

METODOLOGIAS PARA ESTUDO E DIAGNÓSTICO DE NEMATÓIDES PARASITAS DE PLANTAS NO BRASIL

Daiane Garabeli Trojan; Lucas Solek Barreto Vaz¹

1 INTRODUÇÃO

O Brasil apresenta uma agricultura intensiva voltada principalmente à produção de grãos, com destaque para as culturas como soja, milho, trigo, café, soja e algodão. Estas ocupam a maior parte da área plantada do país, sendo assim, são os principais constituintes da base da economia nacional.

A produção dessas grandes culturas encontra base em pilares como cultivares adaptadas e produtivas, fertilidades dos solos, áreas irrigadas (no caso do cerrado, por exemplo), no entanto apresentam fatores que ainda não contam como uma solução definitiva, como pragas, plantas daninhas e doenças.

As doenças podem ser representadas por quatro grandes grupos de fitopatógenos, que são os vírus, as bactérias, os fungos e os nematoides. Os vírus são controlados basicamente por controle varietal ou dos agentes disseminadores; as bactérias tem seu controle baseado em equilíbrio do uso da água e de nutrientes e na prevenção de danos mecânicos; os fungos contam com uma gama de fungicidas para seu controle, já os nematoides, são o grupo que apresentam seu controle ainda não definido e aplicável universalmente, já que é considerado muito difícil e caro, além de ambientalmente indesejado, principalmente por sua relação de toxicidade com o solo. Esta dificuldade de controle não está só voltada às ferramentas disponíveis pela ciência, mas também tem relação com a diagnose, epidemiologia e identificação destes infestantes.

Das culturas acima citadas, todas apresentam danos causados, por pelo menos uma espécie de nematóide. Outra questão importante a ser considerada é de que algumas culturas servem também de hospedeiras para o desenvolvimento dos nematoides.

A maioria dos nematoides, como são habitantes de solos, tem maior aptidão por causar danos em partes subterrâneas das plantas, como raízes, bulbos,

¹ Acadêmico do 7º período do curso de Agronomia, Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais – CESCAGE, Ponta Grossa – PR, e-mail: lucas_solek@hotmail.com;

tubérculos e rizomas; poucas são as espécies que causam danos em partes aéreas, como caules, folhas e sementes.

É interessante ressaltar que justamente por esse habito de danificar as raízes, e ainda podendo se alimentar exteriormente ou internamente, acabam por bloquear a passagem de seiva, apresentando então sintomas de deficiência nas folhas ou mesmo murchas. Sintomas como estes também podem ser relacionados com outras doenças ou ate mesmo com problemas voltados a fertilidade e a nutrição de plantas. Esses sintomas causados por nematoides nas raízes e visualizados na parte área das plantas são denominados de sintomas reflexos.

É válido ressaltar que existe uma relação clara entre o desenvolvimento dos nematoides e as condições edafo-climáticas, entre esses fatores pode-se citar umidade do solo e do ar, temperatura, teor de matéria orgânica e cobertura do solo, tipo de solo, pluviosidade, entre outros. A adaptação e reprodução destes patógenos é potencializada em locais de clima quente e úmido, o que geralmente são as mesmas condições que são ideais para o desenvolvimento das culturas.

Além de detectar o nematoide via sintomatologia e de conhecer os fatores que contribuem para que ele se torne uma epidemia, é necessária a sua identificação, o que até os dias de hoje é considerado pratica difícil, principalmente em nível de campo. As características entre as espécies são muito semelhantes, sendo assim, o diagnóstico nunca pode ser realizado visualmente, isto é, sem o auxilio de um microscópio.

As literaturas demonstram que as diferenças morfológicas e morfométricas são consideradas extremamente pequenas e exigem um excelente conhecimento em taxonomia para poder assegurar a determinação das espécies. Além do que a identificação para a maioria das espécies de nematóides parasitas de plantas são realizadas apenas em fêmeas, sendo que nem sempre estão presentes em amostras finais de laboratórios.

Neste sentido, esta revisão objetiva reunir o máximo de informações sobre os principais nematoides parasitas de grandes culturas no Brasil, bem como descrever as principais metodologias utilizadas na área de fitopatologia para seu diagnóstico.

REVISÃO BIBLIOGRAFICA

Os nematóides são animais invertebrados, geralmente microscópicos, pertencentes a um filo próprio denominado: Nematoda. (MAGGENTI, 1981; BONGERS; FERRIS, 1999; HUGO et al., 2001). Estima-se que existam aproximadamente um milhão de nematóides, sendo que somente 20 mil já foram identificados e descritos (EISENBACK, 1998).

Os nematóides são considerados o grupo mais abundante e diverso do reino animal, sendo que a cada cinco animais do planeta, quatro são nematóides, são considerados altamente diversificados, pois, possuem diversos hábitos alimentares e também diferentes papéis quando se trata da ecologia do solo. Seus habitats são considerados diversificados.

Encontram-se nos mais variados locais, como: solo e raízes, sendo que alguns podem ser encontrados em partes de plantas acima do solo. Podem ser considerados organismos aquáticos, podendo viver em águas marinhas, águas doces ou películas de água no solo. Enquanto a maioria dos nematóides do solo é benéfica, degradando e mineralizando a matéria orgânica, algumas espécies atuam como importantes patógenos de plantas.

Medem aproximadamente entre 0,3 e 3,0 mm e seu corpo é muito mais longo do que largo. Os corpos desses animais simples, chamados também de vermes, são arranjados em formato de tubo contido dentro de uma cutícula flexível e dura. Então a morfologia dos nematóides pode ser definida como um tubo dentro de outro tubo. Eles não possuem sistema circulatório ou respiratório, porém, os nematóides contêm a maioria dos sistemas de órgãos dos animais superiores, dentro deles destacam-se: sistema digestivo, reprodutivo, excretório, nervoso e diversos tipos de músculos. No interior da camada externa da cutícula, a parte frontal dos nematóides contém os intestinos e órgãos reprodutivos.

Existe dimorfismo sexual entre nematóides, onde fêmeas de certos gêneros são mais largas e sedentárias, isto é, apresentam pouca ou nenhuma mobilidade e os machos são esguios (TROJAN, 2011).

Já em relação ao seu crescimento e desenvolvimento, os adultos são maiores do que os juvenis, sendo que o formato e tamanho pode estar variando de espécie para espécie. A grande maioria das espécies de nematóides podem ser observadas facilmente sob microscópio de dissecação com 40-60x. Já as outras espécies que

não se encaixam nesses padrões são observadas detalhadamente, sendo que necessitam de grandes aumentos da microscopia (600-1000x). Por serem tão pequenos, são considerados um dos organismos mais difíceis de serem identificados, o que dificulta a observação de características chave.

Eles podem caracterizar o nível trófico do sistema, devido ao seu rápido ciclo reprodutivo (com 4 ecdises durante seu ciclo), morfologia, especificidade alimentar e a resposta em curto prazo de tempo às mudanças ambientais e ações de manejo do solo (BULLUCK et al., 2002 ; PORAZINSKA et al., 1999).

NPP são todos parasitas obrigatórios, ou seja, apenas podem alimentar-se de plantas vivas. Todos os nematóides que são parasitas de plantas possuem uma estrutura endurecida parecida com uma lança, que se denomina estilete, sendo que está situado na parte anterior da região da cabeça. Para quase todas as espécies do nematóides parasitas, esse estilete é oco e tem funcionamento muito similar ao de uma agulha hipodérmica, que permite a remoção de nutrientes do interior das células de plantas. O estilete também é usado para penetrar diretamente os tecidos de plantas, permitindo que o nematóide escave os tecidos de plantas e se mova em direção aos sítios de alimentação preferidos. As glândulas localizadas na parte posterior do esôfago produzem e secretam compostos através do estilete nas células das plantas.

Os nematóides que se alimentam externamente nas raízes são denominados ectoparasitas e aqueles que se alimentam dentro das raízes são os endoparasitas. Dentro de ambos os tipos de alimentação, algumas espécies podem ser migratórias, movendo-se ao longo de seu ciclo de vida, enquanto que outras são sedentárias e se posicionam em um lugar estabelecendo um local permanente de alimentação.

Já os nematóides de vida livre (não parasitas de plantas) são encontrados em números elevados nas amostras de solos. Eles podem diferenciar-se dos parasitas de plantas por não possuírem estiletos ou pela falta de bulbos ou ranhuras na base de seus estiletos. Nematóides de vida livre alimentam-se primeiramente de micro-organismos associados à decomposição da matéria orgânica. Eles são considerados recicladores de nutrientes do solo e são muito importantes para o ecossistema. Também existem algumas espécies de nematóides de vida livre que são predadoras, alimentando-se primeiramente de outros nematóides.

Em relação ao nematóides parasitas de plantas, pode-se falar que gastam grande parte de seus ciclos de vida no ambiente do solo. A textura, estrutura e

composição química do solo possuem importância primária na determinação do número e tipos de nematóides parasitas de plantas encontrados.

Dentro do solo, os nematóides parasitas de plantas movem-se apenas em pequenas distâncias, sendo que a disseminação a longas distâncias são geralmente pelo movimento do solo.

Os problemas com nematóides em geral são mais frequentes em climas quentes e úmidos, sendo que ambos encaixam-se na zona ótima de reprodução e a temperatura ideal para o desenvolvimento dos nematóides varia entre 20 a 30 °C. A preferência por climas quentes é devido os nematóides não conseguir regular a temperatura interna de seus corpos. A temperatura e umidade do solo é que vão determinar a duração do ciclo de vida dos nematóides, sendo que, para penetração radicular a temperatura ideal é de aproximadamente 28°C, para eclosão é aproximadamente 24 °C e para o desenvolvimento varia entre 28 a 31 °C.

Os nematóides podem atacar culturas de interesse econômico e trazer sérios prejuízos (ANTONIO, 1992; YAMASHITA et al., 1999), causando prejuízos na agricultura qualitativamente e quantitativamente, podendo causar perdas anuais médias à produção agrícola mundial, estimadas em 12%, o que corresponde a bilhões de dólares de prejuízo(WEISCHER; BROWN, 2001), mas geralmente esse número é superior. Em termos mundiais, considera-se que essas perdas sejam de aproximadamente 100 bilhões de dólares por ano (SASSER; FRECKMAN, 1987 apud FREITAS, 2007).

Várias espécies de frutíferas possuem importantes problemas em função do ataque de fitonematóides, como o abacaxi, que pode sofrer prejuízos de até 42%, devido ao ataque de nematóides (RASKI; KRUSBERG, 1984). No Brasil, nematóides têm sido associados a essa cultura nos estados da Bahia, Maranhão, Espírito Santo, São Paulo, Pernambuco, Rio de Janeiro, Minas Gerais, Goiás e Sergipe (MANSO et al., 1994).

A perda causada por *Radopholus similis* na banana, varia de 15 a 50% (TARTÉ; PINOCHET, 1981), podendo ser total entre as bananeiras do grupo Cavendish (COSTA, 2000). *R. similis* causa severos danos especialmente em solos arenosos, onde já houveram perdas de 100% na produção. Os solos arenosos associados às altas temperaturas provavelmente favoreceram a rápida multiplicação do nematóide (STOLF, 2007).

Em plantas cítricas (*Citrus* spp.) existem diversas espécies de nematóides associadas (MANSO et al., 1994). *Tylenchulus semipenetrans* é considerado o mais importante economicamente (LORDELLO; LORDELLO, 1991), com ampla disseminação no país (FERRAZ, 1980), podendo causar prejuízos de 10 a 30%, dependendo das condições ambientais (DUNCAN, 1995).

No Brasil, três espécies de nematóides são muito importantes economicamente para a cana-de-açúcar, em função dos danos que causam à cultura: *Meloidogyne javanica*, *Meloidogyne incógnita* e *Pratylenchus zeae*. Severino et al. (2007) trabalhando com cana-de-açúcar no estado do Paraná, analisou 74 amostras de solo e verificou a presença de *Pratylenchus* sp., *Meloidogyne* sp. E *Helicotylenchus* sp. , *Xiphinema* sp., *Paratrichodorus* sp. E *Aphelenchus* sp. Nas frequências de 97,3; 62,2; 62,2; 46,0; 16,2 e 16,2%, respectivamente. O ataque dos nematóides à cana-de-açúcar é especificamente nas raízes, de onde extraem nutrientes para o crescimento e desenvolvimento. Além do dano causado pela utilização de nutrientes da planta, estes parasitos injetam toxinas no sistema radicular, resultando em deformações nas raízes, como as galhas provocadas por *Meloidogyne*, e extensas áreas necrosadas, quando os nematóides presentes são *Pratylenchus*.

4 METODOLOGIA

INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS

Inicialmente, foram realizadas pesquisas bibliográficas, tendo em vista analisar o assunto com mais profundidade. Para tanto foram analisadas as obras de alguns importantes pesquisadores sobre o tema.

De acordo com Martins (2004), a pesquisa bibliográfica é o ponto de partida de toda pesquisa, levantamento de informações feito a partir de material coletado em livros, revistas, artigos, jornais, internet e em outras fontes escritas, devidamente publicadas.

A esse respeito, Gil (1999) afirma que além das fontes primárias, aquelas em que o pesquisador refere-se à obra direta do autor, em seu original, utilizam-se também as chamadas fontes secundárias, ou seja, quando o pesquisador remete-se

à obra de determinado autor, partindo da leitura de outro autor que escreve sobre o mesmo tema abordado.

Martins (2004) afirma que a pesquisa documental visa coletar elementos relevantes para o estudo em geral ou para a realização de um trabalho em particular. É aquela realizada a partir da consulta a documentos e registros que confirmam determinado fato, ou seja, de documentos considerados cientificamente autênticos.

A prospecção de dados ocorreu entre os meses de novembro de 2012 a maio de 2013, caracterizando assim, a delimitação temporal de pesquisa. Na obra de Yin (2004) há referência a seis fontes de evidências que podem ser utilizadas na coleta de dados, sendo, a documentação, registros em arquivos, entrevistas, observações diretas, observação participante e artefatos físicos. Foram aplicadas neste trabalho, duas fontes de maior relevância e que melhor se adaptaram a finalidade da pesquisa, sendo, a pesquisa documental e a pesquisa bibliográfica como fontes de pesquisa.

5 VALIDAÇÃO

Como os nematóides distribuem-se no campo de maneira errática, a amostragem deve ser criteriosa, para que seja representativa da área infestada e então garanta um diagnóstico preciso. A distribuição desuniforme e a ocorrência em reboleiras são fatores relevantes para o direcionamento das coletas de amostras nas áreas.

Outro ponto importante no momento da coleta é não retirar amostras no centro das reboleiras, porque ali as plantas se encontram muito danificadas, e a população de nematóides pode estar em baixa densidade, o que dificultaria a detecção; por isso a coleta deve ser realizada nas extremidades. ° A Fundação ABC faz uso de GPS para demarcar reboleiras de nematóides existentes de safras anteriores, para manter o monitoramento, histórico e a evolução das reboleiras em função do crescimento populacional deste patógeno.

Com relação à quantidade de amostras, Southey (1986) sugere que seja levada em consideração características como tipo de solo, topografia, histórico da

área e que sejam realizados de 25 a 50 sub amostras a cada intervalo de 2 a 4 hectares.

Para a realização da coleta, o deslocamento deve ser feito em ziguezague podendo ser retiradas as amostras com uso de trado. A partir daí os procedimentos são os mesmos comum a coleta de solos. No entanto é interessante que além do solo sejam coletadas e identificadas partes de sistema radicular e parte aérea com sintomas.

Se a suspeita da infestação por nematóides ainda não tiver sido comprovada seria interessante que a amostragem fosse repetida várias vezes no ano, levando em consideração os cultivos e as temperaturas. Em protocolos de instituições de pesquisa convencionado para a cultura do milho, por exemplo, exige coletas de 30 em 30 dias, sendo a primeira prévia à semeadura e a última depois da colheita.

É interessante, muitas vezes continuar as coletas em virtude de se obter um entendimento da flutuação populacional dos nematóides presentes na área. Informações como esta são primordiais para definição do manejo da propriedade, levando-se em conta se o planejamento contempla um plano completo de rotação de culturas ou se trata apenas de sucessão de culturas. Além disso, algumas empresas de agroquímicos tem sugerido aos produtores utilizar nematicidas junto ao tratamento de semente, porem não é esclarecido com detalhes o mecanismo de ação desse produto e principalmente seu efeito residual, que pode ser insuficiente em casos de alta infestação, com uso de cultura suscetíveis e sob altas temperaturas. Em caso de áreas já diagnosticadas convém que a amostragem seja realizada no pico populacional do fitopatógeno.

As avaliações em campo, por mais que seja importante para os técnicos de campo, não são na maior parte das vezes validadas, visto que se trata de um microorganismo que emite na planta sintomas que podem ser confundidos com dezenas de outros problemas, podendo citar: viroses, fungos de solo infectando o sistema radicular, deficiência nutricional e até mesmo estresse hídrico.

É comum nas avaliações a campo o registro de imagens dos sintomas de parte aérea, para auxiliar no processo de diagnose. É interessante ressaltar que em diferentes momentos do dia podem ser observadas diferenças no comportamento da planta, sendo que em temperaturas mais elevadas a avaliação é facilitada.

Como ponto positivo, pode se ressaltar que uma amostragem bem feita de uma área conhecida pelo técnico ou agrônomo é o ponto de partida para os processos laboratoriais seguintes que são essenciais para o diagnóstico.

Daulton e Nusbaum (1961) formularam um sistema de índice de galhas para o sistema radicular, que é muito utilizado no campo, e que varia de 0 a 100. Segundo Barker (1985) essa escala possui o seguinte significado, 0= não possui galhas, 1= 10% de galhas, 2= 20% de galhas, 3= 20 a 70% de galhas, 4= 70 a 90% de galhas e 5= 100% de galhas.

EXTRAÇÃO DE NEMATÓIDES VERMIFORMES DO SOLO

Entre os métodos mais utilizados para esse tipo de extração cita-se o Funil de Baermann. O princípio deste método é baseado na movimentação dos nematóides associada à ação da gravidade, onde uma amostra de água é posta em contato com o solo e então os nematóides embebidos nessa água descem, decantam e são coletados após um período que pode variar entre 24 e 48 horas.

As principais vantagens deste método se baseiam em ele possuir um baixo custo, metodologia simples e a suspensão de nematóides são limpas. Dentre as desvantagens a literatura cita a inabilidade em recuperar os nematóides que se encontram imóveis, mortos ou pouco ativos; a falta de aeração pode ser um problema na qualidade dos nematóides; e a temperatura do ambiente influencia a atividade dos nematóides e por consequência, a eficiência de extração. A extração de espécies pouco móveis como *Mesocriconema sp.*, ou de fases imóveis como cistos de *Heterodera spp.*, assim como nematóides muito longos como *Longidorus sp.*, é ineficiente por este método.

Outro método utilizado na extração é o da flotação centrífuga em solução de sacarose. Este método tem como princípio básico ser mais rápido que o anterior, para separar os nematóides do solo por diferença das gravidades específicas da água, do nematóide e da solução de sacarose.

Dentre as vantagens, este método permite a extração de ovos, nematóides imóveis ou mortos, que independem do movimento do nematóide ou do seu tamanho para extração. É considerado um método mais rápido e com habilidade de processar maior volume de solo do que o método anterior, mantendo uma amostra processada limpa. Entre as desvantagens cita-se que a solução de sacarose pode afetar o nematóide, além de ter um custo mais caro representado pela necessidade

dos equipamentos. Outro fator relevante se encontra na dificuldade de trabalho com solos muito argilosos.

EXTRAÇÃO DE NEMATÓIDES DE PARTES AÉREAS DE PLANTAS

Neste método determinados nematóides como os causadores do anel vermelho do coqueiro, o parasita de pinus, parasita de folhas de crisântemo, morango e arroz e o parasita do alho e cebola, são extraídos das partes aéreas de plantas pelos métodos do Funil de Baermann e do borbulhamento do ar em água; onde os pedaços vegetais são lavados, picados e colocados em água sob aeração forçada com bomba de aquário.

PREPARO DE LAMINAS

Existem diversas técnicas para a montagem de laminas de nematóides, em função dos propósitos de diagnose para classificação taxonômica, podendo estas serem temporárias conforme descrita por Cobb (1918) ou permanentes. Existem muitos métodos para montagem de laminas permanentes de nematóides, e na grande maioria desses métodos são usados álcool e glicerina, obtendo-se assim bons exemplares de laminas para estudos taxonômicos de nematóides. Entre esses métodos cita-se com relevância os desenvolvidos por Seinhorst (1959) e Baker (1953).

COLORAÇÃO DE NEMATÓIDES

A técnica de coloração de nematóides é muito importante quando se trata de experimentos realizados em casa de vegetação e em laboratório, pois possui a função de auxiliar na visualização dos nematóides no interior dos tecidos das plantas e também auxilia na visualização das massas de ovos de *Meloidogyne spp.*

Entre os métodos de coloração de nematóides um dos principais é o que foi desenvolvido por Byrd (1983), que possui como principal função colorir o sistema radicular das plantas com uma solução que contém fuscina ácida que facilita a observação no microscópio estereoscópico. A fuscina ácida faz com que os nematóides fiquem corados de vermelho, tudo isso ocorre no interior das raízes.

Os métodos mais comuns de auxílio a taxonomia morfológica tradicional são: eletroforética de proteínas e isoenzimas em gel poliacrilamida, focus são isoeletrica (IEF), eletroforese bidimensional (2-D) de proteínas, sorologia e análise de DNA

(RFLP e RAPD). Segundo Alonso e Alfenas (2006) o método de análise de isoenzimas, está sendo cada vez mais empregado devido sua simplicidade e alta reprodutibilidade.

A identificação de espécies de nematóides das galhas é feita, pela revelação da isoenzima esterase (EST), pelo malato desidrogenase (MDH), pelo superóxido dismutase (SOD) e pelo glutamato oxaloacetato transaminase (GOT). A eletroforese pode ser feita através de dois sistemas diferentes, que são: vertical ou horizontal, sendo classificados em contínua e descontínua.

Segundo Carneiro (2000) as grandes vantagens da eletroforese são o reconhecimento da maioria das espécies de *Meloidogyne*, ainda que em mistura, identificação de populações atípicas, eficiência e rapidez. Mas Carneiro (2000) também apresenta as limitações da eletroforese, que são: não permitir a separação de raças fisiológicas, poder utilizar apenas fêmeas maduras e existir apenas 26 espécies caracterizadas das 80 possíveis de *Meloidogyne*.

O diagnóstico molecular é baseado na divergência de sequências das bases nucleotídicas. Os marcadores moleculares estão sendo utilizados para diagnosticar os nematóides com rapidez e precisão. As técnicas mais utilizadas são a de PCR E RAPD, sendo que uma nova técnica está surgindo, que é a diagnose através do código de barra do DNA.

Algumas desvantagens desse método são: necessidade de uma literatura científica atualizada para identificação, também deve possuir exemplares em excelentes condições de preservação e etc.

Já a microscopia eletrônica de varredura é um instrumento de total importância e valioso nos estudos morfológicos e taxonômicos na identificação de nematóides parasitos de plantas. Sua diferenciação é o poder de observação de detalhes da superfície dos espécimes. No aparelho um feixe de elétrons se desloca sobre a amostra enquanto o feixe secundário de elétrons forma as imagens tridimensionais, com grande profundidade de foco.

Então por possuir essas vantagens ele consegue identificar algumas partes dos nematóides que em outras técnicas tornam-se difíceis como: número de anéis labiais, cutícula e etc.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Todo tipo de literatura, das genéricas de bancas de revistas até as mais especialistas tem sido incansáveis em alertar sobre esse inimigo invisível e perigoso para os grandes cultivos brasileiros que são nematoides.

Dificuldades como o diagnóstico de campo tem sido compensados pelos passos largos que a diagnose laboratorial tem percorrido neste caminho, utilizando desde simples centrifugas à equipamentos sofisticados de PCR-RT. Dependendo do propósito desejado tem se esta ou aquela prática: mais eficiente, mais rápida ou mais barata.

O avanço da tecnologia na agricultura deverá impulsionar ainda mais o desenvolvimento e aprimoramento de técnicas e metodologias e oxalá estas cheguem rapidamente às cooperativas e aos agrônomos na facilitação e eficácia da assistência técnica para suprimir este problema em níveis possíveis às práticas agronômicas, sem causar desequilíbrio ambiental e otimização do lucro dos agricultores.

Esta revisão teve como ponto de partida reunir informações sobre problemas potenciais, atualizar formadores de opinião e agrônomos de campo e repassar para a academia informações de fontes importantes, desde marcos históricos à papers atuais. Porém o que se vê é que informação esta sendo gerada o tempo todo, e quando se fala em NPP não existe escassez de informação.

O que este trabalho conclui é que a informação não chega a base dessa cadeia com a mesma velocidade com que ela gerada, e nem sempre pode ser considerada palpável e de simples aplicação, por isso produtor ainda tem perdido lucratividade e produtividade em suas propriedades. No entanto quando se trabalha a informação como um todo, a agricultura ganha, e neste sentido, este trabalho espera ter cumprido seu papel.

REFERENCIAS

- ANTER, E.A., ABD ELGAWAD, M.M. & ALI A.H. 1995. Effects of fenamiphos and biocontrol agents on cotton growing in nematode-infested soil. *Anzeiger fuer Schaedlingskunde Pflanzenschutz Umweltschutz* 68:12-4.
- BECKER, J.O., ZAVALITA-MEJIA, E., COLBERT, S.F., SCHROTH, M.N., WEINHOLD, A.R., HANCOCK, J.G. & VAN GUNDY, S.D. 1988. Effect of rhizobacteria on root-knot nematodes and gall formation. *Phytopathology* 78:1466-1469.
- BENNETT, R.A. & LYNCH, J.M. 1981. Colonization potential of bacteria in the rhizosphere. *Current Microbiology* 6:137-138.

BOWEN, G.D. & FOSTER, R.C. 1978. Dynamics of microbial colonization of plant roots. *In* BROUGHTON, W. J. & JOHN C. J. Pp 14-31 (Eds.) Symposium of Soil Microbiology and Plant Nutrition, University of Malaya Press, Kuala Lumpur.

BOWEN, G.D. & ROVIRA, A.D. 1976. Microbial colonization of plant roots. *Annual Review of Phytopathology* 14:121-144.

BURG, R.W., MILLER, B.M., BAKER, E.E., BIRNBAUM, J., CURRIE, S.A., HARTMAN, R., KONG, Y., MONAGHAN, R.L., OLSON, G., PUTTER, I., TUNAC, J.B., WALLIC, H., STANLEY, E.O., OIWA, R. & OMURA, S. 1979. Avermectins, new family of potent anthelmintic agents: Producing organisms and fermentation. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy* 15:361-367.

CAYROL, J.C., DJIAN, C. & FRANKOWSKI, J.P. 1993. Efficacy of abamectin B1 for the control of *Meloidogyne arenaria*. *Fundamental and Applied Nematology* 16:239-46.

CHEN, Y., MEI, R., LIU, L. & KLOEPPER, J.W. 1996. The use of yield increasing bacteria (YIB) as plant growth-promoting rhizobacteria in chinese agriculture. Pp. 165-184. *In* UTKHEDE, R.S. & GUPTA, V.K., (eds). Management of soil borne diseases. Kalyani Publishers. New Delhi, India.

FREITAS, L.G., NEVES, W.D., MARRA, B.M., ALMEIDA, A.M.S. & ROMEIRO, R.S. 2001. Isolamento e seleção de rizobactérias para o controle do nematóide das galhas (*Meloidogyne* spp.) na cultura do tomateiro. *Nematologia Brasileira* (submetido).

GAMLIEL, A. & KATAN, J. 1991. Involvement of fluorescent pseudomonads and other microorganisms in increased growth response of plants in solarized soils. *Phytopathology* 81:494-502.

GAMLIEL, A. & STAPLETON, J.J. 1993. Effect of chicken compost or ammonium phosphate and solarization on pathogen control, rhizosphere microorganisms, and lettuce growth. *Plant Disease* 77(9):886-891.

GLICK, B.R. 1995. The enhancement of plant growth by free-living bacteria. *Canadian Journal of Microbiology* 41: 109-117.

GRAHAM, T.L. 1988. Genetic engineering of soil microorganisms for pest control. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 24:317-323.

HABE, H.M. 1997. Rizobactérias promotoras de crescimento de plantas - RPCP – no controle do nematóide das galhas *Meloidogyne incognita* em tomateiro. Tese de Mestrado. Universidade de Brasília. 102p.

HACKENBERG, C. & SIKORA, R.A. 1994. Influence of temperature and soil moisture on the biological control of the potato-cyst nematode *Globodera pallida* using the plant health-promoting rhizobacterium *Agrobacterium radiobacter*. *J. Phytopathol.* 142:338-44.

HACKENBERG, C., MUEHLCHEN, A., FORGE, T. & VRAIN, T. 2000. *Pseudomonas chlororaphis* strain Sm3, bacterial antagonist of *Pratylenchus penetrans*. *Journal of Nematology* 32(2):183-189.

HALLMANN, J., KLOEPPER, J., RODRÍGUEZ-KÁBANA, R. & SIKORA, R.A. 1995. Endophytic rhizobacteria as antagonists of *Meloidogyne incognita* on cucumber. *Phytopathology* 85:1136.

HALLMANN, J., HASKY-GÜNTHER, K., HOFFMANN-HERGARTEN, S., REITZ, M. & SIKORA, R.A. 1988. Similarities and differences in the mode-of-action of two rhizosphere bacteria antagonistic to *Globodera pallida* on potato. *Biological Control of Fungal and Bacterial Plant Pathogens IOBC Bulletin* 21(9):41-43.

JUHNKE, M.E., MATHRE, D.E. & SANDS, D.C. 1989. Relationship between bacterial seed inoculum density and rhizosphere colonization of spring wheat. *Soil Biology and Biochemistry* 21:591-595.

KLOEPPER, J.W. & SCHROTH, M.N. 1981. Relationship of *in vitro* antibiosis of plant growth-promoting rhizobacteria to plant growth and the displacement of root microflora. *Phytopathology* 71:1020-1024.

KLOEPPER, J. W., SCHER, F.M., LALIBERTE, M. & ZALESKA, I. 1985. Measuring the sphere colonizing capacity (sphere competence) of bacterial inoculants. *Canadian Journal of Microbiology* 31:926-929.

KLOEPPER, J. W., ZABLOTOWIXZ, R.M., TIPPING, E.M. & LIFSHITZ, R. 1990. Plant growth-promotion mediated by bacterial rhizosphere colonizers. Pp. 315-326. *In* KEISTER, D.L. & CREGAN, P.B. (eds.). The rhizosphere and plant growth. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands.

KLOEPPER, J. W., RODRÍGUEZ-KÁBANA, R., MCINROY, J.A. & COLLINS, D.J. 1991. Analysis of populations and physiological characterization of microorganisms in the rhizosphere of plant

with antagonistic properties to phytopathogenic nematodes. *Plant and Soil* 136(1):95-102.

KLOEPPER, J. W., RODRÍGUEZ-KÁBANA, R., MCINROY, J.A., YOUNG, R.W. 1992. Rhizosphere bacteria antagonistic to soybean cyst (*Heterodera glycines*) and root-knot (*Meloidogyne incognita*) nematodes: Identification by fatty acid analysis and frequency of biological control activity. *Plant and Soil* 139:75-84.

KLOEPPER, J. W., RODRÍGUEZ-KÁBANA, R., ZEHNDER, G.W., MURPHY, J.F., SIKORA, E. & FERNÁNDEZ, C. 1999. Plant root-bacterial associations in biological control of soilborne diseases and potential extension to systemic and foliar diseases. *Australasian Plant Pathology* 28:21-26.

KLUEPFEL, D. A., MCINNIS, T. M., & ZEHR, E. I. 1993. Involvement of root-colonizing bacteria in peach orchard soil suppressive of the nematode *Criconebella xenoplax*. *Phytopathology* 83:1240-1245.

LEONG, J. 1986. Siderophores: their biochemistry and possible role in the biocontrol of plant pathogens. *Annual Review of Phytopathology* 24:187-209.

LIU, L., KLOEPPER, J.W. & TUZUN, S. 1995a. Induction of systemic resistance against cucumber bacterial angular leaf spot caused by *Pseudomonas syringae* p.v. *lachrymans* with two plant growth-promoting rhizobacterial strains. *Phytopathology* 85: 843-847.

LIU, L., KLOEPPER, J.W. & TUZUN, S. 1995b. Induction of systemic resistance in cucumber against Fusarium wilt by plant growth-promoting rhizobacteria. *Phytopathology* 85:695-698.

LYNCH, J.M. 1978. Microbial interaction around imbibed seeds. *Annals of Applied Biology* 89:165-167.

MCINNIS, T., KLUEPFEL, D. & ZEHR, E. 1990. Suppression of *Criconebella xenoplax* on peach by rhizosphere bacteria. Second International Nematology Congress, Veldhoven. The Netherlands, Abstracts of Papers, 106.

MCINROY, J.A. & KLOEPPER, J.W. 1995. Survey of indigenous bacterial endophytes from cotton and sweet corn. *Plant Soil* 173:337-342.

NEVES, W.S., FREITAS, L.G., ROMEIRO, R.S., SILVA & ALVES, H.S. 2000. Controle de *Meloidogyne javanica* e *M. incognita* em tomateiro por bactérias endofíticas. *Fitopatologia Brasileira*, 25: 102-103.

OOSTENDORP, M. & SIKORA, R.A. 1989. Seed treatment with antagonistic rhizobacteria for the suppression of *Heterodera schachtii* early root infection of sugar beet. *Revue de Nématologie* 12:77-84.

OOSTENDORP, M. & SIKORA, R.A. 1990. In-vitro interrelationships between rhizosphere bacteria and *Heterodera schachtii*. *Revue de Nématologie* 13:269-74.

PERLAK, F.J., OBUROWICZ, M.G., WATRUD, L.S. & KAUFMAN, R.J. 1988. Development of genetically engineered microbial biocontrol agents. Pp:284-296. In HEDLIN, P.A., MENN, J.J. & HOLLINGWORTH, R.M. (eds). *Biotechnology for Crop Protection*. American Chemical Society, Washington.

RACKE, J. & SIKORA, R.A. 1992a. Isolation, formulation and antagonistic activity of rhizobacteria toward the potato cyst nematode *Globodera pallida*. *Soil Biology and Biochemistry* 24:521-526.

RACKE, J. & SIKORA, R.A. 1992b. Influence of the plant health-promoting rhizobacteria *Agrobacterium radiobacter* and *Bacillus sphaericus* on *Globodera pallida* root infection of potato and subsequent plant growth. *Journal of Phytopathology* 134:198-208.

SASSER, J. N. & D. W. FRECKMAN. 1987. A world perspective on nematology: the role of the society. Pp. 7-14 In J. A. Veech and D. W. Dickson, ed. *Vistas on Nematology*. Maryland: Society of Nematologists.

SCHER, F.M., ZIEGLE, J.S. & KLOEPPER, J.W. 1984. A method for assessing the root colonizing capacity of bacteria on maize. *Canadian Journal of Microbiology* 30:151-157.

SCHIPPERS, B., BAKKER, A.W. & BAKKER, P.A.H.M. 1987. Interactions of deleterious and beneficial rhizosphere microorganisms and the effect of cropping practices. *Annual Review of Phytopathology* 25: 339-358.

SIKORA, R.A. 1988. Interrelationship between plant health promoting rhizobacteria, plant parasitic nematodes and soil microorganisms. *Med. Fac. Landbouww. Rijksuniv. Gent* 53(2b):867-878.

SIKORA, R.A. & HOFFMANN-HERGATEN, S. 1992. Importance of plant health-promoting rhizobacteria for the control of soil-borne fungal diseases and plant parasitic nematodes. *Arab. Journal of Plant Protection* 10(1):53-48.

STIRLING, G. R. 1991. *Biological control of plant parasitic nematodes: Progress, problems and prospects*. Wallingford. Oxon, UK: CAB International.

- STRETTON, A.O.W., CAMPBELL, W.C. & BABU, J.R. 1987. Biological activity and mode of action of avermectins Pp. 136-146. In VEECH, J.A. & DICKSON, D.W. (eds). Vistas on Nematology, Society of Nematologists, Hyattsville.
- SUBRAHMANYAN, P., REDDY, M.N. & RAO, A.S. 1983. Exudation of certain organic compounds from seeds of groundnut. Seed Science and Technology 11:267-272.
- TOMÉ, L.G.O., FREITAS, L.G., NEVES, W.S. & DIAS, C.R. 2000. Efeito de bactérias endofíticas de mucuna preta (*Mucuna pruriens* var. *pruriens*) em *Meloidogyne incognita* infectando tomateiro. Fitopatologia Brasileira, 25 (Suplemento):341.
- VAN PEER, R., NIEMANN, G. J., & SCHIPPERS, B. 1991. Induced resistance and phytoalexin accumulation in biological control of Fusarium wilt of carnation by *Pseudomonas* sp. strain WC-417r. Phytopathology 81: 728.
- WEI, G., KLOEPPER, J. W., & TUZUN, S. 1991. Induction of systemic resistance of cucumber to *Colletotrichum orbiculare* by select strains of plant growth-promoting rhizobacteria. Phytopathology 81: 1508-1512.
- WESTCOTT, S.W. & KLUEPFEL, D.A. 1993. Inhibition of *Criconemella xenoplax* egg hatch by *Pseudomonas aureofaciens*. Phytopathology 83:1245-1249.
- ZAVALETA-MEJIA, E. & VAN GUNDY, S.D. 1982. Effects of rhizobacteria on *Meloidogyne* infection. Journal of Nematology 14(4):475-476.
- ZUCKERMAN, B.M. 1983. Hypotheses and possibilities of intervention in nematode chemoresponses. Journal of Nematology 15:173-183.