

Manejo de nematoides na cultura do tomate

132

Circular Técnica

Brasília, DF
Outubro, 2014

Autores

Jadir Borges Pinheiro
Eng. Agr., DSc.
Fitopatologia
Embrapa Hortaliças
Brasília, DF

Ricardo Borges Pereira
Eng. Agr., DSc.
Fitopatologia
Embrapa Hortaliças
Brasília, DF

Fabio Akiyoshi Suinaga
Eng. Agr., DSc.
Genética e Melhoramento
de Plantas
Embrapa Hortaliças
Brasília, DF

Foto: Jadir B. Pinheiro



Introdução

Fatores abióticos como temperatura, umidade, aeração, textura do solo e nível de resistência ou suscetibilidade de cultivares de tomateiro influenciam na dinâmica populacional de nematoides. Os danos causados por qualquer espécie de nematoide dependem da densidade populacional deste fitoparasita em relação à massa de raízes e também do vigor da planta em tolerar altas populações. O estresse induzido pelo parasitismo de nematoides pode influenciar direta ou indiretamente o rendimento e a sobrevivência de plantas de tomateiro, uma vez que as raízes são danificadas e o tamanho e vigor das plantas são reduzidos, colocando desta forma plantas parasitadas em desvantagem em relação às plantas adjacentes na disputa por água, nutrientes e luz.

Em áreas de cultivo de tomateiro no mundo, os principais gêneros de nematoides que causam danos expressivos são *Meloidogyne*, *Belonolaimus*, *Trichodorus* e *Paratrichodorus*. Outros gêneros associados ao tomateiro são relatados na literatura, porém não causam perdas ou prejuízos estimáveis.

Essa Circular Técnica trata do gênero *Meloidogyne*, principal nematoide endoparasito que causa danos expressivos em tomateiro no Brasil, focando aspectos em relação ao seu ciclo de vida, disseminação e algumas práticas de manejo de nematoides na cultura do tomate.

Nematoide-das-galhas

Mais de 90 espécies do nematoide-das-galhas já foram descritas no mundo, além de raças fisiológicas (patótipos) existirem em algumas delas. Variações ocorrem no desenvolvimento e na patogenicidade de populações geograficamente isoladas de *Meloidogyne*. Aspectos morfológicos como a configuração perineal da fêmea, o comprimento do estilete, a região labial dos machos, a caracterização isoenzimática e outros caracteres moleculares, bem como a planta hospedeira e a localidade de coleta da espécie são detalhes importantes na identificação das espécies de nematoide-das-galhas.

Os nematoides-das-galhas, *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White) Chitwood, *M. javanica* (Treub) Chitwood, *M. arenaria* (Neal) Chitwood e *M. hapla* Chitwood são as espécies com maior distribuição em tomateiro. Elas podem ocorrer em vários tipos de solo, mas causam prejuízos econômicos com maior intensidade em regiões quentes e que apresentam solos arenosos e com baixos teores de matéria orgânica.

Outra espécie de nematoide-das-galhas que tem causado problemas em várias culturas no Brasil e no mundo, inclusive na cultura do tomateiro é *Meloidogyne enterolobii* (sin: *M. mayaguensis* Rammah & Hirschmann). Esta espécie foi relatada pela primeira vez no Brasil nos estados de Pernambuco e Bahia, causando danos em plantios de goiabeira. Apresenta rápida disseminação e tem sido encontrada associada ao parasitismo de plantas ornamentais, fumo, soja, cafeeiro, mamão, acerola, araquá e diversas hortaliças. No Brasil, em hortaliças, *M. enterolobii* foi detectado pela primeira vez no Estado de São Paulo parasitando plantas de tomateiro e pimentão resistentes a outras espécies de *Meloidogyne*. Desde então, esta espécie vem causando perdas nestas hortaliças em municípios no interior Paulista.

Devido à grande susceptibilidade de algumas cultivares de tomateiro aos nematoides-das-galhas, diversas instituições de pesquisa utilizam essas plantas em casa-de-vegetação para manter e/ou multiplicar populações ou coleções de nematoides-das-galhas para estudos futuros.

Assim, estudos sobre a ocorrência e os danos causados em cultivos de tomate em todo o mundo são poucos comparados com a importância e hospedabilidade desta cultura aos nematoide-das-galhas.

Sintomas

Com sua atividade de penetração nas raízes das plantas os nematoides-das-galhas estimulam uma resposta da planta, com hipertrofia e hiperplasia das células que ocorrem nas raízes invadidas pelos juvenis de segundo estágio (J2), formando desta maneira as galhas. Após várias invasões nas raízes, por inúmeros juvenis, as galhas formadas apresentam forma alongada e com aspecto de inchaços ao longo do sistema radicular (Figura 1).



Foto: Jadir B. Pinheiro

Figura 1. Galhas causadas pelo ataque do nematoide-das-galhas (*Meloidogyne* spp.) em raízes de tomateiro.

M. hapla geralmente produz galhas pequenas e discretas, enquanto *M. incognita*, *M. arenaria*, *M. javanica* e *M. enterolobii* causam galhas grandes e irregulares, que podem apodrecer rapidamente devido à invasão de patógenos secundários, tais como *Sclerotium rolfsii* Sacc., *Fusarium* sp., *Verticillium* sp. e *Ralstonia* sp. com intensificação dos danos. O transporte de nutrientes e sais minerais das raízes para a parte aérea das plantas é afetado, resultando em murchas e deficiências nutricionais. Os sintomas no campo podem apresentar-se na forma de reboleiras de formato irregular com plantas raquíticas, murchas e amarelecidas (Figura 2).



Foto: Ailton Reis

Figura 2. Reboleira observada em campo de produção de tomate devido à infestação pelo nematoide-das-galhas (*Meloidogyne* spp.).

Temperatura, umidade, tipo de solo, idade da planta no momento da penetração e infecção, densidade populacional do inóculo e outros fatores de estresse têm grande interferência sobre os danos causados pela infecção de *Meloidogyne*.

Ciclo de vida e epidemiologia do nematoide-das-galhas

O gênero *Meloidogyne* tem uma ampla gama de hospedeiros entre plantas cultivadas. Se as condições ambientais forem favoráveis, por exemplo, na entressafra, eles podem sobreviver em muitas plantas infestantes, como a falsa-serralha (*Emilia sonchifolia* (L.) DC.), juá-bravo (*Solanum sisymbriifolium* Lam.), caruru (*Amaranthus hybridus* L.), arrebenta cavalo (*Solanum aculeatissimum* Jacq.), melão-de-São-Caetano (*Momordica charantia* L.), entre outras.

O nematoide apresenta atividade durante todo o ano em climas quentes e solos úmidos, já em climas mais frios o ciclo de vida é mais longo. As espécies do nematoide-das-galhas são parasitas obrigatórios de raízes e de caules subterrâneos. São móveis no solo, e os estádios de desenvolvimento vermiformes ou juvenis de segundo estágio (J2) são as formas de vida que infectam as raízes de tomateiro encontradas no solo. Ao penetrarem nas raízes, movimentam-se para as proximidades dos vasos condutores e se tornam sedentários. Com o seu desenvolvimento no interior das raízes até a fase adulta, passam por sucessivas ecdises (troca de cutícula ou revestimento externo do corpo dos nematoides) e alterações na sua forma, passando da fase vermiforme para a forma referida como “salsicha” até se tornarem adultos e no caso das fêmeas apresentarem formato de “cabaça” ou “piriforme”. Enquanto se desenvolvem, em resposta à introdução de substâncias produzidas pelas suas glândulas esofagianas nos tecidos das raízes da planta, ocorre aumento no tamanho e no número das células das raízes parasitadas, que resulta num engrossamento denominado de “galha”. Na fase adulta, o macho geralmente sai da raiz e não mais parasita a planta. Os machos adultos destes nematoides são vermiformes e não se alimentam. Já a fêmea continua seu desenvolvimento até assumir formato globoso e piriforme e (Figura 3), posteriormente, produz uma massa de ovos que geralmente permanece fora da raiz, com possibilidade de ser vista a olho nu (Figura 4).



Foto: Frederick M. Aguiar

Figura 3. Fêmea de *Meloidogyne* sp. em formato de pêra extraída de raízes de tomateiro.



Foto: Jadir B. Pinheiro

Figura 4. Massa de ovos na superfície das galhas (pontos pretos) localizada nas raízes parasitadas por *Meloidogyne* sp.

Esta massa contém, em média, 500 a 1.000 ovos envolvidos por uma substância gelatinosa que protege os mesmos contra dessecação e outras condições desfavoráveis. Em determinadas situações o número de ovos produzidos nesta massa de ovos pode ultrapassar a 2000 unidades.

Dentro de cada ovo vai ocorrer à formação do juvenil de primeiro estágio (J1), que sofre uma ecdise e se transforma em J2, ainda no interior do ovo. Este representa a forma infectiva que eclode do ovo, vai para o solo ou diretamente infecta outra raiz, passando por mais três ecdises até chegar à fase adulta, completando assim o ciclo em torno de 21 a 45 dias, dependendo das condições climáticas e da espécie de nematoide envolvida, com possibilidades de ser completado até em

70 dias no inverno. A dinâmica do ciclo de vida de *Meloidogyne* é apresentada na Figura 5.

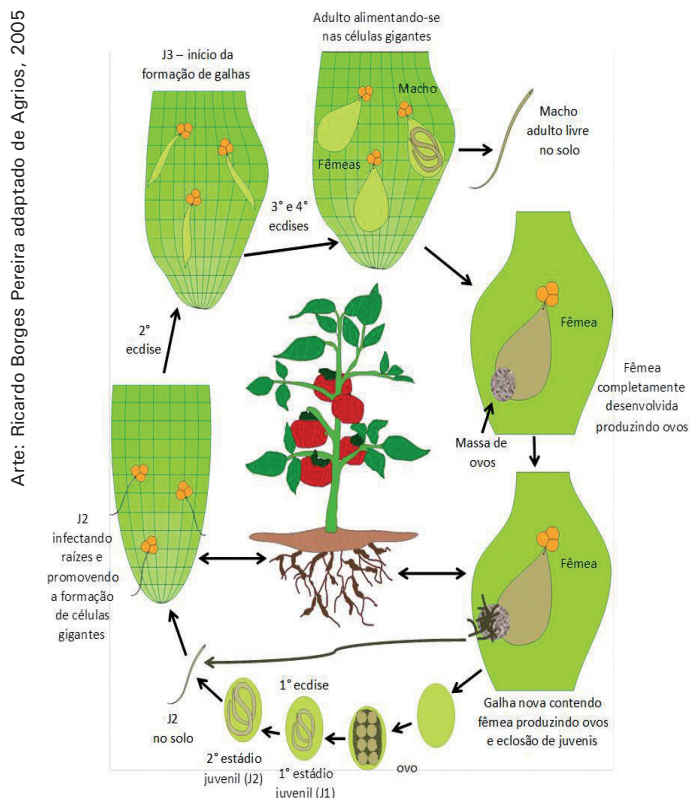


Figura 5. Ciclo de vida do nematoide-das-galhas em raízes de tomateiro.

Os J2 e os ovos são estádios de sobrevivência para estas espécies e podem sobreviver no solo com umidade adequada. Podem também entrar em estado de dormência em condições desfavoráveis, ou seja, principalmente quando o solo estiver seco e sem plantas hospedeiras de tomateiro ou outras espécies vegetais.

Em climas quentes, quatro ou cinco gerações do nematoide podem se desenvolver em uma única estação de crescimento da cultura.

A sobrevivência do nematoide-das-galhas e a realização do ciclo de vida dependem do crescimento bem sucedido da planta hospedeira e das condições ambientais. Os machos participam menos no ciclo de vida em relação às fêmeas, uma vez que a maioria das espécies se reproduz por partenogênese, sem haver a necessidade de copulação.

Devido ao fato dos nematoides se moverem lentamente no solo, sua principal forma de disseminação é a passiva, dada pela movimentação do solo, água, implementos agrícolas

contaminados, homem e animais nas áreas de cultivo e, principalmente, por mudas de tomateiro contaminadas. Esta última é responsável pela contaminação de áreas a longas distâncias.

Manejo do nematoide-das-galhas

O controle do nematoide-das-galhas na cultura do tomateiro é bastante problemático, porque esses microrganismos são habitantes de solo que sob condições favoráveis de temperatura e umidade, multiplicam-se com rapidez e ficam protegidos da ação de substâncias tóxicas presentes em agrotóxicos ou produzidas por organismos antagonistas. Para seu controle é de grande importância a integração de várias práticas que vão desde a produção das mudas até a escolha da área de plantio. Dentre essas, as principais são: a prevenção, rotação de culturas, alqueive, uso de plantas antagonistas, variedades resistentes e, em último caso, o controle químico.

Prevenção

A prevenção evita a introdução do nematoide numa determinada área, pois uma vez presentes em áreas de cultivo, o produtor terá que conviver com o problema, já que sua erradicação é praticamente impossível.

O plantio de mudas livres de nematoides fitoparasitas em solos não contaminados é essencial para manter este grupo de patógenos fora da área de cultivo, pois se reduz bastante a possibilidade de se introduzir na lavoura estes patógenos. Outra medida de fundamental importância é evitar o plantio em épocas em que ocorram temperaturas elevadas e chuvas, pois a maioria das espécies de ocorrência no país se multiplica bem nestas condições.

Deve-se também ter o cuidado de desinfestar máquinas e implementos agrícolas que possam disseminar nematoides juntamente com partículas de solo aderidas aos pneus e demais partes do maquinário para áreas de cultivo não contaminadas. A utilização de jatos fortes de água para remoção de solo aderido aos maquinários é eficiente para evitar a disseminação desses organismos.

Rotação de culturas

A rotação de culturas para o controle de nematoide é bastante difícil, pois *M. incognita* e *M. javanica* apresentam mais de 1.000 espécies de plantas

hospedeiras conhecidas. Além disso, *Meloidogyne incognita*, possui quatro diferentes raças (1, 2, 3 e 4) caracterizadas por atacar diferentes espécies de plantas.

A rotação de culturas com culturas que não hospedam um determinado patógeno tem como finalidade eliminar total ou parcialmente estes organismos pela subtração do seu alimento. Assim, em áreas infestadas por *M. javanica* ou *M. incognita* sugere-se a rotação com amendoim (*Arachis* sp.), braquiárias (*Brachiaria* spp.), crotalária (*Crotalaria spectabilis* Roth.) e mamona (*Ricinus communis* L.) dentre outras plantas resistentes ou não hospedeiras.

Alqueive

O alqueive é uma técnica que constitui em manter o terreno limpo sem a presença de culturas ou plantas infestantes. O solo permanece sem vegetação com práticas de capinas manuais, arações, gradagens e com o emprego de herbicidas temporariamente, em associação. Resultados de ensaios de pesquisa demonstram redução acima de 75% da população de nematoides-das-galhas no campo durante os dois primeiros meses de alqueive e menos de 10% de sobrevivência após três meses. O alqueive reduz a população não só dos nematoides-das-galhas, como de outras espécies destes parasitos pela ação dos raios solares. A luz solar apresenta efeito nematocida devido à fração ultravioleta do espectro. A eficiência do alqueive vai depender de sua duração, da temperatura e da umidade do solo e da espécie de nematoide envolvida. É recomendável deixar certo nível de umidade no solo chamado de alqueive úmido, que permite a eclosão dos ovos e o movimento dos juvenis das espécies de nematoides presentes. Com esta movimentação, estes consumirão mais suas reservas energéticas e morrerão por inanição. Porém, o alqueive é uma prática que possui o inconveniente do custo de manter o solo limpo por determinado tempo, com redução de lucro para o produtor e favorecimento de erosões em regiões que ocorrem chuvas elevadas.

Plantas antagonistas

Crotalárias (*Crotalaria spectabilis*, *C. juncea* L.), cravo-de-defunto (*Tagetes patula* L., *T. minuta* L., *T. erecta* L.) e mucunas (*Estizolobium* spp.) são exemplos de plantas antagonistas que são utilizadas com sucesso no controle de nematoides. Vale lembrar que a *C. juncea* e as mucunas tem comprovada eficácia para *M. incognita* e

M. javanica, são hospedeiras desfavoráveis, porém podem causar aumento das densidades populacionais em determinados casos quando as condições são favoráveis ao nematoide.

As plantas antagonistas podem permitir a invasão de nematoides, porém não permitem seu desenvolvimento até a fase adulta. É o caso das crotalárias, que funcionam como hospedeiras atraindo os nematoides para as raízes. Contudo, numa segunda fase, oferecem repelência aos nematoides que penetram ou que estão nas proximidades das raízes. Assim, não ocorre a formação das células gigantes ou células nutritoras (células responsáveis pela alimentação dos nematoides, formadas após a penetração e estabelecimento do sítio de infecção), com inibição do desenvolvimento de juvenis. As crotalárias também produzem substâncias tóxicas, como a monocrotalina, que inibe o movimento dos juvenis. Neste caso, recomenda-se o seu cultivo até aproximadamente 80 dias seguido da incorporação da massa verde, pois se deve evitar o início da floração para não dificultar o processo de decomposição pela formação de alto volume de materiais fibrosos. No caso do cravo-de-defunto, ocorre a liberação de exsudados radiculares com ação tóxica sobre os nematoides, denominada β -tertienil. Outra vantagem das plantas antagonistas, crotalárias e mucunas é que podem ser utilizadas como cultura de cobertura ou serem incorporadas ao solo na forma de adubo verde, com melhoria também nas condições físicas e químicas do solo por torná-lo mais friável e descompactado estruturalmente e pela incorporação de fertilizantes naturais.

Matéria orgânica

A utilização de matéria orgânica funciona como condicionador do solo, favorecendo suas propriedades físicas, além de contribuir com fornecimento de determinados nutrientes, como nitrogênio. As plantas são favorecidas em relação ao ataque dos nematoides pelo seu crescimento mais vigoroso. Além disso, a matéria orgânica estimula o aumento da população de microrganismos de solo, em especial de inimigos naturais dos nematoides, além de liberar substâncias tóxicas com sua decomposição que contribuem para a mortalidade destes.

O esterco de gado ou de galinha, tortas oleaginosas, palha de café, bagaço de cana e torta de mamona são exemplos de materiais orgânicos. O esterco de gado ou de galinha deve ser esterilizado antes de ser aplicado, principalmente em áreas novas de cultivo, pois estes podem constituir-se como fonte de disseminação de fitopatógenos. Não é recomendada a manutenção e incorporação de restos de raízes infectados por nematoides na área cultivada, por inviabilizar os métodos usuais de controle, considerando que os nematoides alojados em tecidos de restos culturais, raízes, tornam-se protegidos da ação de nematicidas e outros agentes físicos e biológicos de controle. Assim, a remoção das raízes infectadas após a colheita também é prática que contribui para redução dos níveis populacionais antes do próximo plantio. Os restos de raízes devem ser retirados da área, amontoados e secos para finalmente serem queimados.

Resistência

A utilização de variedades resistentes constitui, juntamente com as práticas culturais citadas acima, uma prática de grande relevância para o controle dos nematoides, e tem como vantagens não oferecer riscos à saúde humana, ser de custo relativamente baixo e não poluir o ambiente. Assim, o melhoramento de tomateiro visando à resistência a nematoides tem papel importante no seu manejo.

A resistência aos nematoides-das-galhas foi identificada há mais de 60 anos em um acesso de tomateiro selvagem *Solanum peruvianum* (PI 128657). Os genes que contemplam a resistência apresentam oito alelos (*Mi1* a *Mi8*), sendo que o alelo *Mi1* é o mais usado nos cruzamentos com cultivares comerciais de *Solanum lycopersicum*. Cultivares de tomateiro portadoras do gene *Mi* com resistência a *M. incognita*, *M. javanica* e *M. arenaria* devem ser utilizadas sempre que disponível, pois este gene limita a reprodução destas espécies de *Meloidogyne* em plantas de tomateiro e em outras espécies cultivadas. Contudo, essa resistência pode ser ineficaz em temperaturas elevadas do solo (acima de 30° C), e muitas vezes não conferem resistência a populações geograficamente isoladas do nematoide.

Instituições de pesquisa nacionais e internacionais utilizam o gene *Mi* para o desenvolvimento de cultivares resistentes, pois a reprodução de *Meloidogyne* spp. em plantas de tomateiro é limitada com a presença deste gene.

As cultivares 'Débora Plus' e 'Débora VFN' (para mesa) e 'IPA-5' e 'Viradoro' (para processamento industrial) são exemplos de cultivares com resistência a *M. incognita* raça 1 e *M. javanica*. Contudo, são suscetíveis *M. enterolobii*. Esta espécie apresenta ampla polifagia e comportamento altamente agressivo para a maioria das espécies olerícolas quando comparado com as duas espécies prevalentes no país (*M. incognita* e *M. javanica*). Existem relatos de populações de *M. enterolobii* causando danos em plantas resistentes a outras espécies de *Meloidogyne*, como o tomate 'Rossol', a soja 'Forest' e a batata-doce 'CDH' no Oeste da África. Desta forma esta espécie constitui séria ameaça para plantio de tomate para indústria no Brasil. Em plantas portadoras do gene *Mi* é a reação de hipersensibilidade (HR), que provoca mudanças histológicas, como a morte celular próxima ao sítio de infecção do juvenil de segundo estágio de *Meloidogyne* spp. Esse fenômeno tem ocorrido geralmente 12 horas após a tentativa de estabelecimento do nematoide no interior da raiz.

Vale ressaltar que apesar da existência de cultivares de tomateiros resistentes, as espécies de nematoides-das-galhas prevalentes no Brasil ainda causam prejuízos à cultura. Em tomateiro para processamento industrial no Brasil, cuja totalidade são híbridos importados, a grande maioria disponível são resistentes porém, algumas espécies e raças de *Meloidogyne* possuem a habilidade de "quebrar" a resistência conferida pelo gene *Mi*.

Assim, faz-se necessário prosseguir na busca de novas fontes de resistência a espécies de *Meloidogyne* que infectam tomateiros no Brasil. Na avaliação de 83 acessos e três cultivares ('Rossol', 'Tospodoro' e 'Anahu') de tomateiro (*Solanum* secção *Lycopersicon*) em casa-de-vegetação para resistência a *M. enterolobii*, realizada pela Embrapa Hortaliças 65 dias após a inoculação, foi observado que os acessos 'CNPH-0854', 'CNPH-1510', 'CNPH-0378', 'Rossol' (com o locus *Mi*) e 'CNPH-0969' foram resistentes a *M. enterolobii*, enquanto o acesso 'CNPH-1543' foi altamente resistente. Todos os demais acessos testados apresentaram elevada suscetibilidade à espécie inoculada. A confirmação de acessos de tomateiro apresentando níveis elevados de resistência a *M. enterolobii* abre a perspectiva de descobertas de novos genes (ou alelos) de resistência em *Solanum* (secção *Lycopersicon*).

Em outro trabalho, na avaliação de 25 linhagens pertencentes a 10 progênies do programa de

melhoramento da Embrapa Hortaliças, 45 dias após a inoculação, foi observado que as linhagens 629(F7)Mi, 640(F7)Mi, 512(OP)PST e 512(OP)Mi comportaram-se como resistentes a *M. incognita* raça 1. Já as linhagens 634(F7), 640(F7)Mi, 647(F7)Mi 554(F8), 551(F8), 548(OP)Mi, 536(F9), 512(OP)PST e 512(OP)Mi apresentaram reações de resistência à *M. javanica*.

De acordo com o Registro Nacional de Cultivares do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento existe inúmeras cultivares de tomateiro industrial e para mesa registradas com resistência a principais espécies de nematoide-das-galhas prevalentes no país. Porém, as especificações de resistência não são tão claras em relação às espécies e raças em que os cultivares são resistentes, indicando apenas que a resistência contempla nematoides ou designa a espécie sem identificar que tipo de raça é contemplada (Tabela 1).

Enxertia

Juntamente ao uso de cultivares resistentes, a enxertia tem sido utilizada em hortaliças no Brasil, principalmente em plantas da família *Solanaceae* como o tomate. Plantas de tomateiro apresentam características que possibilitam a enxertia, cujo objetivo principal é obter resistência a patógenos que habitam o solo, como *Pyrenochaeta lycopersici* R. Schneider et Gerlach, *Fusarium oxysporum* Schlecht, *Ralstonia solanacearum* (Smith) Yabuuchi, *Verticillium albo-atrum* Reinke and Berth, entre outros e principalmente aos fitonematoides.

Entre os vários aspectos a serem considerados na enxertia, além da resistência do porta-enxerto de tomateiro aos nematoides e outros patógenos de solo, a compatibilidade entre as espécies botânicas da combinação enxerto/porta-enxerto é de extrema importância. Neste enfoque, plantas silvestres pertencentes à família *Solanaceae* têm sido estudadas na Embrapa Hortaliças em relação à resistência a doenças de solo como murcha bacteriana (*R. solanacearum*), murcha de fitóftora (*Phytophthora capsici* Leonian), murcha-de-fusário (*Fusarium* spp.) e nematoides.

Desta maneira, na Embrapa Hortaliças em 2009, foi avaliado em casa-de-vegetação para reação a duas espécies de nematoide-das-galhas, *M. incognita* raça 1 e *M. enterolobii*, cinco solanáceas silvestres: *Solanum asperolanatum* Ruiz & Pau, *S.*

stramonifolium Jacq, *Solanum* spp., *S. paniculatum* L e *S. subinerme* Jacq coletadas em diferentes regiões do país. Sessenta dias após a inoculação as plantas foram avaliadas, e foi observado que *S. asperolanatum*, *S. stramonifolium* e *Solanum* spp. comportaram-se como resistentes a *M. incognita* raça 1, enquanto *S. straminifolium*, *S. paniculatum* e *S. subinerme* foram resistentes a *M. enterolobii*. Assim, este trabalho abre perspectivas futuras sobre a utilização destas espécies em enxertia no tomateiro, pois os danos causados por *M. enterolobii*, sua rápida disseminação e os relatos de sua ocorrência em praticamente todo o território brasileiro vêm se intensificando em diferentes culturas, principalmente em hortaliças. Além disso, ainda não existe no Brasil porta-enxertos, híbridos ou cultivares de solanáceas com resistência a esta espécie.

No ano seguinte foi avaliado as mesmas espécies de solanáceas silvestres para *M. javanica* e para a mistura populacional de *M. javanica* e *M. incognita* raça 1, e observou-se que *S. stramonifolium*, *S. paniculatum* e *S. subinerme* foram resistentes a *M. javanica* e a mistura populacional de *M. incognita* raça 1 e *M. javanica*. Vale ressaltar que as espécies *S. stramonifolium*, *S. asperolanatum* e *S. paniculatum* apresentam afinidade para uso na enxertia em tomateiro. Desta maneira, constata-se o potencial uso destas como porta-enxerto em áreas de cultivo infestadas com as espécies *M. incognita* e *M. enterolobii*. Todavia, o conhecimento dos genes envolvidos nas reações de resistência das solanáceas silvestres avaliadas ao nematoide-das-galhas, *M. incognita*, *M. javanica* e *M. enterolobii*, assim como os mecanismos de defesa envolvidos nestas interações necessitam de estudos posteriores.

Na avaliação de oito porta-enxertos comerciais de tomateiro para reação a *M. enterolobii*, todos resistentes às principais espécies de nematoides-das-galhas (*M. incognita*, *M. javanica* e *M. arenaria*), existentes no Brasil, em trabalho realizado pela Universidade Estadual Paulista, foi observado que todos os porta-enxertos avaliados comportaram-se como suscetíveis a *M. enterolobii* com fatores de reprodução que variaram de 11,34 a 18,21. Demonstrou-se assim que a resistência conferida à porta-enxertos comerciais existentes a estas espécies não contempla *M. enterolobii*.

Desta maneira, os trabalhos realizados na Embrapa Hortaliças apresentam contribuição relevante com a identificação de espécies de solanáceas

Tabela 1. Algumas cultivares de tomateiro com resistência a nematoides.

Cultivares	Empresa	Nematoide (Especificação)
Aeté	Eagle	Nematoides ³
Akrai Híbrido	ISLA	Nematoides ⁶
Alambra F1	Clause Vegetable	Nematoides ²
Aliança Híbrido	Hortec	<i>Meloidogyne incognita</i> ⁵
Andrea	Sakata	<i>Meloidogyne incognita</i> e <i>M. javanica</i> ⁹
Andrea Victory	Sakata	<i>Meloidogyne incognita</i> raças 1, 2, 3 e 4 e <i>M. javanica</i> ⁹
Athena F1	Clause Vegetable	Nematoides ²
Baby Italiano	Eagle	Nematoides ³
Bravo F1	Agristar	<i>Meloidogyne incognita</i> e <i>M. javanica</i> ¹
Calypso F1	Agristar	<i>Meloidogyne incognita</i> e <i>M. javanica</i> ¹
Carina TY	Sakata	<i>Meloidogyne incognita</i> raças 1, 2, 3 e 4 e <i>M. javanica</i> ⁹
CDX 258 F1	Agristar	Nematoides ¹
Cereja Shani	Agrocinco	Nematoides ¹²
Clarice F1	Agristar	<i>Meloidogyne incognita</i> e <i>M. javanica</i> ¹
Coco Híbrido	Takii	Nematoides ¹¹
Colibri F1	Clause Vegetable	Nematoides ²
Cordillera Híbrido F1	Feltrin	<i>Meloidogyne incognita</i> e <i>M. javanica</i> ⁴
Débora Max	Sakata	<i>Meloidogyne incognita</i> e <i>M. javanica</i> ⁹
Débora Plus	Sakata	<i>Meloidogyne incognita</i> e <i>M. javanica</i> ⁹
Débora VFN	Sakata	<i>Meloidogyne incognita</i> e <i>M. javanica</i> ⁹
Debora Victory	Sakata	<i>Meloidogyne incognita</i> raças 1, 2, 3 e 4 e <i>M. javanica</i> ⁹
Delícia Híbrido	Sakama	Nematoides ⁸
Delta	Hortec	Nematoides ⁵
Densus	Várias empresas	<i>Meloidogyne incognita</i> , <i>M. javanica</i> e <i>M. arenaria</i>
Dominador F1	Agristar	<i>Meloidogyne incognita</i> e <i>M. javanica</i> ¹
Ellen Híbrido F1	Feltrin	<i>Meloidogyne incognita</i> e <i>M. javanica</i> ⁴
Express	Agrocinco	Nematoides ¹²
Fanny	Várias empresas	Nematoides
Fascínio Híbrido F1	Feltrin	<i>Meloidogyne incognita</i> e <i>M. javanica</i> ⁴
Future	Agrocinco	Nematoides ¹²
Giovanna F1	Agristar	<i>Meloidogyne incognita</i> e <i>M. javanica</i> ¹
Giuliana	Sakata	<i>Meloidogyne incognita</i> raças 1, 2, 3 e 4 e <i>M. javanica</i> ⁹
Gold	Agrocinco	Nematoides ¹²
Gourmet Híbrido F1	Feltrin	<i>Meloidogyne incognita</i> e <i>M. javanica</i> ⁴
Granadero F1	Agristar	<i>Meloidogyne incognita</i> e <i>M. javanica</i> ¹
Guacá	Eagle	Nematoides ³
HM 7890 F1	Agristar	Nematoides ¹
Ibatã	Eagle	Nematoides ³
IPA 6	Várias empresas	<i>Meloidogyne incognita</i> e <i>M. javanica</i>
IPA 5	Várias empresas	<i>Meloidogyne incognita</i> e <i>M. javanica</i>
Ivanhoe	Agrocinco	Nematoides ¹²
Ivety	Sakata	<i>Meloidogyne incognita</i> raças 1, 2, 3 e 4 e <i>M. javanica</i> ⁹
Júpiter	Hortec	Nematoides ⁵
Kombat	Hortec	Nematoides ⁵
Laranja Debbie Híbrido	Sakama	Nematoides ⁸
Laura Híbrido F1	Feltrin	<i>Meloidogyne incognita</i> e <i>M. javanica</i> ⁴
Lenda (CLX 37454)F1	Clause Vegetable	Nematoides ²
Lumi	Sakata	<i>Meloidogyne incognita</i> raças 1, 2, 3 e 4 e <i>M. javanica</i> ⁹
Maranguara	Eagle	Nematoides ³
Marguerita Híbrido F1	Feltrin	<i>Meloidogyne incognita</i> e <i>M. javanica</i> ⁴
Mariana	Sakata	<i>Meloidogyne incognita</i> raças 1, 2, 3 e 4 e <i>M. javanica</i> ⁹
N 901	Nunhems	<i>Meloidogyne incognita</i> , <i>M. javanica</i> e <i>M. arenaria</i> ⁷
Nemo-Netta	Agrocinco	Nematoides ¹²

Continua...

Tabela 1. Continuação.

Cultivares	Empresa	Nematoide (Especificação)
Netuno	Eagle	Nematoides ³
Nicolas Híbrido F1	Feltrin	<i>Meloidogyne incognita</i> e <i>M. javanica</i> ⁴
Pataxó	Eagle	Nematoides ³
Pêssego Híbrido	ISLA	Nematoides ⁶
Pizzadoro	Nunhems	<i>Meloidogyne incognita</i> , <i>M. javanica</i> e <i>M. arenaria</i> ⁷
Plutão	Eagle	Nematoides ³
Polyana	Agrocinco	Nematoides ¹²
Rally F1	Agristar	<i>Meloidogyne incognita</i> e <i>M. javanica</i> ¹
Red Sugar Híbrido	Sakama	Nematoides ⁸
Renata Híbrido	Sakama	Nematoides ⁸
Saladete DRW3410	Sakama	Nematoides ⁸
Saladinha	Sakata	<i>Meloidogyne incognita</i> e <i>M. javanica</i> ⁹
Saladinha Plus	Sakata	<i>Meloidogyne incognita</i> e <i>M. javanica</i> ⁹
San Vito	Agrocinco	Nematoides ¹²
Sanni Híbrido F1	Feltrin	<i>Meloidogyne incognita</i> , <i>M. javanica</i> e <i>M. arenaria</i> ⁴
Santa Adelia Super	Agristar	<i>Meloidogyne incognita</i> e <i>M. javanica</i> ¹
Saturno	Eagle	Nematoides ³
Serato F1	Agristar	<i>Meloidogyne incognita</i> ¹
Siluet Híbrido	Syngenta Seeds	<i>Meloidogyne incognita</i> , <i>M. javanica</i> e <i>M. arenaria</i> ¹⁰
Sindy Híbrido	Sakama	Nematoides ⁸
Supera F1	Agristar	<i>Meloidogyne incognita</i> e <i>M. javanica</i> ¹
Supremo	Eagle	Nematoides ³
Supremo R	Eagle	Nematoides ³
Takii-92 Híbrido	Takii	<i>Meloidogyne incognita</i> , <i>M. javanica</i> e <i>M. arenaria</i> ¹¹
Tallita	Agrocinco	Nematoides ¹²
Tinto	Nunhems	<i>Meloidogyne incognita</i> , <i>M. javanica</i> e <i>M. arenaria</i> ⁷
TPC 05542 F1	Agristar	Nematoides ¹
TPC 06729 F1	Agristar	Nematoides ¹
Tropical	Nunhems	<i>Meloidogyne incognita</i> , <i>M. javanica</i> e <i>M. arenaria</i> ⁷
Ty Fanny	Várias empresas	Nematoides
Tyler	Sakata	<i>Meloidogyne incognita</i> raças 1, 2, 3 e 4 e <i>M. javanica</i> ⁹
Tymaxx F1	Agristar	<i>Meloidogyne incognita</i> e <i>M. javanica</i> ¹
UG 33402 F1	Agristar	Nematoides ¹
UG 8169 F1	Agristar	Nematoides ¹
Upiã	Eagle	Nematoides ³
Vida Valiente	Sakama	Nematoides ⁸
Viradouro	IPA/Embrapa Hortaliças	<i>Meloidogyne incognita</i> e <i>M. javanica</i>
Yapussú	Eagle	Nematoides ³

Fontes: ¹ <http://www.agristar.com.br/premium/produto.htm>;

² <http://www.clause-vegseeds.com/fr/clause/bresil-135/produits/13-tomate/>;

³ <http://www.eaglesementes.com.br/produtos.php>;

⁴ <http://www.sementesfeltrin.com.br/caracteristicas.php?id=64>;

⁵ <http://www.hortec.com.br/produtos.htm>;

⁶ http://www.isla.com.br/cgi-bin/categoria.cgi/semente/tomates?id_grupo=1&id_subgrupo=23;

⁷ <http://www.nunhems.com>;

⁸ <http://www.sementesakama.com.br>;

⁹ <http://www.sakata.com.br/index.php?action=catalogo&local=br&cultura=4&language=pt>;

¹⁰ <http://www.syntinela.com.br/website/produtos-e-marcas/sementes/rogers/tomate/tomate-hibrido-siluet/>;

¹¹ <http://www.takii.com.br>;

¹² <http://www.agrocinco.com.br/2010/produtos.asp#tomate>

silvestres resistentes a *M. incognita*, *M. javanica* e *M. enterolobii*, as quais podem ser utilizadas futuramente como porta-enxertos em plantios comerciais.

Controle químico

O controle químico constitui-se uma alternativa eficiente no controle de nematoides em tomateiro, embora de alto custo e com forte ameaça ao ambiente. Não deve ser visto como única e nem a mais eficaz medida de redução dos níveis populacionais dos nematoides. Atualmente existem alguns produtos nematicidas registrados para uso em plantio comerciais de tomateiro, e informações a respeito de seus registros e características afins encontram-se disponíveis no sistema AGROFIT do site do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), cujo endereço para consulta é: <http://www.agricultura.gov.br/>.

A utilização de nematicidas está na dependência de um aumento no valor da produção de pelo menos três ou quatro vezes o investimento. Entretanto, não deve ser negligenciado o fato de que são produtos altamente tóxicos ao homem e ao ambiente. Em terrenos com alta população de nematoides, após vários cultivos de plantas suscetíveis, pode ser necessária a aplicação de nematicidas, visando à redução da população em curto prazo. Recomenda-se, neste caso, para maior eficiência, que a aplicação de produtos seja integrada com outras medidas de manejo, e sob a supervisão próxima de um engenheiro agrônomo.

É importante salientar que a utilização de apenas uma medida de controle dificilmente trará resultados satisfatórios, e a integração das diferentes práticas certamente levará o produtor de tomateiro a obter alta produtividade, com vantagens econômicas e com respeito ao consumidor e ao meio ambiente.

Outros nematoides

Na literatura, as informações são limitadas para a ocorrência de outros nematoides na cultura do tomateiro. Outros gêneros de nematoides associados a tomate, em determinadas condições ambientais, podem afetar significativamente o crescimento das plantas, mas causam danos generalizados de pouca importância econômica. Estes são *Rotylenchulus*, *Helicotylenchus*, *Hemicycliophora*, *Longidorus*, *Nacobbus*, *Paratylenchus*, *Radopholus*, *Rotylenchus*,

Tetylenchus, *Tylenchorhynchus* e *Xiphinema*. Além de algumas espécies de Tricodorídeos serem associados a cultura bem como *Belonolaimus longicaudatus* ser um nematoide de importância quarentenária para a cultura.

Amostragem

O correto diagnóstico da espécie de nematoide envolvida é feito pela análise de amostras de solo e raízes em laboratório especializado, visando conhecer as densidades populacionais destes organismos no solo, na fase de pré-plantio e em fases posteriores de desenvolvimento da cultura. Na coleta de amostras para análise, pequenas porções de solo, em torno de 200 g e algumas raízes deverão compor cada amostra simples. Recomenda-se coletar em torno de 15-20 amostras simples (subamostras) por hectare. À medida que se caminha em zig-zag pela área suspeita, as subamostras de solo deverão ser coletadas em profundidade de 20-30 cm ao redor das plantas e posteriormente homogêneas (Figura 6). Em seguida, a amostra composta é formada adicionando-se em saco de polietileno



Arte: Ricardo Borges Pereira

Figura 6. Esquema de amostragem em áreas cultivadas com tomate suspeitas de contaminação por fitonematoides.

cerca de 400-500g de solo homogêneo e 200-300 gramas de raízes coletadas aleatoriamente. A amostra composta deve ser identificada e enviada para um laboratório especializado. Para áreas extensas e irregulares, é recomendável sua divisão em quadrantes e retirar uma amostra composta por quadrante. Caso não seja possível enviar as amostras no mesmo dia, estas devem ser

armazenadas e mantidas em temperaturas entre 10°C e 15°C, ou deixadas à sombra para que não ocorra o ressecamento, que dificulta o correto diagnóstico em laboratório.

Considerações Finais

Apesar da maioria das cultivares comerciais apresentarem resistência ao nematoide-das-galhas, por serem portadoras do gene *Mi* que contempla resistência a *M. incognita*, *M. javanica* e *M. arenaria* é importante salientar a importância de se manter essa característica em cultivares lançados constantemente por empresas e também agregar outras características de interesse em cultivares comerciais, como resistência a outras doenças. É importante dar seguimento a programas de melhoramento que buscam por fontes de resistência a *Meloidogyne* spp., pois o aparecimento de novas raças de algumas espécies de nematoide-das-galhas e o surgimento de outras espécies como *M. enterolobii* que tem disseminado por praticamente todo território brasileiro e causado danos em diversas culturas, principalmente em culturas que apresentam resistência a outras espécies do nematoide-das-galhas.

Estudos de levantamento de espécies ocorrentes em tomateiro no Brasil também devem ser realizados, pois apesar do grande número de citação de trabalhos envolvendo o patossistema a maioria deles trata-se da utilização do tomate como testemunha padrão para confirmar a viabilidade do inóculo, ou como planta modelo para estudos sobre o ciclo de vida de *Meloidogyne*.

E por último, vale ressaltar a importância do manejo correto com o emprego de várias medidas de controle integradas juntamente ao uso de cultivares resistentes, bem como a grande importância da utilização de mudas sadias evitando dessa maneira a disseminação a longas distâncias pelo nematoide.

Referências

- AGRIOS, G. N. **Plant Pathology**. Boston: Elsevier, 2005. 921 p.
- ALMEIDA, M. T. S. C. M.; DECRAEMER, W. Trichodoridae, família de nematoides vetores de virus, **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, Passo Fundo, v. 13, p. 115-190, 2005.
- CANTU, R. R.; WILCKEN, S. R. S.; ROSA, J. M. O.; GOTO, R. Reação de porta-enxertos comerciais de tomateiro a *Meloidogyne mayaguensis*. **Summa Phytopathologica**, Jaguariúna, v. 35, n. 3, p. 216-218, 2009.
- CARNEIRO, R. M. D. G.; ALMEIDA, M. R. A.; BRAGA, R. S.; ALMEIDA, C. A.; GIORIA, R. Primeiro Registro de *Meloidogyne mayaguensis* Parasitando Plantas de Tomate e Pimentão Resistentes à *Meloidoginose* no Estado de São Paulo. **Nematologia Brasileira**, Campinas, v. 30, n. 1, p. 81-86, 2006.
- CARNEIRO, R. M. D. G.; MOREIRA, W. A.; ALMEIDA, M. R. A.; GOMES, A. C. M. M. Primeiro registro de *Meloidogyne mayaguensis* em goiabeira no Brasil. **Nematologia Brasileira**, Campinas, v. 25, n. 2, p. 223-228, 2001.
- CHARCHAR, J. M. **Nematoides em hortaliças**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 1999. 12 p. (Embrapa Hortaliças. Circular Técnica, 18).
- CHARCHAR, J. M.; BOITEUX, L. S.; GIORDANO, L. B. Epidemics of *Meloidogyne brasilienses* on processing tomato hybrids carrying the *Mi* (rootknot nematode resistance) gene in Central Brazil. **Summa Phytopathologica**, Jaguariúna, v. 30, p. 108, 2004.
- DROPKIN, V. H. The necrotic reaction of tomatoes and other hosts resistant to *Meloidogyne*: reversal by temperature. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 59, n. 11, p. 1632-1637, 1969.
- DUTRA, M. R.; CAMPOS, V. P.; ROCHA, F. S.; SILVA, J. R. C.; POZZA, E. A. Manejo do solo e da irrigação no controle de *Meloidogyne incognita* em cultivo protegido. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 31, p. 405-407, 2006.
- FARGETTE, M. Use of esterase phenotype in the taxonomy of the genus *Meloidogyne*. 2. Esterase phenotypes observed in West African populations and their characterization. **Revue de Nématologie**, Bondy, v. 10, p. 45-56, 1987.
- GILBERT, J. C.; MCGUIRRE, D. C. Inheritance of resistance to severe root-knot from *Meloidogyne incognita* in commercial-type tomatoes. **Proceedings of American Society for Horticultural Science**, Geneva, v. 68, p. 437-442, 1956.
- GUIMARÃES, L. M. P.; MOURA, R. M.; PEDROSA, E. M. R. Parasitismo de *Meloidogyne mayaguensis* em diferentes espécies botânicas. **Nematologia Brasileira**, Campinas, v. 27, n. 2, p. 139-147, 2003.

LIMA, I. M.; DOLINSKI, C.; SOUZA, R. M. Dispersão de *Meloidogyne mayaguensis* em goiabais de São João da Barras (RJ) e relato de novos hospedeiros dentre plantas invasoras e cultivadas. **Nematologia Brasileira**, Campinas, v. 27, n. 2, p. 257-258, dez. 2003. Resumo apresentado no 24 Congresso Brasileiro de Nematologia, Petrolina.

MARANHÃO, S. R. **Reação de indivíduos segregantes de goiabeira e araçazeiro a *Meloidogyne* spp. e caracterização de populações atípicas do nematoide**. 2001. 96 p. (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

MILLIGAN, S. B. I.; BODEAU, J.; YAGHOUBI, J.; KALOSHIAN, I.; ZABEL, P.; WILLIAMSON, V. M. The root-knot nematode resistance gene *Mi* from tomato is a member of the leucine-zipper nucleotidbinding, leucine-rich repeat family of plant genes. **Plant Cell**, Rockville, v. 10, n. 8, p. 1307-1319, Aug. 1998.

MOURA, R. M. O Gênero *Meloidogyne* e a *Meloidoginose* - Parte I. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**. Passo Fundo, v. 4, p. 209-244, 1996.

PEIL, R. M. A enxertia na produção de mudas de hortaliças. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 33, n. 6, p. 1169-1177, 2003.

PINHEIRO, J. B.; BOITEUX, L. S.; LOPES, C. A.; SILVA, G. O. da. **Identificação de fontes de resistência ao nematóide *Meloidogyne mayaguensis* em acessos de tomateiro (*Solanum* seção *Lycopersicon*)**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2009 18 p. (Embrapa Hortaliças. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 56).

PINHEIRO, J. B.; QUEZADO-DUVAL, A. M.; FURUMOTO, O.; LOPES, C. A.; SILVA, G. O. da. **Reprodução de *Meloidogyne incognita* raça 1 e *Meloidogyne javanica* em linhagens avançadas de tomateiro industrial**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2009. 19 p. (Embrapa Hortaliças. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 55).

PINHEIRO, J. B.; MENDONÇA; PEREIRA, J. de S. **Solanáceas silvestres: potencial de uso como porta-enxertos resistentes ao nematóide-das-galhas (*Meloidogyne* ssp.)**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2009. 19 p. (Embrapa Hortaliças. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 57).

PINHEIRO, J. B.; MENDONÇA, J. L. de; SANTANA, J. P. Reaction of wild solanaceous against *Meloidogyne incognita* race 1 and *M. javanica*. In: INTERNATIONAL HORTICULTURAL CONGRESS, 28., 2010, Lisboa. **Science and horticulture for people: abstracts**. Lisbon: ISHS, 2010. v. 1, p. 271. Resumo T15.223.

ROSSI, M.; GOGGIN, F. L.; MILLINGAN, S. B.; KALOSHIAN, I.; ULLMAN, D. E.; WILLIAMSON, V. M. The nematode resistance gene *Mi* of tomato confers resistance against the potato aphid. **Proceedings National Academy of Science**, Washington, v. 95, p. 9750-9754, 1998.

TOMATE. Vitória, ES: Incaper, 2010. p. 288-290.

WATTS, V.M. The use of *Lycopersicon peruvianum* as a source of nematode resistance in tomatoes. **Proceedings of American Society of Horticultural Science**, Mount Vernon, v. 49, p. 233-234, 1947.

Circular Técnica, 132

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na Embrapa Hortaliças
Rodovia BR-060, trecho Brasília-Anápolis, km 9
C. Postal 218, CEP 70.351.970 – Brasília-DF
Fone: (61) 3385.9000
Fax: (61) 3556.5744
E-mail: sac@embrapa.br

1ª edição

1ª impressão (2014): 1.000 exemplares

Comitê de Publicações

Presidente: Warley Marcos Nascimento

Editor Técnico: Ricardo Borges Pereira

Supervisor Editorial: George James

Secretária: Gislaíne Costa Neves

Membros: Mariane Carvalho Vidal, Jadir Borges Pinheiro, Fábio Akiyoshi Suinaga, Ítalo Moraes Rocha Guedes, Carlos Eduardo Pacheco Lima, Marcelo Mikio Hanashiro, Caroline Pinheiro Reyes, Daniel Basílio Zandonadi

Expediente

Normalização bibliográfica: Antonia Veras

Editoração eletrônica: André L. Garcia