

## A QUESTÃO NEMATÓIDES DA CANA-DE-AÇÚCAR NO NORDESTE E O CONTROLE INTEGRADO

ROMERO MARINHO DE MOURA<sup>1,2,3</sup>

<sup>1</sup> Academia Pernambucana de Ciência Agronômica.

<sup>2</sup> Academia Brasileira de Ciência Agronômica.

<sup>3</sup> Universidade Federal de Pernambuco, Instituto de Ciências Biológicas, Departamento de Micologia, Cidade Universitária, Recife, PE CEP: 50670-901, Brasil.

Autor para correspondência: romeromoura@yahoo.com.br

“A usina não é uma fábrica de açúcar, é um equipamento utilizado na extração de açúcar produzido no campo”.

A. C. Moura, químico industrial (1909-1988)

Entre os fatores que proporcionam baixas produtividades em cana-de-açúcar, em todo o mundo canavieiro, se encontram os fitonematoides. No Nordeste, a situação não é diferente. Em se tratando de uma monocultura intensiva e semiperene, instalada em ambientes favoráveis a esses organismos e a outros patógenos e pragas, os canaviais nordestinos dificilmente alcançam produtividades razoáveis. Devido a isto, muitas áreas estão se tornando improdutivas e em seguida abandonadas. Essa situação é agravada pela lamentável ausência de um serviço de extensão rural eficiente, que pudesse orientar os agricultores canavieiros em suas decisões agronômicas. Ações efetivas nesse sentido, por certo, melhorariam a qualidade da cana produzida no Nordeste, que alimenta a indústria do açúcar, álcool (etanol) e aguardente. A maior parte da cana-de-açúcar processada no Nordeste é oriunda de campos de fornecedores, muitas vezes agronomicamente leigos e carentes de assistência técnica.

A cana-de-açúcar é hospedeira de espécies de dois gêneros de nematoídes endoparasitos e de diversos gêneros ectoparasitos. Um dos gêneros de comportamento endoparasítico é de hábito sedentário, porque o seu juvenil perde a capacidade de locomoção após penetrar à raiz da hospedeira e se localizar em um sítio de alimentação, sempre em tecido de xilema. São espécies do gênero *Meloidogyne* (Tylenchida : Heteroderidae), com predominância de *M. incognita*, *M. javanica* e *M. arenaria*. Segundo J. N. Sasser (informação pessoal), quando em visita ao Nordeste, é provável que as populações de *M. incognita*, aparentemente as mais virulentas, tenham suas origens na Mata Atlântica, bioma que Nordeste continua sendo destruído pelos programas de expansão da cultura da cana. Moura e colaboradores (dados não publicados) observaram a ocorrência de *M. incognita* no primeiro ano de cultivo de cana-de-açúcar em talhão desmatado, indicando provável condição de preexistência. Outras espécies, além

destas mencionadas, têm sido assinaladas em canaviais do Nordeste, mas sem repercussões fitopatológicas. Todas essas espécies causam sintomas típicos da doença meloidoginose e são referidas popularmente pelo nome de nematoide-das-galhas e doença-das-galhas, respectivamente, em alusão aos sintomas primários que induzem nas plantas hospedeiras, ou seja, galhas radiculares, que são hipertrofias semelhantes a tumores. Os juvenis desse nematoide, referidos simplesmente por J2, são móveis e a única forma infecciosa. Quando eclodem dos ovos, estimulados por exsudados radiculares de plantas compatíveis com o parasitismo, migram por entre as partículas do solo antes de penetrar na hospedeira pela região da coifa. Em seguida, movimentam-se por entre as células do córtex e se localizam definitivamente e sedentariamente em contato com células de tecido de xilema. Após iniciarem a alimentação, os J2 perdem a capacidade de locomoção e completam o desenvolvimento, até atingirem as formas de machos ou de fêmeas. Ao longo desse processo, passam por quatro ecdises, com troca de cutícula, e se tornam machos e fêmeas; essas em grande maioria. Os machos são vermiformes e móveis e as fêmeas exibem forma de maçã ou de pêra. As fêmeas produzem ovos dentro de uma massa gelatinosa protetora, expelida pelo anus, num ciclo biológico que tem duração de 20 a 25 dias. Os machos possuem vida efêmera, não se alimentam, não copulam e migram para o solo, onde morrem rapidamente. A reprodução de *Meloidogyne* spp por partenogênese.

Em resposta à infecção, a planta promove uma hipertrofia local, semelhante a um tumor, que são as galhas, e que representam os sintomas primários. Muitas galhas se tornam confluentes, originando engrossamentos radiculares. Um alto grau de infestação resulta em um sistema radicular denso, superficial e repleto de

galhas e engrossamentos, com reflexos negativos no comprimento, diâmetro e peso dos colmos. O efeito também se verifica negativamente no valor do brix do caldo. Estes são os sintomas secundários ou reflexos da doença, que juntamente com os sintomas primários, formam a síndrome da meloidoginose da cana-de-açúcar. Nos casos das meloidoginoses ocasionadas por populações de *M. arenaria*, a terceira espécie mais difundida na região, as galhas são diminutas e muitas vezes não percebidas no campo, muito embora o nematoide interfira na produtividade. A meloidoginose da cana-de-açúcar aumenta em severidade (**severidade**=quantidade de danos na planta) quando associada ao raquitismo-das-soqueiras, uma doença bacteriana endêmica, presente em quase todas as áreas produtoras de cana do Nordeste. Devido à alta frequência de ocorrência, essas duas doenças quando associadas podem ser consideradas do tipo complexo (*complex disease*), pois interferem de modo severo na função translocação, reduzindo fluxo de seiva, e no desenvolvimento das plantas, especialmente das soqueiras. Nos solos de várzea, que são úmidos e ricos em matéria orgânica, fungos, bactérias e outros microorganismos necrotróficos e biotróficos, a exemplo de *Pythium* spp., interagem com o parasitismo do nematoide, formando também complexos fitopatológicos. Esses complexos geram altos índices de necrose, destruindo raízes e pelos absorventes, ocasionando perdas mais elevadas. A meloidoginose, isoladamente ou em complexos, pode ocasionar reduções acima de 50% da produção de um talhão. O nematoide-das-galhas produzem os ovos em uma massa gelatinosa de proteção, viável por alguns anos no solo. São 700 a 1.000 ovos por fêmea, em um ciclo vital de 20 a 25 dias de ovo a ovo.

O segundo gênero de espécies endoparasíticas é do tipo migrador pois, após a penetração da hospedeira, que nesse

caso é feita por juvenis e fêmeas adultas, migram continuamente dentro do córtex radicular, mais ou menos de modo paralelo ao cilindro central da raiz, provendo extensas necroses. Esse parasito é conhecido popularmente por nematoídes-das-lesões, devido aos sintomas necróticos típicos que induzem nas raízes das hospedeiras. Plantas severamente atacadas se tornam raquíticas, com os colmos curtos e o sistema radicular necrosado e reduzido em volume. Campos com altas populações, em média, não produzem 40 t/h.

Os nematoídes-das-lesões pertencem ao gênero *Pratylenchus* (Tylenchida: Tylenchidae), com duas espécies assinaladas no Nordeste em cana-de-açúcar: *P. zaei*, a mais disseminada e virulenta, e *P. brachyurus*, esta com patogenicidade ainda não devidamente avaliada em relação à cana-de-açúcar. A virulência de *P. brachyurus* merece investigações conclusivas, pois se fundamenta em observações casuais de campo [R.M. Moura, (dados não publicados) e W. T. Novaretti, (informação pessoal)]. Segundo S. K. Prasad, pesquisador-nematologista da *Indian Agricultural Research Institute*, em seu trabalho: *Nematode Diseases of Sugarcane*, publicado em 1972, cinco outras espécies do nematoídes-das-lesões podem ser encontradas parasitando a cana-de-açúcar: *P. dellatrei*; *P. scribineri*; *P. coffeae*; *P. pratensis*; *P. sacchari* e *P. thornei*. Ao contrário do que ocorre com o nematoídes-das-galhas que penetra quase sempre na região apical da raiz, o nematoídes-das-lesões penetra a epiderme radicular em regiões abaixo da coifa. Conforme já mencionado, uma vez dentro da raiz, migra ao longo do córtex, promovendo desestruturação histológica, o que resulta em minúsculas galerias que podem confluir, destruindo grandes extensões. Como consequências da interação patógeno-hospedeira, surgem

lesões necróticas de cor marrom, que são típicas, e que são vistas externamente e internamente. Essas lesões são sempre resultantes de efeitos tóxicos do nematoíde. Inicialmente são de tonalidades amarelas e quando os efeitos já são consequências citolíticas, tornam-se marrons. Esses sintomas são resultantes da ação de enzimas digestivas produzidas pelo parasito, introduzidas nas células, para digestão citoplasmática. Igualmente ao que ocorre na patogênese do nematoídes-das-galhas, muitas vezes, formam-se complexos fitopatológicos, com a participação de organismos oportunistas da rizosfera. O nematoídes-das-lesões da cana-de-açúcar reproduz-se por partenogênese, não são vistos machos e a produção média é de 50 a 80 ovos, em um ciclo biológico de três semanas, em média.

O nematoídes-das-galhas e o nematoídes-das-lesões estão amplamente disseminados nos canaviais nordestinos. R.M. Moura e colaboradores, em 2000, após análise de 732 amostras de solo e de raízes, coletadas em talhões com baixas produtividades nos estados do Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco e Alagoas, encontraram em 92% das amostras analisadas espécimes de *Pratylenchus* sp. e, em 56%, juvenis de *Meloidogyne* sp., indicando ampla disseminação regional desses dois organismos. Apenas 3% das amostras estavam isentas desses nematoídes. Ocorrências conjuntas de *Pratylenchus* e *Meloidogyne* numa mesma amostra é frequente. Como nas contagens de espécimes nesse tipo de estudo são considerados apenas juvenis de *Meloidogyne* spp e adultos e juvenis de *Pratylenchus* spp, em aumento de 100 vezes, não é possível a identificação específica das populações nessas ocasiões.

O segundo grupo de fitonematoíde que parasita a cana-de-açúcar possui comportamento ectoparasítico. Esses organismos, portanto, não penetram os tecidos das raízes para se alimentarem. Ao

contrário, posicionam-se externamente, especialmente nas regiões de crescimento da raiz. Essas regiões são ricas em tecidos meristemáticos, que são formados por células tenras, suculentas e com altos teores de açúcares e aminoácidos. Dependendo da região geográfica do canavial, diferentes gêneros de nematoides ectoparasitos podem ser encontrados em rizosferas de cana-de-açúcar. Nathan A. Cobb, o mais famoso dos nematologistas, foi o pioneiro da “Nematologia da Cana-de-Açúcar”, ao assinalar ectoparasitos no Havaí, no início do século vinte. Diante de uma alta diversidade e concentração de gêneros de fitoparasitos na rizosfera, Cobb postulou que o declínio da cana-de-açúcar, uma doença ocorrente à época naquele estado norte-americano, era resultante da ação conjunta desses organismos. Esse hipótese, entretanto, não foi comprovada. Naquela oportunidade, especialmente em 1913, Cobb descreveu diversos gêneros de nematoides ectoparasitos, que permaneceram válidos até hoje, entre os quais *Xiphinema*, *Trichodorus* e *Tylenchorhynchus*, todos parasitos de cana-de-açúcar. No Nordeste do Brasil, por ordem de frequência nos levantamentos já efetuados, têm-se os seguintes gêneros: *Helicotylenchus*, *Paratrichodorus*, *Trichodorus* e *Mesocriconema*. Outros gêneros ocorrem em menor frequência, a exemplo de *Xiphinema*, *Hemicycliophora*, *Hoplolaimus* e *Tylenchorhynchus*. Os dados mais recentes sobre nematoides ectoparasitos no Nordeste são os de J.V.

Silva em 2016, numa dissertação de mestrado.

No Brasil, nenhuma importância econômica é dada aos ectoparasitos em relação à cana-de-açúcar. Na literatura internacional existem dados demonstrando a importância econômica de ectoparasitos em cana-de-açúcar, podendo ser ressaltados os estudos com *Paratrichodorus minor* e *Xiphinema elongatum*. Essas observações foram registradas no Sul e no Oeste da África, pelos nematologistas de cana-de-açúcar W. V. Spaul e P. Cadet nos anos de 1990. Em contraste, existem diferentes patossistemas de ocorrência mundial envolvendo esses mesmos gêneros de ectoparasitos parasitos da cana-de-açúcar, mas com outras espécies. Os relatos de perdas econômicas para esses casos são sempre expressivos.

Outro ponto relevante em relação aos ectoparasitos foi levantado por esses mesmos autores, quando afirmaram que *Helicotylenchus dihystra*, que se mostra sempre de modo predominante em densidades populacionais em rizosferas de cana-de-açúcar, exerce efeito supressor em relação aos demais gêneros ectoparasitos, especialmente tricodoriídeos, fato recentemente comprovado por J.V. Silva em 2016. Essa importante descoberta epidemiológica é digna de mais pesquisas no Brasil, sobretudo em relação às práticas de manejo da cultura, que possam prejudicar populações de *H. dihystra*, considerando-se o fato dos tricodoriídeos serem prejudiciais à cana-de-açúcar.

## CONTROLE DOS FITONEMATOIDES DA CANA-DE-AÇÚCAR

### 1- Diagnóstico e controle de casos isolados

Rotineiramente, fitopatologistas e nematologistas no Nordeste são procurados por agricultores canavieiros que buscam soluções para talhões com baixas produtividades (prod. < 40 t/ha) ou

apresentando acentuada redução em desenvolvimento das plantas; ou seja, plantas raquíticas. Em muitas dessas situações, é comum o histórico do campo mostrar que haviam sido feitas adubações e

irrigações adequadas. Essas situações podem ocorrer em canaviais de diferentes idades, porém, na maioria dos casos, são vistas ao longo do desenvolvimento de cana-planta, geralmente com quatro a oito meses de idade. Nesses casos, quase sempre, formam-se reboleiras, principalmente quando em solos arenosos. Diante dessas situações, o melhor procedimento para um diagnóstico preciso é por meio da exclusão de fatores que causam sintomas parecidos. Para isto, em primeiro lugar, analisa-se uma possível ocorrência do raquitismo-das-soqueiras, que laboratorialmente é de fácil diagnóstico. Em segundo lugar, exclui-se a possibilidade da síndrome ser resultante de efeitos de deficiências nutricionais, especialmente macronutrientes (N; P; K; Ca e Mg.). Esses elementos, isoladamente ou em combinações, quando não disponíveis adequadamente à cana, resultam em mau desenvolvimento, com padrão sintomatológico característico. É importante ser ressaltado que plantas parasitadas por nematoides podem exibir sintomas típicos de deficiências nutricionais, devidos aos efeitos espoliativos resultantes do parasitismo e a conseqüente perda de eficiência das raízes em absorver a solução do solo. Deficiências nutricionais, especialmente de macronutrientes, em combinações com fitonematoides, conferem uma síndrome severa, conforme demonstraram S. Asano e R. M. Moura, 1995 no Nordeste. Finalmente, ainda referente ao diagnóstico das reboleiras,

## 2- Diagnóstico e controle sistemático

Independentemente da ocorrência e correções de reboleiras eventuais em canaviais, o aconselhável é o controle sistemático dos fitonematoides todos os anos. Devido às peculiaridades edáficas, climáticas e do ciclo da cultura na região Nordeste, esse controle deve ter início por ocasião da programação anual de campo da

deve-se proceder a uma análise nematológica de solo de rizosfera e de raízes, separadamente, tomando-se as amostras de uma mesma touceira. Os resultados dessas análises fornecem dados de natureza qualitativa (gêneros de fitonematoides presentes) e quantitativa (quantidades de espécimes por gênero por 300 cm<sup>3</sup> de solo). Essas análises indicarão dois pontos fundamentais para o diagnóstico da síndrome. O primeiro se há algum gênero reconhecidamente patogênico à cana-de-açúcar em associação constante com o mal e o segundo em que densidade populacional (**densidade populacional para endoparasitos** = quantidade de espécimes de um gênero de fitonematoide presente em 300 cm<sup>3</sup> de solo de rizosfera, somada a quantidade de espécimes encontrados em 50g de raízes). Densidades populacionais classificadas como baixas, mesmo de um nematoide reconhecidamente patogênico, não são consideradas para controle fitossanitário. Em contraste, caso seja identificada uma população patogênica em nível alto, a recomendação é para o agricultor esperar até a época da colheita, programando-se para não renovar o talhão. Pelo exposto, conclui-se que o “mal-das-reboleiras” da cana-de-açúcar no Nordeste, como pode ser denominado este tipo de síndrome, é uma questão multidisciplinar, com o diagnóstico fundamentado numa conceituação epidemiológica numérica, que estabelece valores relativos a índices de correlação entre densidades populacionais (número de nematoides) e perdas.

empresa. Renovar ou reformar um talhão é o processo de substituição de uma cultura velha, geralmente com três ou mais anos, já improdutiva, por uma nova, no mesmo local. Para os talhões programados para renovação, as avaliações finais para tomada de decisão a respeito da renovação (se deve ou não renovar), as amostragens

nematológicas devem começar com a cultura ainda no campo. Serão amostras de solo e de raízes, segundo procedimento de amostragem padrão, conforme Barker, 1985. No Nordeste do Brasil, os meses de junho, julho e agosto correspondem ao período de chuvas intensas e temperaturas amenas, sendo os mais apropriados para as amostragens. A colheita da cana para processamento ocorre a partir de setembro, indo até fevereiro. Caso algum gênero fitopatogênico esteja presente no talhão em densidade populacional considerada alta, a recomendação para o agricultor é de não renovar, pois é alto o risco de uma cana-planta insatisfatória, resultando em prejuízo financeiro. Diante de um diagnóstico de não renovação do talhão, o agricultor terá as seguintes opções para uma tomada de decisão:

#### **Aplicar nematicida e renovar diretamente**

A literatura mostra aumentos da produtividade da cana-de-açúcar em solos tratados com nematicidas sistêmicos de até 40% na produtividade da cana-planta. A aplicação do produto comercial é feita no fundo do sulco, quase simultaneamente ao plantio. Muitos desses resultados foram obtidos por W. T. Novaretti e colaboradores, especialmente no estado de São Paulo. Resultados equivalentes aos de Novaretti foram obtidos e publicados por Moura e colaboradores no Nordeste, região, em que a aplicação de nematicida e o plantio são efetuados no início das chuvas. Entretanto, pesquisas relacionadas aos efeitos dos nematicidas sobre a dinâmica das populações dos fitonematóides em cana-de-açúcar, desenvolvidas também no Nordeste, desestimularam o uso do controle químico. De fato, foi constatado que após o tratamento com nematicida as populações dos fitonematóides, em muitos casos, senão na maioria, retornavam a níveis

populacionais altos, com o desaparecimento do efeito residual do princípio ativo, passados três meses da aplicação do produto. A hipótese é de que, aproveitando-se de um sistema radicular saudável, livre do efeito residual do nematicida (90 dias) e de um bom perfilhamento da touceira, fatos quase sempre induzidos pelo tratamento com nematicidas, os fitonematóides proliferam rapidamente aproveitando-se, também, do momento climático, favorável aos nematóides (março a agosto). As colheitas dos canaviais nordestinos, conforme já mencionado, têm início em setembro, mês que dá início ao período de poucas chuvas e as longas estiagens. Formando-se, a partir das colheitas de talhões tratados com nematicidas, as combinações fitonematóide em nível populacional alto, poucas e às vezes nenhuma chuva e temperaturas altas, o desenvolvimento das socas é severamente afetado. No passado, sem um diagnóstico preciso, essas situações eram consideradas síndromes do mal-das-soqueiras. As empresas que comercializam nematicidas, após o reconhecimento desse problema, passaram a recomendar uma segunda aplicação do produto comercial. Para isso, muitos eventos publicitários foram conduzidos, especialmente com a apresentação de equipamentos para aplicações de nematicidas em socas. Por questões de economicidade (duas aplicações em dois anos), inevitáveis danos mecânicos causados às socas pelos equipamentos e, principalmente, devido ao aumento dos impactos ambientais provocados pelos nematicidas, essa recomendação não se transformou em prática rotineira.

Outro fator limitante, no que concerne ao controle químico de nematóides em cana-de-açúcar no Nordeste, é o risco de prejuízos econômicos advindos da possibilidade de ocorrência de chuvas intensas na semana da aplicação, pois no Nordeste as aplicações de nematicidas são

realizadas a partir de março, que marca o início do período das chuvas na região). Risco equivalente ocorre em relação à ausência de chuvas, também no mês da aplicação. Quando uma dessas duas condições climáticas ocorre, a eficiência do princípio ativo, que age de modo sistêmico na planta, é eliminada, não advindo efeito de controle. Segundo dados da literatura, os incrementos em produtividade obtidos com uma efetiva aplicação de nematicida em cana-de-açúcar não parece ter origem unicamente na redução dos fitonematoides mas, também, devido aos efeitos sobre outros fatores que interferem na brotação e no perfilhamento; no Nordeste, principalmente, brocas e cupins. Antes da aplicação de um produto comercial

### 3- Pousio

O pousio é uma antiga prática que remonta à Primeira Revolução Agrícola (Período Neolítico). Naquela época, uma gleba, após longo período de cultivo, era abandonada para se recuperar do “desgaste”. Ainda em uso no Nordeste, o pousio é executado geralmente por dois anos e quando aplicado em solos infestados por pragas da cana-de-açúcar pode ter efeito redutor de densidades populacionais,

### 4- Variedade tolerante

Não existem variedades de cana-de-açúcar resistentes a nematoides. Algumas, entretanto, são mais tolerantes, suportando os efeitos de altos índices populacionais do parasito sem se deixar afetar fisiologicamente. O caráter tolerância se evidencia, especialmente, em condições ambientais favoráveis à cultura e não deve ser utilizado isoladamente como prática de controle. As variedades portadoras do

nematicida, o agricultor deve fazer um planejamento de viabilidade econômica da sua decisão (ganhos esperados menos gastos com a aplicação). Os nematicidas são agrotóxicos da Classe Toxicológica 1 (altamente tóxico) e não devem ser utilizados, em nenhuma hipótese, nas proximidades de mananciais hídricos. Nas aplicações, o uso dos equipamentos de proteção individual (EPI) é obrigatório e não se devem improvisar equipamentos. Quando sob orientação, o agricultor precisa ser informado de que o controle químico é opção de risco financeiro, ambiental e para a saúde do aplicador. Também, deve ser igualmente avisado de que os efeitos positivos (aumento da produtividade) só ocorrem na cana-planta.

inclusive de fitonematoides. Entretanto, plantas invasoras hospedeiras podem manter ativas populações de fitonematoides e de outras pragas. Também, durante o pousio desenvolvem-se muitas socas, pois a remoção da cultura anterior, quase sempre, não é completa. Essas socas podem manter viáveis populações de nematoides, cupins e brocas. O pousio favorece erosão e em nada beneficia o agricultor.

caráter tolerância, por serem boas hospedeiras, permitem a livre multiplicação do nematoide e a conseqüente elevação da sua densidade populacional. Em condições ambientais desfavoráveis à planta e na presença de microflora abundante na rizosfera, poderão se formar complexos fitopatológicos que sempre geram necroses e perdas.

## 5- Sistema Integrado de Controle

O Sistema Integrado de Controle para Fitonematoides da Cana-de-açúcar (SIC/Cana) foi desenvolvido por Moura e colaboradores para as condições do Nordeste. Trata-se de um sistema ambientalmente limpo e de importância econômica significativa. O SIC/Cana foi matéria publicada, apresentada e discutida em diversas comissões técnicas, inclusive em reuniões nacionais da Sociedade Brasileira de Nematologia, com presenças de cientistas, produtores e empresários do mundo da cana-de-açúcar. O sistema tem início com uma rotação de culturas envolvendo as leguminosas *Crotalaria juncea* (Fabaceae), cultivada no primeiro semestre (março a junho) e a mucuna-preta (Fabaceae), no segundo (agosto a novembro), numa sequência cientificamente lógica. Essas duas leguminosas são resistentes aos mais importantes fitonematoides da cana-de-açúcar. Os meses de junho e dezembro são utilizados para efeitos de mineralização da matéria orgânica incorporada, nos dois respectivos períodos de plantio. O sistema inclui, também, após as rotações e incorporações, o revolvimento do solo com irrigação, o que pode ser feito no mês que antecede ao plantio definitivo da cana. Essa prática se fundamenta no protocolo publicado por V. P. Campos e colaboradores em: “Revolvimento do Solo e Irrigação no Controle de Fitonematoides” (Bol. Tec. / U. F. Lavras, 2005). Esse procedimento resulta em alto efeito nematicida, especialmente sobre juvenis eclodidos e não eclodidos de *Meloidogyne* spp. Nas áreas onde a irrigação não é possível, essa etapa pode ser omitida. Finalmente, no momento do plantio, deve-se fazer aplicação de torta de filtro Oliver, no fundo dos sulcos, se possível, enriquecida com bagaço e cinzas, seguindo-se as orientações de G. C. Vitti e colaboradores em “Cana-de-Açúcar: Bioenergia, Açúcar e Álcool”, editado por F. Santos e colaboradores, em 2010. Esses

produtos são disponibilizados em grandes quantidades pela indústria sucroalcooleira, para o uso no campo, por serem subprodutos da própria indústria. A torta de filtro Oliver possui alto teor de umidade e elementos nutritivos necessários à planta, aumentando, ainda mais, as condições favoráveis à brotação, perfilhamento e desenvolvimento de populações de organismos antagônicos a nematoides na rizosfera.

O SIC/Cana reduz populações dos fitonematoides endoparasitos a níveis abaixo do limite de detecção das análises de solo, já no primeiro ano. Com relação à fertilidade, proporciona incorporações ao solo da ordem de 15 a 20 toneladas de fitomassa por hectare, em cada semestre, melhorando as características físicas, químicas e biológicas da rizosfera. A incorporação da *Crotalaria juncea* proporciona 313; 78 e 353 kg/ha de N; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O, respectivamente, enquanto a mucuna-preta 147; 39; 236 kg/ha, segundo as pesquisas publicadas pela Seção de Leguminosas do Instituto Agrônomo de Campinas, São Paulo. A mucuna-preta atua no sistema, também, como elemento de erradicação de outros fatores nocivos à cultura da cana. Em primeiro lugar, atuando como cultura armadilha, por destruir, após a sua incorporação ao solo, populações residuais de *P. brachyurus* capturadas em suas raízes, por ser uma boa hospedeira (Fr=15). Também, é conhecido o efeito alelopático da mucuna-preta em relação ao alho-do-mato (tiririca), uma das pragas dos canaviais brasileiros. Além do mais, a cobertura do solo pela mucuna-preta quando em crescimento no campo, não permite o desenvolvimento e a consequente produção de sementes da maioria das ervas invasoras no período que antecede o plantio da cana-de-açúcar.

Por fim, o SIC/Cana proporciona melhorias na qualidade da vida silvestre local, por meio de duas floradas anuais,

sempre visitadas por insetos polinizadores, em altas populações. Novos sistemas integrados de controle semelhantes podem ser desenvolvidos para outras culturas e os elementos fundamentais sobre o assunto

podem ser encontrados em diversas fontes, a exemplo de “Manejo Sustentável de Fitonematoides” (Unv. Fed. Viçosa., 2010) editado por S. Ferraz e colaboradores.

## CONCLUSÕES

A questão nematoides em cana-de-açúcar é de fundamental importância para obtenção de uma boa produtividade e deve ser permanentemente considerada pelas empresas da agroindústria. Alguns pontos adicionais à questão são apresentados abaixo.

1-As indústrias sucroalcooleiras devem considerar à criação de laboratórios próprios para avaliações das populações de fitonematoides presentes nos talhões destinados à renovação no ano agrícola;

2-As atividades laboratoriais nematológicas são desenvolvidas no período da entressafra de março a agosto no

Nordeste e não coincide com o período da colheita, que é de setembro a fevereiro;

3-A instalação de um laboratório de Nematologia para apoio à cultura da cana-de-açúcar em uma empresa sucroalcooleira é de custo reduzido, inferior a dez mil dólares;

4-Na composição do corpo técnico do laboratório devem constar um profissional de nível superior agrônomo ou biólogo, com treinamento em Nematologia da cana-de-açúcar, um laboratorista e dois trabalhadores eventuais de campo, para apoio durante as amostragens.