabalhando com 5 t ha⁻¹ de torta seca aplicado no sulco, 30 e 50 t ha⁻¹ de composto de torta de filtro e bagaço aplicado em área total e adubação mineral, observou que com apenas 5 t ha⁻¹ de torta houve melhoria na disponibilidade de nutrientes, sendo que a melhor produtividade ocorreu com 50 t ha⁻¹ de composto aplicado em área total.

Para a aplicação dos nematicidas não houve diferença significativa para os teores de macronutrientes nas folhas. Segundo Raij e Cantarella (1996), os teores N encontra-se entre 18 a 25 g kg⁻¹, faixa ideal para a cultura. Esses mesmo resultados foram obtidos em cana planta, onde os teores de N encontraram-se dentro dos valores desejados para a cultura (Tabela 3).

O teor de P nas folhas de cana-de-açúcar encontrou-se dentro da faixa considerada ideal para a cultura, que é de 1,5 a 3,0 g kg⁻¹ (RAIJ; CANTARELLA, 1996), para cana planta, cana soca e quarta soca (Tabela 3).

Diferentemente da cana planta e da cana soca de 1º corte, a aplicação de produtos nematicidas influenciou os teores de nutrientes na cana soca de 4º corte. Assim, os tratamentos com microrganismos proporcionaram maior teor de K em relação ao controle e carbofurano. Esse fato pode ser explicado devido a presença dos microrganismos *Trichoderma* spp. e *Bacillus* spp. aumentarem a solubilização de nutrientes no solo, tornando-os mais disponíveis a planta e permitindo maior e mais rápida absorção. Como nos experimentos em cana planta e soca, houve a aplicação de torta de filtro, possivelmente essa ação dos microrganismos foi “mascarada”. Já na quarta soqueira, onde não houve a aplicação da torta, foi possível observar a atuação dos fungos e das bactérias.

Os teores de Ca estão adequados para a cultura em cana soca de 1º corte e 4º corte (Tabela 4), onde as faixas ideais estão entre 2,0 a 8,0 g kg⁻¹. Os teores do nutriente encontraram-se dentro da faixa ideal para a cultura, que é de 1,0 a 3,0 g kg⁻¹ para cana planta, cana soca e quarta soca (Tabela 4). Os teores do nutriente

encontraram-se dentro da faixa ideal para a cultura (1,5 a 3,0 g kg⁻¹) apenas para cana planta, sendo que para cana soca e quarta soca, encontraram-se abaixo do valor ideal (Tabela 4) (RAIJ; CANTARELLA, 1996). Possivelmente, estes efeitos observados para S, podem ser decorrentes do efeito diluição em que as concentrações dos nutrientes são diluídas em virtude do maior crescimento da planta (JARRELL; BEVERLY, 1981; MISHRA; KURCHANIA, 2001).

4.2 Variáveis biométricas e produtividade de colmos

Houve diferença significativa entre os fatores Torta de filtro e Nematicidas para as variáveis biométricas em cana planta, soca e quarta soca. Não houve interação entre os fatores Torta de filtro x Nematicidas para nenhuma das variáveis analisadas (Tabelas 5 e 6).

Para número de colmos (Colmos) em cana planta, todos os tratamentos com nematicidas biológicos e o carbofurano, foram superiores ao tratamento controle. Na soca, o tratamento com carbofurano foi superior aos demais tratamentos e na quarta soca, os tratamentos carbofurano, Quality + Rizos e Quality + Onix, foram superiores ao controle (Tabela 5). Possivelmente em decorrência do bom controle de nematoides, na fase inicial de desenvolvimento da cultura, os tratamentos nematicidas contribuíram para aumentos significativos no número de perfilhos, resultando em maior número de colmos nas parcelas tratadas.

Segundo Silva et al. (2007), Wiedenfeld (2003) e Silva et al. (2008) quanto maior o perfilhamento, maior o crescimento inicial e maior uniformidade do canavial, atingindo bom estande, o que possibilita o rápido fechamento das entrelinhas e o controle mais efetivo das plantas daninhas; além da cobertura homogênea do solo, que promove eficiente aproveitamento da energia luminosa pela planta, podendo refletir em maior produtividade.

Ferreira et al. (2017) trabalhando com espécies de *Bacillus* (*B. subtilis*; *B. firmus*, e *B. amyloliquefaciens* 10 L/ha, 1x10⁸ UFC/ mL) e Carbofurano 350 SC (5 L/ha), no controle de nematoides e no desenvolvimento da cana-de-açúcar, observaram que todos os tratamentos aumentaram o número de perfilhos em relação à Testemunha, apesar de não terem reduzido o número de nematoides na cultura, variedade RB 867515.

Tabela 5 - Número de colmos por metro (Colmos), altura de planta (AP) e diâmetro do colmo (DC) de cana-de-açúcar em função da aplicação de torta de filtro e nematocidas químicos e biológicos, e probabilidade de F. Mineiros do Tietê e Santa Maria da Serra, São Paulo, Brasil, 2017.

Fatores	Colmos nº m ⁻¹				AP m				DC cm		
	Planta	1ª soca	4ª soca	Planta	1ª soca	4ª soca	Planta	1ª soca	4ª soca	1ª soca	4ª soca
Torta											
Sem	11 a	13 a	-	2,51 b	2,17 a	-	2,4 b	2,38 b	-		
Com	11 a	13 a	-	2,64 a	2,01 b	-	2,5 a	2,49 a	-		
Nematocidas											
Controle	10 b	13 c	10 c	2,45 c	1,93 c	2,20 b	2,3 c	2,37 a	2,5 a		
Carbofurano	11 a	15 a	13 a	2,85 a	2,20 a	2,23 b	2,4 b	2,42 a	2,5 a		
Quality+Rizos	11 a	13 c	12 ab	2,51 b	2,12 b	2,22 b	2,4 b	2,45 a	2,4 a		
Quality+Onix	11 a	13 c	12 ab	2,51 b	2,10 b	2,30 a	2,5 a	2,43 a	2,5 a		
Quality+Onix+Rizos	11 a	14 b	11 bc	2,55 a	2,12 ab	2,30 a	2,5 a	2,48 a	2,5 a		
Probabilidade de F											
Torta (T)	0,5509	<0,0001	-	<0,0001	<0,0001	-	<0,0001	<0,0001	-		
Nematocida (N)	0,0419	0,0123	0,0051	<0,0001	<0,0001	0,0487	<0,0001	0,2008	0,1450		
T*N	0,9672	0,1263	-	0,9973	0,2554	-	0,9984	0,3895	-		

Médias seguidas de letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste LSD a 10% de probabilidade.

Tabela 6 - Comprimento médio de entrenó (CME), número de entrenós (NE) e produtividade de colmos (TCH) de cana-de-açúcar em função da aplicação de torta de filtro e nematicidas químicos e biológicos, e probabilidade de F. Mineiros do Tietê e Santa Maria da Serra, São Paulo, Brasil, 2017.

Fatores	CME cm				NE n°				TCH t ha ⁻¹		
	Planta	1ª soca	4ª soca	Planta	1ª soca	4ª soca	Planta	1ª soca	4ª soca	1ª soca	4ª soca
Torta											
Sem	12,3 b	11,9 a	-	20 b	24 b	-	102 b	72 b	-		
Com	13,2 a	12,0 a	-	22 a	26 a	-	116 a	83 a	-		
Nematicidas											
Controle	12,5 b	11,6 c	10,9 a	21 a	23 b	20 a	92 c	65 d	93 d		
Carbofurano	13,4 a	12,3 a	10,9 a	21 a	26 a	20 a	122 a	82 a	120 a		
Quality+Rizos	12,5 b	12,0 b	11,1 a	21 a	25 a	20 a	106 b	70 c	104 c		
Quality+Onix	12,6 a	11,9 b	11,0 a	21 a	25 a	20 a	110 b	76 b	107 bc		
Quality+Onix+Rizos	12,8 b	12,0 b	11,1 a	21 a	25 a	20 a	115 ab	81 a	113 b		
Probabilidade de F											
Torta (T)	0,0001	0,4945	-	<0,0001	<0,0001	-	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	-
Nematicida (N)	0,0516	0,0619	0,6662	0,9573	0,0096	0,9158	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,0001
T*N	0,4654	0,1145	-	0,6886	0,1774	-	0,9762	0,1475	0,1475	0,1475	-

Médias seguidas de letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste LSD a 10% de probabilidade.

A adição de torta de filtro no solo, proporcionou aumento para as variáveis altura de planta (AP) e diâmetro do colmo (DC) (Tabela 5) em cana planta e soca. Chaves et al. (2012), trabalhando com técnicas alternativas para o controle de nematoides em cana-de-açúcar, observaram que os melhores resultados para altura de planta decorreram da utilização de torta de filtro, porém nenhum dos tratamentos afetou o diâmetro dos colmos quando comparados à testemunha.

Em cana planta, os tratamentos carbofurano e Quality + Onix + Rizos proporcionaram as melhores alturas de plantas, enquanto na soqueira foram os tratamentos carbofurano, Quality + Onix e Quality + Onix + Rizos, e na quarta soqueira foram os tratamentos Quality + Onix e Quality + Onix + Rizos (Tabela 5).

Os melhores valores de DC, em cana planta, foram para os tratamentos Quality + Onix e Quality + Onix + Rizos, que foram significativamente superiores aos demais. Para soqueira, esse dado se repetiu apenas para o tratamento Quality + Onix + Rizos e na quarta soqueira, além desses tratamentos, também foi superior o tratamento com carbofurano (Tabela 5).

Para a variável CME, em cana planta, os tratamentos com carbofurano e Quality + Onix, proporcionaram os melhores valores, sendo significativamente superiores aos demais. Na soqueira, apenas o tratamento carbofurano foi superior e na quarta soqueira, não houve diferença entre os tratamentos na aplicação dos nematicidas (Tabela 6).

O NE não sofreu influência dos nematicidas para cana planta e quarta soqueira, sendo que para a soca, todos os tratamentos com nematicidas biológicos e o carbofurano, foram superiores ao controle (Tabela 6). Segundo Machado et al. (2012) os microrganismos são considerados promotores de crescimento de plantas, devido à produção de fitorreguladores vegetais na rizosfera, que promovem o melhor crescimento e desenvolvimento das plantas.

A produtividade de colmos foi influenciada pelos tratamentos com torta e nematicidas. A adição de torta de filtro ao solo, proporcionou maiores produtividades da cultura em cana planta e soca. Os ganhos de produtividade de colmos para cana planta e cana soca com a aplicação de torta de filtro foram de 12% e 13%, respectivamente (Tabela 6). Nunes Júnior (2008), trabalhando com 35 t ha⁻¹ de torta de filtro fresca aplicado no sulco de plantio de cana em um solo do tipo Areia Quartzosa, observou respostas positivas de produtividade em todas as 28 variedades

estudadas, com um ganho médio de 13,4% em produtividade e em sacarose, no decorrer de 4 cortes.

No trabalho de Chaves et al. (2012) a torta de filtro não afetou significativamente a densidade populacional de *Meloidogyne* spp., quando aplicada isoladamente. Dinardo-Miranda et al. (2003) avaliando o efeito da torta de filtro e de nematicidas sobre o controle de nematoides em cana-de-açúcar, observaram que tanto nas parcelas que receberam torta no plantio, como nas plantadas sem torta, não foram detectadas diferenças significativas e consistentes entre os tratamentos e a testemunha, quanto às populações de nematoides. Em experimento no campo, Novaretti e Nelli (1985) concluíram que os aumentos em produtividade na cana-de-açúcar observados nas parcelas tratadas com torta de filtro em áreas infestadas com *M. javanica* e *P. zaeae*, não podiam ser atribuídos a efeitos nematicidas, mas sim a efeitos nutricionais.

Portanto, entende-se que no presente trabalho, esse incremento de produtividade gerado em cana planta e soca, nas parcelas onde foram adicionadas torta de filtro, pode ter sido em razão da melhoria das condições para nutrição da planta, e não necessariamente, em razão de alguma redução na população de nematoides.

Na comparação dos nematicidas, a aplicação de carbofurano e Quality + Onix + Rizos, em cana planta, proporcionou maiores produtividades e foram significativamente superiores aos demais (Tabela 6). Estes tratamentos obtiveram acréscimos na produtividade em relação ao tratamento controle de 24% e 20%, respectivamente. Porém, ainda assim os demais tratamentos com microrganismos foram superiores ao tratamento controle, com aumentos de produtividade na ordem de 13% e 16%, para Quality + Rizos e Quality + Onix, respectivamente.

Dinardo-Miranda et al. (1995) observando o comportamento de variedades de cana-de-açúcar em relação à *M. javanica*, concluíram que a aplicação do nematicida carbofurano resultou em evidente redução das populações dos nematoides nas raízes. Como consequência, a maioria das variedades apresentou incremento significativo na produtividade das parcelas tratadas. Semelhantemente, Dinardo-Miranda et al. (1998), verificou que a aplicação de carbofurano no plantio de variedades de cana suscetíveis a nematoides, em áreas com elevadas populações de *P. zaeae*, resultou em incrementos de produtividade de até 41 t ha⁻¹, no primeiro corte.

Em cana soca de 1° e 4° corte, a aplicação de carbofurano favoreceu a produtividade de colmos, sendo superior aos demais tratamentos, apresentando acréscimo de 19% e 22% na produtividade em relação ao controle, respectivamente. Porém, as aplicações de Quality + Rixos e Quality + Onix, ainda assim foram superiores ao controle (Tabela 6).

Apesar da combinação dos produtos Quality + Onix + Rizos não apresentar a maior média em produtividade, este tratamento foi superior aos demais tratamentos com microrganismos, em cana soca de 1° e 4° corte, e não diferiu do tratamento químico, em cana planta. Esses dados sugerem, que esses produtos quando utilizados conjuntamente, tiveram uma melhor ação sobre o complexo planta/solo/microrganismo, talvez com melhor eficiência de controle dos nematoides presentes no solo ou por ação direta sobre as plantas, na promoção do seu crescimento.

Os produtos Quality e Onix (*T. asperellum* e *B. methylotrophicus*) são recomendados para aplicação conjunta, segundo informações do fabricante, sendo que ambos agentes são considerados promotores do crescimento vegetal, se desenvolvendo na superfície das raízes e de forma endofítica.

Estudos têm mostrado a viabilidade do uso desses agentes no biocontrole de nematoides. Testes *in vitro* realizados por Sharon et al. (2007) com *T. asperellum* no controle de *M. javanica*, demonstrou parasitismo de ovos e J2. Aguiar et al. (2014) avaliaram o efeito de *Trichoderma harzianum* e *T. asperellum* no controle de *Meloidogyne* spp. e de outros patógenos em feijoeiro. Os autores relataram aumento de J2 e ovos para *T. harzianum* e redução de 37% dos mesmos estádios com *T. asperellum*. Zhou et al. (2016) fez o primeiro relato da ação da rizobactéria *Bacillus methylotrophicus*, estirpe R2-2, e sua ação na redução de *M. incognita* em tomateiro. Além da redução da taxa reprodutiva de nematoides das galhas, *T. asperellum* e *B. methylotrophicus* causam promoção do desenvolvimento vegetal.

Ainda no trabalho de Zhou et al. (2016), os autores observaram que houve aumento da produção de tomateiros infectados com *M. incognita* com aplicação de *B. methylotrophicus*. Sousa et al. (2014) relataram incremento de massa seca da parte aérea de soja em 44% e aumento da produtividade em 14,5 sacas ha⁻¹, em relação à testemunha.

Conforme constatado por Silveira (2001) as rizobactérias podem atuar na infectividade, virulência e agressividade do patógeno, e também nos processos de

infecção, desenvolvimento de sintomas e reprodução. Este fato foi evidenciado por Araújo et al. (2002) que constatou que a utilização de *Bacillus subtilis* afeta a orientação dos nematoides, reduzindo a migração para a raiz, já que essa rizobactéria interfere na produção de exsudados das raízes, que servem como orientação para nematoides, alterando assim a reprodução e orientação do parasita em direção as raízes, diminuindo a sua população. Estudos de Cardozo e Araújo (2011) com a aplicação de *Bacillus subtilis* em suspensão aquosa evidenciaram que esta bactéria promoveu a redução da reprodução dos nematoides em cana-de-açúcar durante a condução do experimento.

A inoculação de bactérias e fungos nos canaviais pode contribuir de forma positiva, resultando em ganhos de produtividade, sendo que sua contribuição é diferente entre genótipos e entre as estirpes inoculadas, havendo assim uma interação entre estes fatores (PEREIRA et al., 2013).

O controle de nematoides em áreas de cultivo de cana-de-açúcar é realizado principalmente, com nematicidas químicos. Em estudos com a utilização de nematicida carbofurano Dinardo-Miranda et al. (1996) concluíram que sua aplicação resultou em evidente redução das populações de nematoides nas raízes, resultando em incrementos significativos na produção. Dinardo-Miranda e Fracasso (2010) verificaram que a aplicação do nematicida carbofurano reduziu a população de nematoides dos gêneros *Meloidogyne* e *Pratylenchus* em avaliação realizada aos 90 dias após o plantio de cana-de- açúcar.

Porém, são necessárias a utilização de medidas que sejam menos agressivas ao homem e ao ambiente, mas de maneira eficaz, uma vez que o carbofurano é descrito como extremamente tóxico segundo a classificação toxicológica e ambiental do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (AGROFIT, 2018).

A aplicação de microrganismos no controle de nematoides em cana-de-açúcar pode ser considerada um método alternativo eficiente para ser aplicado no manejo integrado de nematoides. Esta opção pode também ser interessante para os sistemas de produção da cana-de-açúcar orgânica. Os resultados obtidos no presente estudo evidenciam um potencial desses fungos e bactérias no controle dos nematoides no solo e também como promotores no crescimento vegetal.

4.3 Variáveis tecnológicas e produção de açúcar

Em cana 1ª soca houve interação entre os fatores Torta de filtro x Nematicida para nenhuma das variáveis tecnológicas. Houve diferença significativa para o fator Torta, apenas para ATR na soca e TPH na cana planta e soca. Para o fator Nematicidas, houve diferença significativa apenas para TPH em cana planta, 1ª soca e 4ª soca (Tabelas 7 e 8), no qual os melhores tratamentos foi quando utilizou-se carbofurano e o tratamento no qual utilizou-se a associação de de Quality + Rixos e Quality + Onix,

Não foi observado efeito da aplicação de torta de filtro no teor de sacarose da cana (Pol) (Tabela 7), entretanto a produção de sacarose por hectare (TPH), que representa o efeito associado da produtividade agrícola e da maturação, foi favorecido quando houve a adição de torta de filtro ao solo, em cana planta e soca (Tabela 8).

Menores valores de pol ocorridos no tratamento onde se aplicou torta de filtro (tabela 7) no sulco poderiam ser explicadas por alto teor de matéria orgânica e alta capacidade de retenção de água proporcionada pela aplicação da torta juntamente ao sistema radicular (PENATTI; BONI, 1989), comprometendo a indução de maturação. Entretanto, a diminuição da Pol pela aplicação da torta de filtro no sulco não é verificada nas condições de plantios comerciais, conforme observado por Nunes Júnior (2008).

A produtividade de açúcar (TPH) em cana planta, soca e quarta soca foram maiores com a aplicação dos nematicidas carbofurano e Quality+Onix+Rizos, porém os demais nematicidas biológicos foram superiores ao tratamento controle (Tabela 8). Estes resultados podem ser explicados por estes tratamentos terem apresentado maior produtividade de colmos.

Tabela 7 - Teores de Pol, Fibra e Pureza em cana-de-açúcar em função da aplicação de torta de filtro e nematocidas químicos e biológicos, e probabilidade de F. Mineiros do Tietê e Santa Maria da Serra, São Paulo, Brasil, 2017.

Fatores	Pol				Fibra %				Pureza			
	Planta	1ª soca	4ª soca	Planta	1ª soca	4ª soca	Planta	1ª soca	4ª soca	Planta	1ª soca	4ª soca
Torta												
Sem	17,4 a	18,4 a	-	11,3 a	11,7 a	-	88 a	86 a	-	88 a	86 a	-
Com	17,5 a	17,7 a	-	11,3 a	11,9 a	-	89 a	87 a	-	89 a	87 a	-
Nematocidas												
Controle	17,6 a	18,2 a	20,5 a	11,4 a	11,5 a	12,6 a	88 a	86 a	88 a	88 a	86 a	88 a
Carbofurano	17,7 a	17,9 a	20,1 a	11,4 a	11,6 a	12,8 a	89 a	86 a	89 a	89 a	86 a	89 a
Quality+Rizos	17,6 a	18,3 a	20,8 a	11,3 a	11,8 a	12,8 a	89 a	87 a	89 a	89 a	87 a	91 a
Quality+Onix	17,6 a	17,4 a	20,3 a	11,5 a	11,6 a	12,6 a	89 a	87 a	89 a	89 a	87 a	90 a
Quality+Onix+Rizos	17,8 a	18,3 a	20,2 a	11,3 a	12,5 a	12,6 a	87 a	88 a	87 a	87 a	88 a	90 a
Probabilidade de F												
Torta (T)	0,7511	0,1169	-	0,7641	0,7309	-	0,5502	0,7728	-	0,5502	0,7728	-
Nematocida (N)	0,1502	0,5554	0,3020	0,1289	0,4647	0,6440	0,3319	0,3418	0,2898	0,3319	0,3418	0,2898
T*N	0,2586	0,4151	-	0,6533	0,7820	-	0,5050	0,6931	-	0,5050	0,6931	-

Médias seguidas de letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste LSD a 10% de probabilidade.

Tabela 8 - Teores de AR, ATR e TPH em cana-de-açúcar em função da aplicação de torta de filtro e nematocidas químicos e biológicos, e probabilidade de F. Mineiros do Tietê e Santa Maria da Serra, São Paulo, Brasil, 2017.

Fatores	AR %				ATR kg t ⁻¹				TPH t ha ⁻¹			
	Planta	1ª soca	4ª soca	Planta	1ª soca	4ª soca	Planta	1ª soca	4ª soca	1ª soca	4ª soca	4ª soca
Torta												
Sem	0,5 a	0,5 a	-	147 a	149 b	-	17,5 b	13,1 b	-			
Com	0,5 a	0,6 a	-	147 a	154 a	-	20,3 a	14,7 a	-			
Nematicidas												
Controle	0,5 a	0,6 a	0,5 a	148 a	154 a	167 a	17,9 b	11,8 c	19,3 c			
Carbofurano	0,5 a	0,6 a	0,5 a	149 a	151 a	165 a	19,3 ab	14,9 a	24,0 a			
Quality+Rizos	0,5 a	0,5 a	0,4 a	148 a	153 a	170 a	18,3 ab	12,9 b	21,8 b			
Quality+Onix	0,5 a	0,5 a	0,5 a	146 a	146 a	166 a	19,2 ab	13,0 b	21,8 b			
Quality+Onix+Rizos	0,6 a	0,5 a	0,5 a	142 a	151 a	166 a	20,0 a	14,8 a	22,8 ab			
Probabilidade de F												
Torta (T)	0,1532	0,7973	-	0,6715	0,0766	-	0,0003	<0,0001	-			
Nematicida (N)	0,1293	0,1938	0,3658	0,1185	0,5734	0,5198	0,0170	0,0005	0,0006			
T*N	0,3556	0,7161	-	0,4978	0,3508	-	0,4414	0,3448	-			

Médias seguidas de letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste LSD a 10% de probabilidade.

5 CONCLUSÕES

Com este trabalho pode-se concluir que:

- a) A torta de filtro contribuiu para incrementos na produtividade da cultura através da adição de matéria orgânica e nutrientes ao solo.
- b) Em cana planta e cana soca de 1° e 4° corte, os melhores resultados de produtividade dos colmos foram apresentados pelo tratamento químico com carbofurano. Porém, a aplicação dos nematicidas biológicos foi eficiente e contribuiu para aumento na produtividade dos colmos e na produção de açúcar, sendo superiores ao tratamento controle.

REFERÊNCIAS

- AGROFIT. Sistema de Agrotóxicos Fitossanitário. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons Acesso em 25 de março de 2018.
- AGUIAR, P. E. V.; BONALDO, S. M.; MORAES, S. R. G. Avaliação de *Trichoderma* spp. na Cultura de Feijão, em Antracnose, Mela e Nematóide das Galhas. **Scientific Electronic Archives**, v. 7, n. 1, p. 17-25, 2014.
- AGUILLERA, M. M.; VIEIRA, M. A. S.; MASUDA, Y. Aplicação de resíduos orgânicos para aumento da produtividade da cana-de-açúcar em solos infestados por nematoides. **Nematologia Brasileira**, v. 12, n. 1, p. 3-4, 1988.
- AKRAMI, M.; IBRAHIMOV, A. S.; ZAFARI, D. M.; VALIZADEH, E. Control Fusarium rot of bean by combination of by *Trichoderma harzianum* and *Trichoderma asperellum* in greenhouse condition. **Agricultural Journal**, v. 4, n. 1, p. 121-123, 2009.
- ALENCAR, K. **Análise do balanço entre demanda por etanol e oferta de cana-de-açúcar no Brasil**. 2012. 49 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2012.
- ALMANÇA, M.A.K. ***Trichoderma* sp. no controle de doenças e na promoção do crescimento de plantas de arroz**. 2005. 81 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.
- ARAÚJO, F. F. Inoculação de sementes com *Bacillus subtilis*, formulado com farinha de ostras e desenvolvimento de milho, soja e algodão. **Ciências e Agrotecnologia**, v. 32, n. 2, p. 456-462, 2008.
- ARAÚJO, F. F.; GUERREIRO, R. T. Bioprospection of *Bacillus* isolates promoters of corn growth in natural and sterile soil. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 34, n. 4, p. 837-844, 2010.
- ARAÚJO, F. F.; HENNING, A. A.; HUNGRIA, M. Phytohormones and antibiotics produced by *Bacillus subtilis* and their effects on seed pathogenic fungi and on soybean root development. **World Journal of Microbiology and Biotechnology**, v. 21, n. 8, p. 1639-1645, 2005.
- ARAÚJO, F. F.; SILVA, J. F. V.; ARAÚJO, A. S. F. Influência de *Bacillus subtilis* na eclosão, orientação e infecção de *Heterodera glycines* em soja. **Ciência Rural**, v. 32, n. 2, p. 197-203, 2002.
- BARBOSA, B. F. F.; SOUZA, G. P. F., RUAS, A. R.; SANTOS, J. M.; BARBOSA, J. C. Controle biológico de *Pratylenchus brachyurus* em goiabeira com fungos nematófagos, bactérias e produtos orgânicos **Nematologia Brasileira**, v. 33, n. 4, p. 380-381, 2009.

BARROS, A. C. B.; MOURA, R. M.; PEDROSA, E. M. R. Aplicação de Terbufós no controle de *Meloidogyne incognita* Raça 1 e *Pratylenchus zae* em cinco variedades de cana-de-açúcar no nordeste. **Nematologia Brasileira**, v. 24, n. 1, p. 73-78, 2000.

BAUGH, C. L.; ESCOBAR, B. The genus *Bacillus* and genus *Trichoderma* for agricultural bio-augmentation. **Rice Farm Magazine**, v. 1, n. 4, p.1-4, 2007.

BENITEZ, T.; LIMÓN, C.; DELGADO-JARANA, J.; REY, M. Glucanolytic and other enzymes and their genes. In: HARMAN, G. E.; KUBICEK, C. P. **Trichoderma and Gliocladium – enzymes, biological control and commercial applications**. 2 vol. London: Taylor & Francis, 1998.

BETTIOL, W. Controle biológico de doenças. **Ação Ambiental**, v. 2, n. 1, p. 30-33, 1999.

BITTNCOURT, V. C. **Uso da torta de filtro rotativo como fertilizante no plantio de cana-de-açúcar**. São Paulo: Copersucar, 1978. (Boletim técnico).

CARDOZO, R. B.; ARAÚJO, F. F. Multiplicação de *Bacillus subtilis* em vinhaça e viabilidade no controle da meloidoginose, em cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, n. 12, p.1283–1288, 2011.

CARDOZO, C. O. N.; BENEDINI, M. S.; PENNA, M. J. **Viabilidade técnica do uso do composto no plantio comercial de cana-de-açúcar**. São Paulo: Copersucar, 1988. p. 13-17. (Boletim Técnico 41/88).

CARES, J. E.; BLUM, E. B.; EDNALVA, P. A. Nematologia vegetal: uma introdução. In: BLUM, L. E.; CARES, J. E.; UESUGI, C. H. **Fitopatologia: o estudo das doenças de plantas**. Brasília: Otimismo, 2006. Cap. 11.

CARVALHO FILHO, M. R.; MELLO, S. C. M.; SANTOS, R. P.; MENÊZES, J. E. **Avaliação de isolados de Trichoderma na promoção de crescimento, produção de ácido indolacético in vitro e colonização endofítica de mudas de eucalipto**. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2008. 16 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 226).

CASTILHO, P.; VOVLAS, N. Biology and Ecology of *Pratylenchus*. In: CASTILHO, P.; VOVLAS, N. **Pratylenchus (Nematoda: Pratylenchidae): Diagnosis, Biology, Pathogenicity and Management**. Leiden: Brill, 2007.

CASTRO, L. J. P.; GODOY, O. P. Uso da torta de filtro no plantio da cana-de-açúcar. **Brasil Açucareiro**, n. 16, v.5, p. 362-372, 1979.

CAVALLET, L. E.; PESSOA, A. D. S.; HELMICH, J. J.; HELMICH, P. R.; OST, C. F. Produtividade do milho em resposta à aplicação de nitrogênio e inoculação das sementes com *Azospirillum* spp. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 4, n. 1, p. 129-132, 2000.

CLEMENTE, J. M.; CARDOSO, C. R.; VIEIRA, B. S. E.; DA MATA FLOR, I.; COSTA, R. L. Use of *Bacillus* spp. as growth promoter in carrot crop. **African Journal of Agricultural Research**, v. 11, n. 35, p. 3355-3359, 2016.

CHAVES, A.; PEDROSA, E. M. R.; COELHO, R. S. B.; GUIMARÃES, L. M. P.; MARANHÃO, S. R. V. L.; GAMA M. A. S. Alternativas para o manejo integrado de fitonematoides em cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 7, n. 1, p. 73-80, 2012.

CHAVES, A.; PEDROSA, E. M. R.; MOURA, R. M. Efeitos da aplicação de terbufós sobre a densidade populacional de nematóides endoparasitos em 5 variedades de cana-de-açúcar no Nordeste. **Nematologia Brasileira**, v. 26, n. 2, p.167-176, 2002.

COLETI, J. T. **Uso da torta de filtro e bagaço humidificado na cultura da cana-de-açúcar**. Curso de atualização em adubação de plantas cultivadas. Piracicaba: ESALQ/USP, 1983. 9 p.

CONAB: Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira: cana-de-açúcar**. Brasília: primeiro levantamento safra 2018/2019, v.5, maio, 2018.

CONAB: Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira: cana-de-açúcar**. Brasília: terceiro levantamento safra 2014/2015, v.1, dezembro, 2014.

COPERSUCAR. **Plantio de cana-de-açúcar com torta de filtro na usina Santo Antônio**. Boletim técnico. São Paulo: Copersucar, 1980. p. 8-11.

DAROS, E.; OLIVEIRA, R. A.; ZAMBON, J. L. C.; BESPALHOK FILHO, JOSÉ CARLOS. **Catálogo nacional de variedades "RB" de cana-de-açúcar**. Curitiba: Rede Interuniversitária para o Desenvolvimento do Setor Sucroalcooleiro, 2010. 136 p. Disponível em <http://canaufv.com.br/catalogo/catalogo-2010.pdf> Acesso em 20 de março de 2018.

DILLEWIJN, C. V. **Botany of sugar cane**. Waltham: Chronica Botanica, 1952. 371p.

DINARDO-MIRANDA, L. L.; FRACASSO, J. V. Spatial and temporal variability of plant-parasitic nematodes population in sugarcane. **Bragantia**, v. 69, suplemento, p. 39-52, 2010.

DINARDO-MIRANDA, L. L.; GARCIA, V. Efeito da época de aplicação de nematicidas em soqueira de cana-de-açúcar. **Nematologia Mediterrânea**, v. 26, n. 2, p. 65-67, 2002.

DINARDO-MIRANDA, L. L.; GIL, M. A.; MENEGATTI, C. C. Danos causados por nematoides a variedades de cana-de-açúcar em cana planta. **Nematologia Brasileira**, v. 27, n. 1, p. 69-73, 2003.

DINARDO-MIRANDA, L. L.; MENEGATTI, J. L.; LANDELL, M. G. A.; SILVA, M. A. Comportamento de genótipos de cana-de-açúcar em relação a *Pratylenchus zaei*. **Nematologia Brasileira**, v. 20, n. 2, p. 52-58, 1998.

DINARDO-MIRANDA, L. L.; MORELLI, J. L.; LANDELL, M. G. A.; SILVA, M. A. Comportamento de genótipos de cana-de-açúcar em relação a *Pratylenchus zaei*. **Nematologia Brasileira**, v. 20, n. 2, p. 52-58. 1996.

DINARDO-MIRANDA, L. L.; NOVARETTI, W. R. T.; MORELLI, J. L.; NELLI, E. J. Comportamento de variedades de cana-de-açúcar em relação a *Meloidogyne javanica*, em condições de campo. **Nematologia Brasileira**, v. 19, n. 2, p. 60-66, 1995.

DINARDO-MIRANDA, L.L. Reação de variedades de cana-de-açúcar ao parasitismo de *Meloidogyne javanica* e *M. incognita*. **Nematologia Brasileira**, v. 23, n. 2, p. 76-83, 1999.

DONG, L. Q.; ZHANG, K. Q. Microbial control of plant parasitic nematodes: a five-party interaction. **Plant and Soil**, v. 288, n. 1-2, p.31-45, 2006.

EAPEN, S. J.; BEENA, B.; RAMANA, K. V. Tropical soil microflora of spice-based cropping systems as potential antagonists of root-knot nematodes. **Journal of Invertebrate Pathology**, v.88, n.3, p.218-225, 2005.

ELAD, Y. Mycoparasitism. In: KOHMOTO, K.; SINGH, U.S.; SINGH, R P. **Pathogenesis and host specificity in Plant Diseases**. v.2. (eds). Elsevier Science, Oxford, U.K, p.289-307, 1995.

ELAD, Y.; ZIMMAND, G.; ZAQS, Y.; ZURIEL, S.; CHET, I. Use of *Trichoderma harzianum* in combination or alternation with fungicides to control cucumber grey mould (*Botrytis cinerea*) under commercial greenhouse conditions. **Plant Pathology**, v. 42, n. 3, 324-332, 1993.

EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: Embrapa/CNPS, 2006. 306p.

ENDO, B. Y. Responses of root-lesion nematodes, *Pratylenchus brachyurus* and *P. zaei*, to various plants and soil types. **Phytopathology**, v. 49, n. 1, p. 417-421, 1959.

FELIPE, D. C. **Produtividade da cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) submetida a diferentes épocas de plantio e a adubação mineral**. 2008. 70 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2008.

FERNANDES, A. C. **Cálculos na agroindústria da cana-de-açúcar**. Piracicaba: STAB, 2003. 240 p.

FERRAZ, L. C. C. B. Gênero *Pratylenchus* – os nematóides das lesões radiculares. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, v. 7, n. 1, p. 157-195, 1999.

FERRAZ, L. C. 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.

FERREIRA, D. F. Sisvar: A computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

FERREIRA, R. J.; SOARES, P. L. M.; CARVALHO, R. B.; SANTOS, J. M.; BATISTA, E. S. P.; BARBOSA, J. C. Espécies de *Bacillus* no controle dos nematoides das galhas e no desenvolvimento de cana-de-açúcar. **Nematropica**, v. 47, n. 2, p. 106-113, 2017.

FILHO, M. R. C.; MELLO, S. C. M.; SANTOS, R. P.; MENÊZES, J. E. **Avaliação de isolados isolados de *Trichoderma* na promoção de crescimento, produção de ácido indolacético *in vitro* e colonização endofítica de mudas de eucalipto**. Boletim de pesquisa e desenvolvimento. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2008. 226 p.

FORTES, F. O.; SILVA, A. C. F.; ALMANÇA, M. A. K.; TEDESCO, S. B. Promoção de enraizamento de microestacas de um clone de *Eucalyptus* sp. por *Trichoderma* spp. **Revista Árvore**, v. 31, n. 2, p. 221-228, 2007.

FRANÇA, B. H. C.; JASINSKI, M. **Cultivo de cana-de-açúcar**. Rio de Janeiro: Dossiê Técnico, 2007. 19 p.

FREIRE, C. R.; DAVIDE, L. C.; CAMPOS, V. P.; SANTOS, C. D.; FREIRE, P. W. Cromossomos de três espécies brasileiras de *Meloidogyne*. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 26, n. 5, p. 900-903, 2002.

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

GASCHO, G. J.; SHIH, S. F. Sugarcane. In: TEARE, I. D.; PEET, M. M. (Ed.). **Crop-water relations**. New York: Wiley- Interscience, 1983. p. 445-479.

GOEDE, R. G. M.; BONGERS, T. **Nematode communities of northern temperate grassland ecosystems**. Giessen: Focus Verlag, 1998. 388 p.

GOULART, A. M. C.; FERRAZ, L. C. C. B. Comunidades de nematoides em Cerrado com vegetação original preservada ou substituída por culturas. 1. Diversidade trófica. **Nematologia Brasileira**, v. 27, n. 2, p. 123-128, 2003.

GOULART, A. M. C.; MONTEIRO, A. R.; FERRAZ, L. C. C. B. Comunidades de nematoides em Cerrado com vegetação original preservada ou substituída por culturas. 2. Diversidade taxionômica. **Nematologia Brasileira**, v. 27, n. 2, p. 129-137, 2003.

- HARAN, S., SCHICKLER, H.; CHET, I. Molecular mechanisms of lytic enzymes involved in the biocontrol activity of *Trichoderma harzianum*. **Microbiology**, v.142, p.2321-2331, 1996
- HARMAN, G. E.; HOWELL, C. R.; VITERBO, A.; CHET, I.; LORITO, M. *Trichoderma* species - Opportunistic, avirulent plant symbionts. **Nature Reviews Microbiology**, v. 2, n. 1, p. 43-56, 2004.
- HARMAN, G. E. Myths and dogmas of biocontrol – Changes in perceptions derived from research on *Trichoderma harzianum* T-22. **Plant Disease**, v. 84, n. 4, p. 377-392, 2000.
- HEERDEN, P. D. R. V; DONALDSON, R. A.; WATT, D. A.; SINGELS, A. Biomass accumulation in sugarcane: unravelling the factors underpinning reduced growth phenomena. **Journal of Experimental Botany**, v. 61, n. 11, p. 2877- 2887, 2010.
- HJELJORD, L. G.; STENSVAND, A.; TRONSMO, A. Antagonism of nutriente-activated conidia of *Trichoderma harzianum* (atroviride) P1 against *Botrytis cinerea*. **Phytopathology**, v. 91, n. 12, p. 1172-1180, 2001.
- HOYOS-CARVAJAL, L.; ORDUZ, S.; BISSETT, J. Growth stimulation in bean (*Phaseolus vulgaris* L.) by *Trichoderma*. **Biological Control**, v. 51, n. 3, p. 409–416, 2009.
- HOWELL, C. R. Relevance of mycoparasitism in the biological control of *Rhizoctonia solani* by *Gliocladium virens*. **Phytopathology**, v. 77, n. 1, p. 992-994. 1987.
- JARRELL, W. M.; BEVERLY, R. B. The dilution effect in plant nutrition studies. **Advances in Agronomy**, v. 34, n. 1, p. 197-224, 1981.
- JATALA, P. Biological control of plant-parasitic nematodes. **Annual Review Phytopathology**, v. 24, n. 1, p. 453-489, 1986.
- JORDAAN, E. M.; WAELE, D.; VAN ROOYEN, P. J. Endoparasitic nematodes in corn roots in the western Transvaal as related to soil texture and rainfall. **Journal of Nematology**, v. 21, n. 1, p. 356-360, 1989.
- JYOTSNA; SRIVASTAVA, A.; SINGH, R.P.; SRIVASTAVA, A.K.; SAXENA, A.K. e ARORA, D.K. Growth promotion and charcoal rot management in chickpea by *Trichoderma harzianum*. **Journal of Plant Protection Research**, v. 48, n. 1, p. 81-92, 2008.
- KAPLAN, M.; NOE, J. P.; HARTEL, P. G. The role of microbes associated with chicken litter in the suppression of *Meloidogyne arenaria*. **Journal of Nematology**, v. 24, n. 4, p. 522-527, 1992.
- KHAN, T. A.; SAXENA, S. K. Integrated management of root knot nematode *Meloidogyne javanica* infecting tomato using organic materials and *Paecilomyces lilacinus*. **Bioresource Technology**, v. 61, n. 3, p. 247-250, 1997.

KUBICEK, C. P.; MACH, R. L.; PETERBAUER, C. K.; LORITO, M. *Trichoderma*: From genes to biocontrol. **The Journal of Plant Pathology**, v. 83, n. 2, p. 11-23, 2001.

KÜÇÜK, C.; KIVANÇ, M.; KINACI, E.; KINACI, G. Determination of the growth and solubilization capabilities of *Trichoderma harzianum* T1. **Biologia**, v. 63, n. 2, p. 167-170, 2008.

LIU, D. L.; KINGSTON, G.; BULL, T. A. A new technique for determining the thermal parameters of phenological development in sugarcane, including sub optimum and supra-optimum temperature regimes. **Agricultural and Forest Meteorology**, v. 90, n. 1-2, p. 119-139, 1998.

LORDELO, A. I. L.; LORDELO, R. R. A. Genótipos de milho indicados para plantio em áreas infestadas por *Meloidogyne javanica*. **O Agrônomo**, v. 44, n. 1-3, p. 6-10, 1992.

LUC, M.; SIKORA, R. A.; BRIDGE, J. **Plant parasitic nematodes in subtropical e tropical**. Saint Alban: Agriculture International Institute of Parasitology, 1990. 629 p.

LUCON, C. M. M.; KOIKE, C. M.; ISHIKAWA, A. I.; PATRÍCIO, F. R. A.; HARAKAVA, R. Bioprospecção de isolados de *Trichoderma* spp. para o controle de *Rhizoctonia solani* na produção de mudas de pepino. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, n. 3, p. 225-232, 2009.

MACHADO, V.; BERLITZ, D. L.; MATSUMURA, A. T. S.; SANTIN, R. C. M.; GUIMARÃES, A.; SILVA, M. E.; FIUZA, L. M. Bactérias como agentes de controle biológico de fitonematóides. **Oecologia Australis**, v. 16, n. 2, p. 165- 182, 2012.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1997. 319 p.

MANJULA, K.; PODILE, A. R. Increase in seedling emergence and dry weight of pigeon pea in the field with chitin-supplemented formulations of *Bacillus subtilis* AF 1. **World Journal of Microbiology & Biotechnology**, v.21, n. 6, p.1057–1062, 2005.

MARTINS, A. L. M.; LANDELL, M. G. A. **Conceitos e critérios para avaliação experimental em cana-de-açúcar utilizados no programa Cana IAC**. Pindorama: Instituto Agrônomo, 1995. p. 2-14.

MAZZUCHELLI, R. C. L.; ARAÚJO, F. F. Eficácia do controle de nematoides por *Bacillus subtilis* em duas variedades de cana-de-açúcar. **Colloquium Agrarie**, Presidente Prudente, v. 7, n. esp., p. 51-58, 2011.

MCBEATH, J.; ADELMAN, M. Taxonomy of a new *Trichoderma* found in Alaska. **Phytopathology**, v. 81, n. 10, p. 1151-1157, 1991.

MCCORMICK A. J.; CRAMER M. D.; WATT D. A. Culm sucrose accumulation promotes physiological decline of mature leaves in ripening sugarcane. **Field Crops Research**, v. 108, n. 3, p. 250-258, 2008.

MELO, I. S. *Trichoderma* e *Gliocladium* como Bioprotetores de Plantas. In: LUZ, W. C. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**. Passo Fundo: EMBRAPA, 1996. p. 261 - 295.

MELO, I. S.; AZEVEDO, J. L. **Ecologia Microbiana**. Jaguariúna: Embrapa-DNPMA, 1998. p. 393-419.

MISHRA, J. S; KURCHANIA, S. P Nutrient content in mustard and associated weeds as influenced by nitrogen levels, planting geometry and weed control methods. **Indian Journal Plant Physiology**, v. 6, n. 4, p. 386-389, 2001.

MONFORT, E.; LLOPEZ-LORCA, L. V.; JANSSON, H. B.; SALINAS, J.; PARK, J. O.; SIVASITHAMPARAM, K. Colonisation of seminal roots of wheat and barley by egg-parasitic nematophagous fungi and their effects on *Gaeumannomyces graminis* var.57 tritici and development of root-rot. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 37, n. 7, p. 1229-1235, 2005.

MONTE, A. J. **Produtor de cana-de-açúcar**. 2 ed. Fortaleza: Edições Demócrito Rocha – Ministério Ciência e Tecnologia, 2004. 64 p. (Caderno Tecnológico).

MOURA, R. M. Controle integrado de nematoides da cana-de-açúcar no Nordeste do Brasil. p. 88-94. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE NEMATOLOGIA, 22. Uberlândia. **Anais...** 2000. p.140.

MOURA, R. M.; E. M. R.; PEDROSA, S. R. V. L.; MARANHÃO, M. E. A.; MACEDO, A. M.; MOURA, E. G.; SILVA, R. F. LIMA. Ocorrência dos nematóides *Pratylenchus zae* e *Meloidogyne* spp. em cana-de-açúcar no Nordeste do Brasil. **Fitopatologia Brasileira**, v. 25, n. 1, p. 101-103, 2000.

MOURA, R. M. Gênero *Meloidogyne* e a meloidoginose. Parte I. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, v. 4, n. 1, p. 209-245, 1996.

NGUGIA, H. K.; DEDEJB, S.; DELAPLANEB, K. S.; SAVELLEA, A. T.; SCHERMA, H. Effect of flower-applied Serenade biofungicide (*Bacillus subtilis*) on pollination-related variables in rabbiteye blueberry. **Biological Control**, v. 33, n. 1, p. 32-38, 2005.

NORDLUND, D. A. Biological control, integrated pest management and conceptual models. **Biocontrol News and Information**, v. 17, n. 1, p. 35-44, 1996.

NOVARETTI, W. R. T. Efeito de fitonematóides na produção da cana-de-açúcar e controle. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE NEMATOLOGIA TROPICAL, Rio Quente. **Anais...** 1995. p.193-201.

NOVARETTI, W. R. T.; LORDELLO, L. G. E.; ELLI, E. J.; WENING FILHO, G. Viabilidade econômica do nematicida carbofuran na cultura da cana-de-açúcar. **Sociedade Brasileira de Nematologia**, v.3, n. 1, p. 117-131, 1978.

NOVARETTI, W. R. T.; MONTEIRO, A. R.; FERRAZ, L. C. C. B. Controle químico de *Meloidogyne incognita* e *Pratylenchus zeae* em cana-de-açúcar com carbofuran e terbufos. **Nematologia Brasileira**, v. 22, n. 1, p. 60-74, 1998.

NOVARETTI, W. R. T.; NELLI, E. J. Use of nematicide and filtercake for controlo f nematodes attacking in São Paulo state. **Nematologia Brasileira**, v. 9, n. 2, p. 175-184, 1985.

NOVARETTI, W. R. T. **Nematóides parasitos da cana-de-açúcar e seu controle**. Jaú: Copersucar, 1983. 6p.

NOVARETTI, W. R. T.; ROCCIA, A. O.; LORDELLO, L. G. E.; MONTEIRO, A. R. Contribuição ao estudo de nematoides que parasitam a cana-de-açúcar em São Paulo. In: Reunião de Nematologia, 1. Piracicaba. **Anais...** 1974. p.79- 196.

NUNES JÚNIOR, D. Torta de filtro: de resíduo a produto nobre. **Idea News**, v. 8, n. 92, p. 22-30, 2008.

OLIVEIRA, F. S.; ROCHA, M. R.; REIS, A. J. S.; MACHADO, V. O. F.; SOARES, R. A. B. Efeito de produtos químicos e naturais sobre a população de nematóide *pratylenchus brachyurus* na cultura da cana-de-açúcar. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 35, n. 3, p. 171-187, 2005.

ORLANDO FILHO, J.; LEME, E. J. Utilização agrícola dos resíduos da agroindústria canavieira. In: Simpósio sobre fertilizantes na agricultura Brasileira, Brasília, 1984. **Anais...** Brasília, Embrapa, 1984. P. 451-475.

ORLANDO FILHO, J.; ZAMBELLO, E. J. **Viagem de estudos realizada à África do Sul, Filipinas, Havá e Lousiana**. Piracicaba: Planalsucar, 1980. 49 p.

PAPAVIZAS, G. C. *Trichoderma* and *Gliocladium*: biology, ecology, and potential for biocontrol. **Annual Review of Phytopathology**, v. 23, n. 1, p. 23-54, 1985.

PENATTI, C. P.; BONI, P. S. **Efeito da torta de filtro na cana planta e cana soca**. Piracicaba: Copersucar, 1989. 7 p. (Relatório Técnico).

PEREIRA, W.; LEITE, J. M.; HIPÓLITO, G. S.; SANTOS, C. L. R.; REIS, V. M. Acúmulo de biomassa em genótipos de cana-de-açúcar inoculadas com diferentes estirpes de bactérias diazotróficas. **Revista Ciência Agronômica**, v. 44, n. 2, p. 363-370, 2013.

PERSELLO-CARTIEAUX, F.; NUSSAUME, L.; ROBAGLIA, C. Tales from the underground: Molecular plant-rhizobacteria interactions. **Plant Cell and Environment**, v. 26, n. 2, p.189–199, 2003.

- POMELLA, A. W. V.; RIBEIRO, R. T. S. Controle biológico com *Trichoderma* em grandes culturas – uma visão empresarial. In: BETTIOL, W.; MORANDI, M. A. B. **Biocontrole de doenças de plantas: uso e perspectivas**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2009, p. 238–244.
- PRASAD, M. Response of sugarcane to filter press mud and N, P and K fertilizers. I. Effect on sugarcane yield and sucrose content. **Agronomy Journal**, v. 68, n. 4, p. 539-543, 1976.
- RAIJ, B. VAN; CANTARELLA, H. Outras culturas industriais. In: RAIJ, B. VAN; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. (coord.) **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas: Instituto Agrônomo, 1996. p. 233-236.
- RESENDE, M. L.; OLIVEIRA, J. A.; GUIMARÃES, R. M.; PINHO, R. G. V. E.; VIEIRA, A. R. Inoculações de sementes de milho utilizando o *Trichoderma harzianum* como promotor de crescimento. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 28, n. 4, p. 793-798, 2004.
- RITZINGER, C. H. S. P.; FANCELLI, M. Manejo integrado de nematoides na cultura da bananeira. *Rev. Bras. Frutic.*, Jaboticabal - SP, v. 28, n. 2, p. 331-338, Agosto 2006.
- RODRIGUEZ, H.; FRAGA, R. Phosphate solubilizing bacteria and their role in plant growth promotion. **Biotechnology advances**, v. 17, n. 4-5, p. 319-339, 1999.
- RODRÍGUEZ-KABANA, R.; MORGAN-JONES, G.; CHET, I. Biological control of nematodes soil amendments and microbial antagonists. **Plant and Soil**, v. 100, n. 1, p. 237-247, 1987.
- ROESE, A. D.; ROMANI, R. D.; FURLANETTO, C.; STANGARLIN, J. R.; PORTZ, R. L. Levantamentos de doenças na cultura da soja *Glycine max* (L.) Merrill, em Municípios da região Oeste do Paraná. **Acta Scientiarum**, v. 23, n. 5, p. 1293-1297, 2001.
- ROMEIRO, R. S. **Bactérias Fitopatogênicas**. Viçosa: Editora UFV, 1995. 283 p.
- SANTOS, D. H.; TIRITAN, C. S.; FOLONI, J. S. S. Efeito residual da adubação fosfatada e torta de filtro na brotação de soqueiras de cana-de-açúcar. **Revista Agrarian**, v. 5, n. 15, p. 1-6, 2012.
- SASSER, J. N.; FRECKMAN, D. W. A world perspective on Nematology: the role of the Society. In: VEECH, J. A.; DICKSON, D. W. **Vistas on nematology**. Hyattsville: Society of Nematologists, 1987. p. 7-4.
- SCHROTH, M. N.; HANCOCK, J. G. Disease suppressive soil and root colonizing bacteria. **Science**, v. 216, n. 5453, p. 1376-1381, 1982.

- SIVAN, A.; CHET, I. Microbial control of plant diseases. *in*: MITCHELL, R. **New concepts in environmental microbiology**. Wiley-liss inc., New York, p. 335-354, 1992.
- SEVERINO, J. J.; DIAS-ARIEIRA, C. R.; TESSMANN, D. J. Nematodes associated with sugarcane (*Saccharum* spp.) in sandy soils in Parana, Brazil. **Nematropica**, v. 40, n. 1, p. 111-119, 2010.
- SHARON, E.; BAR-EYAL, M.; CHET, I.; HERRERA-ESTRELLA, A. A.; KLEIFELD, O.; SPIEGEL, Y. Biological control of the root-knot nematode *Meloidogyne javanica* by *Trichoderma harzianum*. **Phytopathology**, v.91, n. 7, p. 687-693, 2001.
- SHARON, E.; CHET, I.; VITERBO, A.; BAR-EYAL, M.; NAGAN, H.; SAMUELS, G. J.; SPIEGEL, Y. Parasitism of *Trichoderma* on *Meloidogyne javanica* and role of the gelatinous matrix. **European Journal of Plant Pathology**, v. 118, n. 1, p. 247-258, 2007.
- SIDDIQUI, Z. A.; MAHMOOD, I. Biological control of plant parasitic nematodes by fungi: A review. **Bioresource Technology**, v. 58, n. 3, p. 229-239, 1996.
- SIDDIQUI, I. A.; SHAUKAT, S. S. Mixtures of plant disease suppressive bacteria enhance biological control of multiple tomato pathogens. **Biology and Fertility of Soils**, v. 36, n. 4, p. 260-268, 2002.
- SILVA, M. A.; GAVA, G. J. C.; CAPUTO, M. M.; PINCELLI, R. P.; JERÔNIMO, E. M.; CRUZ, J. C. S. Uso de reguladores de crescimento como potencializadores do perfilhamento e da produtividade em cana-soca. **Bragantia**, v. 66, n. 4, p. 545- 552, 2007.
- SILVA, M. A; JERÔNIMO, E. M.; LÚCIO, A. D.'COL. Perfilhamento e produtividade de cana-de-açúcar com diferentes alturas de corte e épocas de colheita. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 8, p. 979-986, 2008.
- SILVEIRA, E. B. Bactérias promotoras de crescimento de plantas e biocontrole de doenças. In: MICHEREFF, S.J.; BARROS, R. Proteção de plantas na agricultura sustentável. Recife : UFRPE, Imprensa Universitária. 2001. p. 70-100.
- SMIT, M. A.; SINGELS, A. The response of sugarcane canopy development to water stress. **Field Crops Research**, v. 98, n. 2-3, p. 91-97, 2006.
- SOARES, P. L. M. **Estudo do controle biológico de fitonematoides com fungos nematófagos**. 2006. 217 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2006.
- SOUSA, N. D. L.; LIMA, W. T.; COELHO, T. V.; SOARES, A. L.; CAIXETA, L. M. S.; PEREIRA, R. C.; OLIVEIRA, C. B.; POMELLA, A.W. V. **Influência de diferentes doses de Quality (*Trichoderma asperellum*) e Onix (*Bacillus methylotrophicus*) no sulco de plantio na produtividade de soja (*Glycine max* L.)**. Resumo de Congresso, COMEIA, 06 a 10 de outubro de 2014 – Centro Universitário de Patos de Minas, Patos de Minas, MG.

SPIEGEL, Y.; CHET, I. Evaluation of *Trichoderma* spp. as a biocontrol agent against soil borne fungi and plant-parasitic nematodes in Israel. **Integrated Pest Management Reviews**, v. 3, n. 3, p. 169- 175, 1998.

SPIRONELLO, A.; RAIJ, B. V.; PENATTI, C. P.; CANTARELLA, H.; MORELLI, J. L.; ORLANDO FILHO, J.; LANDELL, M. G. A.; ROSSETTO, R. Cana-de-açúcar. In: RAIJ, B. V.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2.ed. Campinas: Instituto Agrônomo/Fundação IAC, 1996. p.237-239. (Boletim Técnico, 100).

STIRLING, G. R. **Biological control of plant parasitic nematodes: progress, problems and prospects**. Wallingford: CAB International, 1991, 282 p.

STURZ, A. V.; NOWAK, J. Endophytic communities of rhizobacteria and the strategies required to create yield enhancing associations with crops. **Applied Soil Ecology, Amsterdam**, v. 15, n. 2, p. 183-190, 2000.

SUGUITANI, C.; MATSUOKA, S. Efeitos do fósforo nas características industriais e na produtividade agrícola em cana-de-açúcar (cana-planta) cultivada em duas regiões do estado de São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 28. Ciência do solo: fator de produtividade competitiva com sustentabilidade: **Anais...** Londrina: SBCS, 2001. p.119.

TAVARES, A. C. S. 2009. 220 f. **Sensibilidade da cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) ao excesso de água no solo**. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2009.

TAYLOR, A. L.; SASSER, J. N. **Biología, indentificación y control de los nematodos del nódulo de la raíz**. Raleigh: North Carolina State University, 1983. 109 p.

TERRAMOTO, E. R. **Avaliação e aplicação de modelos de estimativas de produção de cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) baseados em parâmetros do solo e clima**. 2003. 86 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2003.

TIHOHOD, D. **Nematologia agrícola aplicada**. Jaboticabal: FUNEP, 1993. 372 p.

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

TIHOHOD, D. **Guia prático de identificação de fitonematóides**. Jaboticabal: FAPESP, 1997. 246 p.

TSAVKELOVA, E. A.; KLIMOVA, S. Y.; CHERDYNTSEVA, T. A.; NETRUSOV, A. I. Microbial producers of plant growth stimulators and their practical use: a review. **Applied Biochemistry and Microbiology**, v.42, n. 2, p.117–126, 2006.

UEHARA, N.; SASAKI, N.; AOKI, N.; OHSUG, R. Effects of the temperature lowered in the day-time and night-time on sugar accumulation in sugarcane. **Plant Production Science**, v. 12, n. 4, p. 420-427, 2009.

VASCONCELOS, A. C. M.; DINARDO-MIRANDA, L. L. Dinâmica do desenvolvimento radicular da cana-de-açúcar e implicações no controle de nematoides. Americana: Adonis, 2006, 56p.

VITERBO, A.; RAMOT, O.; CHEMIN, L.; CHET, I. Significance of lytic enzymes from *Trichoderma* spp. in the biocontrol of fungal plant pathogens. **Antonie Van Leeuwenhoek**, v. 81, n. 1, p. 549-556, 2002.

VORPAGEL, A. G. **Inoculação de Azospirillum, isolado e associado a bioestimulante, em milho, no noroeste do RS**. 2010. Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação em Agronomia - Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí, 2010.

WACLAWOVSKY, A. J.; SATO, P. M.; LEMBKE, C. G.; MOORE, P. H.; SOUZA, G. M. Sugarcane for bioenergy production: an assessment of yield and regulation of sucrose content. **Plant Biotechnology Journal**, v. 8, n. 3, p. 263-276, 2010.

WALLACE, H. R. **Nematode ecology and plant disease**. London: Edward Arnold, 1973. 228 p.

WEINDLING, R.; FAWCETT, W. S. Experiment in the control of *Rhizoctonia* damping-off of citrus seedling. **Hilgardia**, v. 10, n. 1, p. 1-16, 1936.

WIEDENFELD, B. Enhanced sugarcane establishment using plant growth regulators. **Journal of American Society of Sugarcane Technologists**, v. 23, n. 2, p. 48-61, 2003.

YAO, A.; BOCHOW, H.; KARIMOV, S.; BOTUROV, U.; SANGINBOY, S.; SHARIPOV, A. Effect of FZB 24® *Bacillus subtilis* as a biofertilizer on cotton yields in field tests. **Archives of Phytopathology and Plant Protection**, v. 39, n. 4, p. 323-328, 2006.

YEATES, G. W.; BONGERS, T.; GOEDE, R. M.; FRECKMAN, D. W.; GEORGIEVA, S. S. Feeding habits in soil nematode families and genera – an outline for soil ecologists. **Journal of Nematology**, v. 25, n. 3, p. 315-331, 1993.

ZHOU, L.; YUEN, G.; WANG, Y.; WEI, L.; JI, G. Evaluation of bacterial biological control agents for control of root-knot nematode disease on tomato. **Crop Protection**, v. 84, n. 1, p. 8-13, 2016.