

# NEMATOFAUNA ASSOCIADA AO MELOEIRO EM UMA ÁREA DE CULTIVO NO RIO GRANDE DO NORTE, REAÇÃO DE GENÓTIPOS DE CUCURBITÁCEAS A *ROTYLENCHULUS RENIFORMIS*, CARACTERIZAÇÃO E SOBREVIVÊNCIA DO PARASITO

GUSTAVO RUBENS DE CASTRO TORRES

*Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, Pernambuco.*

---

## RESUMO

### **NEMATOFAUNA ASSOCIADA AO MELOEIRO EM UMA ÁREA DE CULTIVO NO RIO GRANDE DO NORTE, REAÇÃO DE GENÓTIPOS DE CUCURBITÁCEAS A *Rotylenchulus reniformis*, CARACTERIZAÇÃO E SOBREVIVÊNCIA DO PARASITO**

No Rio Grande do Norte o núcleo da fruticultura estadual situa-se no agro pólo Assu-Mossoró, responsável por 92% da exportação brasileira de melão. A intensiva exploração do meloeiro tem resultado no aumento da incidência e severidade de doenças e os fitonematóides, pertencentes aos gêneros *Meloidogyne* e *Rotylenchulus*, destacam-se como principais patógenos, limitando a exploração comercial da cultura nos municípios produtores. Nematóides do gênero *Rotylenchulus* são ectoparasitos sedentários de raízes e *R. reniformis* a espécie economicamente mais importante, tem ampla distribuição geográfica e gama de hospedeiras e sobrevivem à dessecação melhor do que a maioria das espécies de fitonematóides. Quanto a resistência do meloeiro a nematóides, a literatura dispõe de informações dentro do gênero *Cucumis*, porém, apenas em relação aos nematóides das galhas. Em relação a *R. reniformis* no entanto, são escassos os relatos de reação de genótipos de meloeiro. O cultivo da referida cucurbitácea no Rio Grande do Norte é caracterizado pela exploração de áreas durante os meses de baixa precipitação pluviométrica e submetidas ao pousio ou exploração com lavouras de subsistência durante aqueles em que a precipitação é mais elevada. Acreditou-se que a adoção da geoestatística possibilitaria o monitoramento preciso das áreas infestadas por fitonematóides, permitindo o direcionamento de técnicas de controle apenas para locais específicos. Apesar da importância da cultura do meloeiro para o estado do Rio Grande do Norte e para o Brasil, como fonte geradora de divisas e empregos, ainda predomina a escassez de informações sobre o patossistema nematóide-reniforme meloeiro no semi-árido norte rio-grandense.

**Termos para indexação:** Distribuição espacial, grupos tróficos, nematóide reniforme, variabilidade, *Cucumis melo*, resistência.

## ABSTRACT

### **NEMATODE COMMUNITY ASSOCIATED TO MELON CROP IN A FIELD OF RIO GRANDE DO NORTE STATE, REACTION OF CUCURBIT GENOTYPES TO *Rotylenchulus reniformis*, CHARACTERIZATION AND SURVIVAL OF THE PARASITE**

The center of fructiculture of Rio Grande do Norte State, Brazil, is located in Assu–Mossoró belt which account 92% of Brazilian melon exports. The intensive melon growing has resulted in increase of incidence and severity of plant diseases and plant parasitic nematodes of *Meloidogyne* and *Rotylenchulus* genera are the main pathogens threatening commercial melon crop in Assu and Mossoró municipalities. Nematodes of *Rotylenchulus* genus are sedentary ectoparasitic of roots and *R. reniformis* is economically the most important species with wide geographic distribution and host range. It survives to desiccation better than the majority of plant parasitic nematode species. There are references related to resistance sources in *Cucumis* genus to root–knot nematodes, but there is a lack of information about reaction of melon genotypes to *R. reniformis*. The melon growing in Rio Grande do Norte is carried out during dry season and wet season other crops are grown or fallow is applied. Geostatistical techniques allow to define areas infested by plant parasitic nematodes making available to control them only to certain crop areas where the target nematode damage threshold has been exceeded. Despite of economical importance of melon crop to Rio Grande do Norte State, there is a lack of information related to pathosystem reniform nematode – melon crop in the semi–arid area of this State.

**Index terms:** Spatial distribution, trophic groups, reniform nematode, variability, *Cucumis melo*, resistance.

## 1. ORIGEM E IMPORTÂNCIA ECONÔMICA DA CULTURA DO MELOEIRO

O centro de origem do meloeiro (*Cucumis melo* L.) é motivo de discussão. Segundo Krarup & Konar (2001), estima-se que tão pouco será determinado com segurança. Há relatos de mais de 40 espécies de *Cucumis* L. nativas nos trópicos e sub-trópicos da África e *C. melo* não seria uma exceção. Consideram-se centros de origem secundários de grande desenvolvimento Índia, Pérsia, Rússia Meridional e China. Para Grieve (2001), o meloeiro é nativo do sul asiático, do sopé dos Himalaias ao Cabo Comorin, onde cresce selvagem. De acordo com Fruttilandia (2001), nativo

do centro e oeste asiático, o meloeiro inicialmente foi disseminado na Índia, China e, então, na bacia mediterrânea.

No Brasil o meloeiro foi introduzido por imigrantes europeus, tendo sido inicialmente cultivado no Rio Grande do Sul e depois levado para o estado de São Paulo, nordeste do Brasil e sul do estado do Pará (Carneiro, 2001). Por muito tempo o melão foi considerado como “fruta iguaria”, encontrado apenas em hortas caseiras, devido à raridade (Silva & Tassara, 1996). Dentre as espécies da família das cucurbitáceas, o meloeiro destaca-se, sobretudo, no aspecto comercial, devido ao alto valor atribuído aos frutos, quer comparado aos de plantas da mesma família ou de outras (Carneiro, 2001).

Principais produtores mundiais de melão, em 2003, tem-se: China, Turquia e Estados Unidos produziram 13.731.363, 1.700.000 e 1.236.440 toneladas de Cantaloupe e outros melões, respectivamente. O Brasil foi o 21º maior produtor mundial de melão no mesmo ano, tendo produzido 155.000 toneladas (FAO STATISTICAL DATABASES-FAOSTAT, 2004).

A região nordeste é, atualmente, um dos grandes celeiros produtores de frutas do país, destacando-se, no caso de melões, em 2003, os estados do Rio Grande do Norte e Ceará, com 88,27% da produção total, seguindo-se Pernambuco e Bahia, com 11,18%. No período de 1996 a 2003, a produção de melão do Nordeste correspondeu a 94,39% da produção nacional e 94,63% só no último ano do período, equivalendo a 330.720 frutos dos 349.498 produzidos no país. O Rio Grande do Norte, no mesmo ano, destacou-se como primeiro produtor nacional, com 192.421 frutos, 55,06% da produção brasileira (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA-IBGE, 2004). A importante posição ocupada pela região nordeste deve-se ao clima seco, altas temperaturas e luminosidade que favorecem a produção de frutas. Segundo Filgueira (1981), dias e noites quentes e baixa umidade relativa no ar, condições encontradas em regiões semi-áridas, são propícias ao meloeiro e ao fruto.

Além de condições climáticas favoráveis, segundo C & T e Desenvolvimento (1998), o cultivo de fruteiras no sertão do Rio Grande do Norte é uma das conquistas possibilitadas pela barragem construída no rio Assu, juntamente com a introdução da irrigação. Acrescentam-se profissionais especializados trabalhando no aperfeiçoamento de cultivares (Silva & Tassara, 1996). De acordo com Procópio (2001), dados da Secretaria da Indústria, Comércio, Ciência e Tecnologia comprovaram participação da fruticultura em 46,9% das exportações daquele Estado.

Confrontando-se com o Baixo-Jaguaribe no Ceará, o núcleo de produção situa-se no Polo Assu/Mossoró que compreende as regiões de Mossoró, Assu, Upanema, Baraúnas e Chapada do Apodí. Essa base produtiva responde por 92% da exportação brasileira de melão o que, de acordo com Silva & Tassara (1996), corresponde a 20% da produção nacional. Para Silva *et al.* (2000b), a exportação nacional de melão é favorecida pela coincidência da safra brasileira com a entressafra espanhola e por serem as principais regiões produtoras do Nordeste isentas da mosca-das-frutas.

## 2. CARACTERÍSTICAS DA PLANTA

O meloeiro é classificado taxonomicamente como pertencente ao Reino Vegetal, Divisão Spermatophyta, Subdivisão Angiospermae (Krarup & Konar, 2001), Classe Dicotyledonea, Subclasse Dilleniidae, Superordem Violanae, Ordem Cucurbitales, Família Cucurbitaceae, Gênero *Cucumis*, Subgênero: *melo* (Miller) C. Jeffrey, Espécie *Cucumis melo* L. (Costa *et al.*, 2000).

Atualmente, o gênero *Cucumis* integra 30 espécies e desde sua criação houve muitas tentativas de subdividi-lo em dois, separando as espécies asiáticas, com número cromossômico básico  $x = 7$ , daquelas com  $x = 12$ , principalmente as africanas. Entretanto, o critério que se tem mantido é o de Linnaeus, incluindo os dois grupos no gênero *Cucumis*. A classificação mais aceita, devido à falta de conexão que se observa entre as espécies africanas e as asiáticas, estabelece formalmente dois subgêneros dentro de *Cucumis*: *sativus*, com número cromossômico básico  $x = 7$  e *melo*, que inclui *C. melo* e as muitas espécies silvestres africanas, com  $x = 12$  (Costa *et al.*, 2000). Ainda, segundo os referidos autores, foi proposta uma reclassificação do meloeiro, arranjando 16 grupos em duas subespécies: *agrestis* Jeffrey e *melo* Jeffrey.

Segundo Carneiro (2001), o meloeiro possui ampla diversidade de variedades botânicas, tais como *Reticulatus* Séringe, *Cantalupensis* Naudin, *Inodorus* Jacquin, *Flexuosos* Linnaeus, *Conomon* Thunberg, *Chito* Jeffrey e *Dudaim* Jeffrey. Entretanto, com pequena modificação, estas variedades botânicas descritas por Charles Naudin, no século XIX, são atualmente consideradas grupamentos horticulturais, fundamentados em características e usos dos frutos, não levando em conta regras taxonômicas de nomenclatura.

Costa *et al.* (2000) apresentam as variedades botânicas pertencentes às subespécies *agrestis* e *melo*. A subespécie *agrestis* (pelos curtos no ovário) inclui as variedades *Conomon*, *Makuwa* Makino, *Chinensis* Pangalo, *Momordica* Roxburgh e *Acidulus* Naudin. A

subespécie *melo* (pelos longos no ovário) inclui *Cantalupensis*, *Reticulatus*, *Adana* Pangalo, *Chandalak* Pangalo, *Ameri* Pangalo, *Inodorus* e *Flexuosus*. Outras variedades botânicas da subespécie *melo* classificadas por Jeffrey são: *Chate*, *Tibish*, *Dudaim* e *Chito*.

De acordo com Carneiro (2001), mais de 300 cultivares de meloeiro inscritos no Catálogo de Variedades Comerciais da União Européia foram agrupados em tipos, segundo as cores da polpa e da casca dos frutos maduros. Os tipos mais comuns são: Espanhol, apresentando casca verde e polpa branco-esverdeada; Amarelo, casca amarela e polpa branco-creme; Gália, casca verde e reticulada, polpa branco-esverdeada; Honey Dew, com casca e polpa brancas e Cantaloupe, casca verde-claro e polpa alaranjada.

O mercado interno brasileiro tem preferência por cultivares do tipo Amarelo, mas outros tipos, a exemplo de Cantaloupe e Espanhol, são cultivados visando atender às preferências de consumo interno e mercados de exportação (Silva *et al.*, 2000b). Segundo Carneiro (2001), cerca de 95% dos melões cultivados no Rio Grande do Norte são do tipo Amarelo, predominando a cultivar Valenciano Amarelo, seguida pelas cultivares Galia (tipo Galia), Piel de Sapo (tipo Espanhol), Orange Flesh, Bonus e Charentais (tipo Cantaloupe), utilizados em menor escala.

O melão atinge maturação entre 60 a 90 dias após semeadura, dependendo da região (Bleinroth, 1994). Segundo Silva *et al.* (2000b), por se tratar de planta de ciclo curto, proporciona colheitas dos 55 aos 75 dias, geralmente em intervalos de três a cinco dias, atingindo, em média, três a cinco colheitas, concentrando-se a produção nas duas primeiras. Entretanto, de acordo com Costa *et al.* (2000), o período de colheita tem início 60 a 70 dias após o plantio, para a maioria das cultivares. Segundo Carneiro (2001), o ciclo do meloeiro, da emergência das plantas até a colheita dos frutos, está em torno de 100 dias para as cultivares mais precoces e mais de 120 dias para as cultivares mais tardias. Porém, em condições de dias longos e temperaturas altas, o crescimento da planta é rápido e o ciclo mais curto. No Brasil, a colheita de híbridos de melão do tipo Amarelo, cultivados na região nordeste, tem início 62 dias após semeadura.

### 3. EXIGÊNCIAS CLIMÁTICAS E EDÁFICAS DA CULTURA

Alta temperatura, alta luminosidade e baixa umidade relativa constituem combinação adequada de fatores climáticos para estabelecimento da cultura do meloeiro e obtenção de alta produtividade com frutos de qualidade superior (Silva *et*

al., 2000b). A temperatura, principal fator climático, afeta o meloeiro, desde a germinação das sementes até a qualidade final do fruto. As faixas de temperatura nos diferentes estádios fenológicos da cultura são: 18 a 45°C (ótima = 31°C) na germinação; ótima de 25 a 30°C no desenvolvimento; ótima de 20 a 23°C na floração. Temperatura de 1°C leva a congelamento/morte. O meloeiro é exigente em luminosidade, afetando inclusive a expressão do sexo da planta (Costa *et al.*, 2000). Fotoperíodo curto, associado a outras condições climáticas, favorece a emissão de flores femininas (Carneiro, 2001). Alta umidade, no solo e no ar, resulta na produção de melões pequenos e insípidos, com baixo teor de açúcares, devido à desfolha muito precoce, causada por doenças fúngicas, e pelo fato do excesso de água afetar a fisiologia da planta (Filgueira, 1981).

O meloeiro é uma cucurbitácea das mais exigentes em solo (Filgueira, 1981). Apresenta bom desenvolvimento apenas em solos franco-arenosos ou areno-argilosos, leves, soltos e bem arejados. Solos não cultivados com cucurbitáceas, pelo menos nos últimos três anos são recomendados (Silva *et al.*, 2000b). Plantio sucessivo contribui para aumento de problemas fitossanitários, devendo-se efetua-lo em mesma área, no máximo, duas vezes seguidas (Costa *et al.*, 2000).

#### 4. ASPECTOS FITOSSANITÁRIOS DO MELOEIRO

O meloeiro pode ser afetado por inúmeras doenças causadas pelos mais diversos organismos. A contínua e intensiva exploração da cultura têm resultado no aumento em incidência e severidade de doenças, responsáveis por significativas perdas econômicas (Bruton *et al.*, 1988).

##### 4.1. Fitonematóides associados à cultura do meloeiro

Os nematóides encontram-se entre os principais agentes infecciosos indutores de doenças em meloeiro (Lucas & Sorribas, 1994). Inúmeras espécies de nematóides fitoparasitos têm sido encontradas associadas à cultura. Pinochet & Guzmán (1987), em El Salvador, relataram *Criconebella* De Grisse & Loof spp., *Helicotylenchus* Steiner sp., *Meloidogyne* Goeldi spp., *Rotylenchulus reniformis* Linford & Oliveira e *Trichodorus Cobb* spp. Naveda *et al.* (1999) afirmam que as espécies *M. incognita* (Kofoid & White) Chitwood, *M. javanica* (Treb) Chitwood, *M. arenaria* (Neal) Chitwood, *R. reniformis* e *Pratylenchus* Filipjev spp. podem causar reduções drásticas de rendimento em meloeiro. Em trabalho realizado por esses pesquisadores, na Venezuela, para

identificação de espécies associadas às cucurbitáceas, foi verificada a incidência de 74,8% de *P. brachyurus* Godfrey, 20,9% de *R. reniformis* e 5% de *M. incognita* em meloeiro. Lima *et al.* (1995) citaram como principais espécies ocorrentes na referida cultura: *M. arenaria*, *M. incognita*, *M. javanica*, *M. hapla* Chitwood, *Radopholus* Thorne sp., *R. reniformis*, *H. nannus* Steiner e *Aphelenchus avenae* Bastian. Dentre as espécies de nematóides causadores de galhas *M. incognita* e *M. javanica* foram citadas como as mais importantes.

### ***Rotylenchulus* spp.**

Nematóides do gênero *Rotylenchulus* Linford & Oliveira (nematóides reniformes) são ectoparasitos sedentários de raízes e *R. reniformis*. Esta espécie é economicamente a mais importante, tem ampla distribuição geográfica e gama de hospedeiras, sendo encontrada em associação com centenas de culturas e plantas nativas em regiões tropicais, subtropicais e temperadas quentes. Robinson *et al.* (1997) relataram preferência por dicotiledôneas, uma vez que dentre 364 espécies vegetais examinadas como hospedeiras potenciais, a incidência total de não hospedeiras entre monocotiledôneas (33%) foi mais alta do que entre dicotiledôneas (9%).

A existência de raças em função de diferenças na capacidade de reprodução em espécies hospedeiras foi observada entre dez populações de *R. reniformis* na Índia. Embora morfologicamente similares e constituídas por machos e fêmeas em iguais proporções, apresentaram diferenças quanto à capacidade de colonizar caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp), algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) e mamona (*Ricinus communis* L.). Nove populações atacaram e colonizaram as três culturas citadas e foram designadas de raça A e apenas uma população foi capaz de multiplicar-se em caupi, chamada de raça B (Dasgupta & Seshadri, 1971). Diferenças em reprodução e danos foram também observadas entre 17 populações provenientes dos Estados Unidos continental, ilhas do Pacífico e Caribe em algodoeiro e soja (*Glycine max* L.) (Mc Gawley & Overstreet, 1995).

O ciclo de vida de *R. reniformis* varia com a espécie vegetal e temperatura do solo, havendo relato de que a duração pode ser menor que três semanas ou maior do que dois anos, caso a hospedeira não estiver presente e o solo permanecer seco (Robinson *et al.*, 1997). De acordo com Schmitt & Noel (1984) em quiabeiro (*Abelmoschus esculentus* Moench) o ciclo de *R. reniformis*, de ovo a ovo requer 24 a 29 dias, em algodoeiro, 17 a 23 dias e em soja, 19 dias a 29,5 °C. Diferentemente de outros fitonematóides, em *Rotylenchulus* spp. fêmeas imaturas, formadas a partir da

ecdisse dos juvenis do quarto estágio ( $J_4$ ), constituem as formas infectivas (Eisenback, 1998). Os juvenis do segundo estágio ( $J_2$ ) e dos estágios seguintes não são parasitos (Robinson *et al.*, 1997). Fêmeas imaturas de *Rotylenchulus* spp. infectam raízes penetrando o terço anterior do corpo no tecido vegetal, enquanto os dois terços restantes permanecem expostos. Invadem perpendicularmente a raiz em uma região onde as células sofreram diferenciação primária, penetrando através da epiderme e parênquima cortical, parando para se alimentar permanentemente em uma célula da endoderme, resultando na indução de um sítio de alimentação. Normalmente o sítio trófico consiste de um grupo hipermetabólico e multinucleado de células localizado no estelo, originado a partir de uma célula da endoderme e se desenvolvendo pela dissolução de porções das paredes celulares de células adjacentes, que passam a compartilhar o citoplasma cujo aspecto se torna granular. Este sítio trófico pode estar localizado no periciclo, parênquima vascular e algumas vezes no floema (Robinson *et al.*, 1997). Neste, as células aumentam quatro a seis vezes de tamanho, estendendo-se por dez a 12 células, em todas as direções do sítio de alimentação. As células alargadas não são comumente multinucleadas nem tão grandes quanto as células associadas às respostas das hospedeiras aos nematóides das galhas (MacGowan, 1977).

Estudo sobre infecção por *R. reniformis* em plantas de soja resistentes e suscetíveis revelou que o desenvolvimento do sítio de alimentação em plantas suscetíveis apresenta duas fases: fase inicial, envolvendo lise parcial da parede celular, e fase anabólica, caracterizada por proliferação de organelas e deposição de parede secundária. Em plantas resistentes a fase inicial é acelerada, resultando em lise celular e falha para entrar na fase anabólica (Robinson *et al.*, 1997).

Dado o alto grau de polifagismo, na ausência de cultura hospedeira, o nematóide reniforme pode sobreviver parasitando plantas daninhas. Embora se tenha pouca informação sobre o comportamento em relação às invasoras, a ampla gama de hospedeiras característica do gênero aliada à diversidade da flora tropical permite a *Rotylenchulus* spp. dispor de grande número de hospedeiras potenciais, garantindo a sobrevivência do parasito no campo e contribuindo para o aumento populacional. Nematóides reniformes sobrevivem à dessecação melhor que a maioria das espécies de fitonematóides (Starr, 1998). A sobrevivência em solo seco é garantida por anidrobiose; mecanismo de natureza fisiológica por meio do qual, pela escassez de umidade, o nematóide reduz drasticamente o metabolismo, permanecendo em estado latente. Este mecanismo é importante em regiões semi-áridas por garantir a existência

de inóculo viável no solo. Foi demonstrado que *R. reniformis* pode sobreviver na ausência da planta hospedeira por sete meses em solo úmido e por seis em solo seco, havendo relato de sobrevivência após 29 meses na ausência destas (Netscher & Sikora, 1990). Tsai & APT (1979) estudaram a anidrobiose de *R. reniformis* em solo cultivado com abacaxizeiro [*Ananas comosus* (L.) Merr.] estocado a 14,4, 21,1, 27,8, 28,6 e 41,9 % de umidade. A umidade ótima para sobrevivência foi de 28,6% e os nematóides sobreviventes mantiveram alto percentual de infectividade. O modo de sobrevivência foi analisado em termos de ovos, juvenis, fêmeas imaturas e machos, e todas as formas biológicas demonstraram capacidade de sobrevivência por meio da anidrobiose.

#### 4.2. Perdas decorrentes do parasitismo de fitonematóides em cucurbitáceas

Dados sobre perdas provocadas por nematóides em olerícolas não estão disponíveis no Brasil, e raras são as estimativas de danos quantitativos causados por esses organismos em cucurbitáceas (Lima *et al.*, 1995). Segundo Heald (1975), *R. reniformis* tornou-se problema no Texas, Estados Unidos, por muitos anos em campos cultivados com algodoeiro. Quando outras culturas foram introduzidas para evitar o problema, especificamente o melão Cantaloupe, as plantas tiveram pouco desenvolvimento e não produziram frutos. De acordo com McSorley *et al.* (1987), na Carolina do Norte, Estados Unidos, em 1985, dos 1.280 hectares de Cantaloupe colhidos, com produção de 6.919.115 frutos, as perdas de produção estimadas devido a *Meloidogyne* spp. foi de 10,5%. Heald *et al.* (1988) citaram que no mesmo local, a produção da referida cucurbitácea foi reduzida em campos infestados concomitantemente com *M. incognita* e *R. reniformis*. Nugent & Dukes (1997) descreveram que perda no cultivo do meloeiro, devido a nematóides, foi estimada em 20% do valor da cultura e ainda relataram, de acordo com o Departamento de Agricultura norte-americano, valor total de melões produzidos igual a US\$ 204 milhões e perda devido a dano por nematóides correspondente a US\$ 40,8 milhões.

Koenning *et al.* (1999) citaram perdas estimadas de produção causadas por nematóides em Cantaloupe, Honey Dew, melancia (*Citrullus lanatus* Thunb.) e pepino (*Cucumis sativus* L.) nos Estados norte-americanos, em 1994, variando de 0 a 10% do valor da cultura, sem que fossem levados em consideração os gastos com controle. Os mesmos autores mencionaram que no mesmo ano, na Califórnia, Estados Unidos, as perdas de produção causadas por *Meloidogyne* sp. em melão Cantaloupe

corresponderam a 10% do valor da cultura equivalente a US\$ 224,3 milhões. Na Flórida, Estados Unidos, as espécies *Belonolaimus longicaudatus* Rau, *Meloidogyne* sp. e *R. reniformis* causaram juntas perdas da ordem de 3 a 5% em Cantaloupe, Honey Dew, melancia e pepino, de um montante de US\$ 144,3 milhões, atribuídos ao valor das culturas; no Texas, Estados Unidos *Meloidogyne* spp. e *R. reniformis* foram responsáveis por 5 a 10% de perda, do total de US\$ 166,6 milhões correspondentes ao valor das cucurbitáceas cultivadas.

De acordo com Lima *et al.* (1995), nas regiões tropicais, as perdas na produtividade de meloeiro decorrentes do parasitismo de fitonematóides têm variado de 18 a 33%. No entanto, os danos do nematóide reniforme usualmente não podem ser determinados por simples observação das plantas. Os sintomas exibidos pelas partes aéreas são idênticos aos resultantes de condições que impedem as plantas de desenvolverem sistema radicular sadio (Lordello, 1992).

No município de Assu/RN, *Meloidogyne* spp. têm limitado a produção de melão, levando a perdas de até 100% (Lima *et al.*, 1995). Recentemente, Moura *et al.* (2002) caracterizaram em áreas de plantio comercial de meloeiro do tipo Amarelo, nos municípios de Mossoró e Assu, dois tipos de síndrome. Na primeira, plantas encontravam-se atacadas por *M. javanica* e *M. incognita*, havendo predominância da primeira espécie. Análises de densidade populacional revelaram níveis considerados altos, superiores, em alguns casos, a 5.000 juvenis/100 cm<sup>3</sup> de solo. Na Segunda síndrome, foram detectadas plantas atacadas por *R. reniformis*, sendo encontradas densidades populacionais muito altas (superiores a 15.000 espécimens/ 100 cm<sup>3</sup> de solo). Tais relatos são preocupantes, pois segundo Procópio (2001), o Pólo Assu/Mossoró corresponde à base produtiva da fruticultura estadual que proporciona 30 mil empregos diretos e igual número de indiretos e tem no meloeiro a principal cultura. A produção fica em torno de 18 milhões de caixas/safra rendendo aproximadamente US\$ 55 milhões (dólares) por ano.

### **Níveis de dano**

Muitos estudos têm sido realizados para estimar o impacto de *R. reniformis* em culturas em várias partes do mundo. Ao modo de outros nematóides, tentativas têm sido fundamentadas em mensurar o desenvolvimento da planta relacionado-o a níveis de inóculo em parcelas e microparcelas ou por respostas de produção a nematicidas ou tratamentos com rotação de culturas. Estudos considerando níveis de inóculo indicam qual o dano para ampla gama de plantas hospedeiras, pode ocorrer a

densidades entre 10 a 500 nematóides reniformes por 100cm<sup>3</sup> de solo (Robinson *et al.*, 1997). Para Starr (1998), o nível de dano para nematóides reniformes é, provavelmente, a uma densidade populacional maior do que para nematóides das galhas (*Meloidogyne* spp.).

Alguns Estados norte-americanos não recomendam implementação de opções de manejo específicas até que as populações antes do plantio tenham excedido 1.000 espécimes por 500 cm<sup>3</sup> de solo. Em campos de teste com algodoeiro, tratamentos com nematicidas não resultaram em aumento de produtividade quando a densidade populacional de nematóides não foi maior que 500 espécimes por 500 cm<sup>3</sup> de solo. Segundo Robinson *et al.* (1997), *R. reniformis* é considerado sério problema em algodoeiro no sudeste dos Estados Unidos. Nos estados do Mississippi e Alabama recomenda-se tratamento apenas se a densidade da população exceder dois nematóides por cm<sup>3</sup> na primavera ou dez nematóides por cm<sup>3</sup> no outono e inverno. Na Louisiana, um a cinco nematóides/cm<sup>3</sup> de solo é considerado nível de dano.

Em feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.), concluiu-se que tratamentos com nematicidas não fumigantes devem ser utilizados ao nível populacional correspondente a quatro ou mais *R. reniformis* por cm<sup>3</sup> de solo. Em outros estudos, a supressão de produção na mais alta densidade populacional (nove nematóides por cm<sup>3</sup> de solo) não excedeu 25%. Em níveis populacionais que normalmente ocorrem na Flórida (quatro a cinco nematóides por cm<sup>3</sup> de solo), o dano médio em feijoeiro comum foi 10%. Esses resultados indicaram que *R. reniformis* em alta densidade populacional na referida hospedeira, na Flórida, tem efeito destrutivo menor que *Meloidogyne* spp.

### 4.3. Monitoramento de áreas infestadas por fitonematóides

#### 4.3.1. Nematóides do solo como indicadores da interferência humana

Do ponto de vista biológico, os ecossistemas do solo comportam alta diversidade de microrganismos (fungos, bactérias e algas), microfauna (protozoários) e mesofauna (artrópodes e nematóides). Portanto, cuidados apropriados são necessários quando um organismo é escolhido como bioindicador (Neher, 2001). Conclui-se que o solo é um componente crítico na estrutura e função dos agrossistemas.

Como bioindicadores, a fauna do solo tem vantagens sobre os microrganismos. Primeiro, por ser um ou dois níveis mais elevados na cadeia alimentar e integrar

propriedades físicas, químicas e biológicas relacionadas com as fontes de alimento. Segundo, o tempo de geração (dias a anos) é maior que o de microrganismos metabolicamente ativos (horas a dias) tornando-os mais estáveis temporariamente e não simplesmente flutuando com o crescimento efêmero de nutrientes (Neher, 2001).

Segundo Porazinska *et al.* (1999), os nematóides possuem os mais importantes atributos de um possível bioindicador: abundância em praticamente todos os ambientes, diversidade de estratégias de vida e hábitos alimentares, curto ciclo de vida e relativamente bem definidos procedimentos de amostragem.

De acordo com Neher & Campbell (1994), grupos funcionais de nematóides estão presentes em três posições na cadeia alimentar do solo: (1) fitófagos são herbívoros que se alimentam em raízes ou partes aéreas; (2) bacteriófagos e micófagos consomem bactérias e fungos (incluindo micorrizas) e estão indiretamente envolvidos com a decomposição e mineralização do nitrogênio; (3) predadores, alimentam-se de nematóides de outros grupos funcionais e outros invertebrados do solo; e onívoros que não ocupam uma posição separada na cadeia alimentar, mas estão conectados a esta por se alimentarem em mais de uma fonte.

A estrutura e função da comunidade de nematóides são conhecidas por mudar em decorrência de práticas de manejo (Neher, 2001). Dessa forma, índices da estrutura da comunidade de nematóides são importantes para o monitoramento ecológico porque refletem a mudança da condição do solo (Neher & Campbell, 1994).

Os índices de distúrbio IM (índice de maturidade) para nematóides de grupos tróficos que não fitoparasitos e IPP (índice de parasitos de plantas) criados por Bongers (1990) e o IMM (índice de maturidade modificado) incluindo todos os grupos criado por Yeates (1994), segundo Neher & Campbell (1994) são menos variáveis do que taxas de grupos tróficos e populações individuais destes e assim provavelmente detectam verdadeiras tendências na condição ecológica do solo.

O cálculo dos índices de maturidade está fundamentado na soma das frequências relativas de cada taxon da amostra, multiplicada pelo valor  $c-p$  atribuído a cada taxon considerando características intrínsecas dos mesmos e variando de colonizador ( $c-p=1$ ) a persistente ( $c-p=5$ ). Baixos e altos pesos  $c-p$  corresponderão a taxa relativamente tolerantes e sensíveis a distúrbio ecológico, respectivamente. Segundo Gomes *et al.* (2003), baixos índices indicam grande número de colonizadores (curto ciclo de vida, alta taxa reprodutiva e tolerância ao distúrbio ambiental) enquanto altos índices indicam alto grau de persistência na população (longo ciclo de vida, baixa taxa reprodutiva e sensibilidade a mudança ambiental).

Em solos agrícolas, maior diversidade de grupos tróficos está correlacionada com aumento na frequência de grupos geralmente menos abundantes, como por exemplo, micófagos, onívoros e predadores em relação aos geralmente mais abundantes, a exemplo de bacteriófagos e parasitos de plantas (Neher, 2001). De acordo com Mattos (2002), a diversidade é maior nos sistemas nativos que nos sistemas cultivados. Segundo Neher & Campbell (1994), embora nematóides fitoparasitos e bacteriófagos sejam mais abundantes que predadores e onívoros em solos com culturas anuais, pastos e culturas perenes, há maior abundância de onívoros e predadores em culturas perenes do que em anuais.

Neher & Campbell (1994) citaram ainda que a cadeia alimentar em solos agrícolas cultivados é tipicamente fundamentada mais em bactérias do que em fungos e a razão entre nematóides micófagos e bacteriófagos pode ser uma importante descrição da via de decomposição na cadeia alimentar.

Segundo Neher (2001), mesmo sendo pensado que a diversidade é mais direcionada à espécie, esta pode ser aplicada a vários níveis taxonômicos de resolução como gênero, família e grupo trófico. O hábito de alimentação dos nematóides pertencentes aos taxa Mononchida Jairajpuri, Dorylaimidae de Man, Longidoridae Thorne, Trichodoridae Thorne, Rhabditidae Oerley, Diplogasteridae (Micoletzky) Steiner, Tylenchinae Oerley e Aphelenchina Maggenti, é classificado respectivamente como predadores, onívoros, fitoparasitos, fitoparasitos, bacteriófagos, predadores, fitoparasitos e que se alimentam de hifas (Yeates, 1998).

Membros da classe Secernentea são geralmente menos sensíveis a poluentes e outros distúrbios do que membros da classe Adenophorea. Como as famílias são compostas de gêneros mais ou menos relacionados os quais tendem a mostrar similaridades morfológicas e ecológicas, estas devem ocupar nichos bem definidos ou zonas adaptativas. Espécies das famílias Rhabditidae, Panagrolaimidae Thorne, Diplogasteridae e Monhysteridae de Man representam típicos colonizadores, embora análise mais detalhada indique diferença entre Rhabditidae e Diplogasteridae (Bongers, 1990). Diferenças dentro de um mesmo grupo trófico também são percebidas.

Segundo Porazinska *et al.* (1999) nematóides pertencentes à família Rhabditidae como estritos colonizadores ( $c-p=1$ ) parecem ser afetados predominantemente por repentinos aumentos nas fontes de alimento. Outros fatores que poderiam estar envolvidos na mudança do microhabitat do solo parecem ser menos importantes. Esta pode ser a razão pela qual nematóides pertencentes a esta família são tão insensíveis a estresses ambientais. Nematóides do gênero *Cephalobus* Bastian no

entanto, caracterizados como não tão fortes colonizadores ( $c-p=2$ ) poderiam responder mais a combinação de fatores como abundância e tipos de alimento, efeitos da matéria orgânica no solo, temperatura, umidade e características naturais do solo.

Diferenças quanto a sensibilidade ao ambiente resultando em diferenciação entre famílias de fitoparasitos quanto ao valor  $c-p$  são estabelecidas por Bongers (1990), desde colonizadores a persistentes, tendo este valor  $c-p$  variação de dois a cinco, não havendo, no entanto, extremos colonizadores ( $c-p=1$ ). Segundo o referido autor a presença de nematóides pertencentes à família Trichodoridae (sensíveis) e Longidoridae (longo ciclo de vida) indicam estabilidade. De maneira contrária Tylenchidae Orley são dominantes em quase todos os solos. Alguns gêneros dessa família possuem estádios de desenvolvimento que sobrevivem em condições menos favoráveis.

De acordo com Mattos (2002) IM e IMM refletem com bastante precisão o nível de distúrbio que é menor nos sistemas nativos e cultivados perenes em comparação com os sistemas anuais. Baixa densidade e diversidade de dorilaimídeos também são indicadores de distúrbio ambiental.

#### **4.3.2. A geoestatística e o monitoramento de áreas infestadas por fitonematóides**

Em décadas subsequentes ao início do século passado, a mecanização do processo produtivo, inovações biológicas e uso de agroquímicos permitiram avanços na agricultura mundial, sendo a intensificação do uso destes fatores responsável, no período de 1930 a 1970, pela expansão das áreas de produção e aplicação generalizada de recursos. No mesmo período, intensificou-se o estudo das principais espécies de nematóides fitoparasitos que prosseguiram causando danos às culturas no Brasil. Dentre estas *R. reniformis*, cujos principais danos causados iniciam-se de forma localizada, em manchas ou reboleiras, ensejando a possibilidade da abordagem dos problemas nematológicos segundo o ponto de vista da agricultura de precisão (Silva *et al.*, 2000a). Wyse-Pester *et al.* (2002) corroboraram tal afirmação, pois para minimizar custos de manejo e reduzir o uso de nematicidas, agricultores estão freqüentemente interessados em identificar apenas áreas infestadas por fitonematóides e a agricultura de precisão pode tornar isso possível. O sucesso do manejo de áreas infestadas por fitonematóides em local específico depende do mapa de distribuição do patógeno no campo, como base para tomada de decisões.

Segundo Rossi *et al.* (1996), dois componentes são definidos no padrão espacial das populações de nematóides fitoparasitos: um macro, que ocorre em escala de

campo, e outro micro, que ocorre em escala menor que manchas. O primeiro é afetado por (i) variáveis ambientais como textura do solo, umidade ou padrão de drenagem que constituem os mais importantes fatores para um ambiente adequado e (ii) fatores externos como histórico de cultivo e pressão de seleção da distribuição diferencial de plantas hospedeiras. O componente micro está relacionado ao ciclo de vida e estratégia de alimentação das diferentes espécies de nematóides. Assim, o padrão de distribuição espacial de espécies fitoparasitas é fortemente afetado pelo espaçamento das plantas hospedeiras, arquitetura do sistema radicular e fisiologia da planta.

A distribuição espacial dos nematóides no campo tem sido descrita como agregada, o que implica na dependência espacial dos dados e a estatística convencional é geralmente inadequada para descrever dados que estão espacialmente correlacionados (Wallace & Hawkins, 1994). A geoestatística provê metodologia apropriada para análise de dados espacialmente correlacionados e as técnicas envolvidas permitem a quantificação da dependência espacial entre as amostras, possibilitando que as intensidades das infestações de nematóides possam ser mapeadas (Farias *et al.*, 2002).

A geoestatística consiste em variografia e “kriging”. Variografia utiliza semi-variogramas para caracterizar e modelar a variância espacial do dado (Cahn *et al.*, 1994). Segundo Rossi *et al.* (1996), o semi-variograma é a ferramenta central da geoestatística e quantifica a escala e a intensidade da variação espacial, e é a base para interpolação ideal pelo “kriging”. A técnica de estimação do “kriging” permite que valores em locais não amostrados sejam estimados e ainda, o desenho de mapas precisos da variável considerada na área amostrada. Para Wallace e Hawkins (1994) o semi-variograma define o tipo e a intensidade da associação espacial. Em um extremo, pode não haver associação espacial entre mensurações em dois pontos, implicando em independência espacial. Em outro extremo mensurações podem demonstrar alto grau de continuidade entre pontos. Na prática, fenômenos recaem entre estes extremos demonstrando variabilidade puramente ao acaso e alguma continuidade espacial que se manifesta como uma correlação entre amostras, diminuindo com o aumento da distância entre as mesmas e desaparecendo completamente, quando amostras são estatisticamente independentes.

Um típico semi-variograma geralmente surge com o aumento da distância entre amostras e então varia em torno de um valor constante chamado patamar. A distância na qual o semi-variograma atinge o patamar é chamada de alcance de influência da

amostra ou simplesmente alcance (Wallace & Hawkins, 1994). Teoricamente o semi-variograma deveria passar através da origem, porque amostras coletadas no mesmo local têm valores iguais; contudo, geralmente há uma semi-variância não nula quando a distância tende a zero. Esta semi-variância não nula é chamada de “efeito pepita” que representa o grau de não similaridade que pode ser encontrado entre mensurações tomadas tão próximas quanto possível uma da outra. Se não há associação espacial entre as amostras, é inteiramente ao acaso e referida como “puro efeito pepita” (Wallace & Hawkins, 1994). Para Wyse-Pester *et al.* (2002), a “pepita” de um semi-variograma é a descontinuidade a 0 m de distância entre pontos e representa a proporção da variabilidade, na densidade de determinada característica, que pode ser devido a estrutura espacial abaixo da escala de amostragem e erro experimental. O semi-variograma quantifica a relação comumente observada em campo, em que amostras retiradas próximas tendem a ter valores mais similares que amostras retiradas distantes. A natureza e intensidade da relação de variáveis entre determinados pontos dependem da distância entre os pontos e não onde os pares destes estão localizados.

Segundo Wyse-Pester *et al.* (2002), a análise geoestatística tem sido utilizada em estudos para descrever dependência espacial das densidades de fitonematóides nos campos e nestes esteve correlacionada em ampla gama de distâncias de menos de 1 a 160 metros.

Farias *et al.* (2002) utilizaram a geoestatística para estudar a distribuição espacial de *R. reniformis* em campo continuamente cultivado com algodoeiro durante 20 anos e submetido a rotação de culturas com sorgo (*Sorghum vulgare* Pers.), amendoim (*Arachis hypogaea* L.) e mucuna (*Mucuna pruriens* (L.) DC. var. *utilis* (Wallitch ex Wight) Bak. ex Burck). Os resultados revelaram que a distribuição espacial de *R. reniformis*, melhor descrita pelo modelo esférico, foi altamente agregada com um alcance médio de 15 m. Com a adoção das técnicas de geoestatística, as densidades populacionais foram mapeadas e as áreas de risco precisamente identificadas sendo também possível avaliar o efeito da rotação de culturas sobre a redução dos níveis populacionais.

Dentre as vantagens do uso da geoestatística pode ser ressaltado o uso na caracterização e modelagem da variabilidade espacial de nematóides fitoparasitos e outras variáveis do solo relacionadas ao rendimento das culturas infestadas. O grande potencial dessa técnica é que de posse dos modelos (semi-variogramas) e do armazenamento de dados de várias safras, torna-se possível a otimização de planos de amostragem para a área, gerar mapas ou simulações de níveis de infestação ou de futuros danos esperados na cultura, principalmente para locais não amostrados (Silva

*et al.*, 2000a). Ainda, tendo-se conhecimento da distribuição espacial das infestações, torna-se possível direcionar as técnicas de controle apenas para as áreas onde os níveis populacionais se encontram acima do nível de tolerância.

O cultivo do meloeiro no Rio Grande do Norte é caracterizado pela exploração de áreas durante os meses de baixa precipitação pluviométrica e submetidas ao pousio ou exploração com lavouras de subsistência durante aqueles em que a precipitação é mais elevada. Pequenos e médios agricultores por não disporem de áreas para expansão dos cultivos de meloeiro as exploram intensivamente, criando condições propícias para o aumento da incidência das fitonematoses, dada à oferta contínua de alimento e umidade. A adoção da geoestatística possibilita o monitoramento preciso das áreas infestadas com fitonematóides, permitindo o direcionamento de técnicas de controle apenas para locais específicos; seguindo assim a definição de agricultura de precisão que segundo Silva *et al.* (2000a) consiste no direcionamento da aplicação dos recursos para a produção agrícola, com base na variabilidade espacial das necessidades das culturas.

#### **4.4. Técnicas de controle para adoção no manejo de áreas infestadas por *Rotylenchulus reniformis***

Várias técnicas de controle, isoladamente ou em sistema integrado, são recomendadas para manejo de fitonematóides. As técnicas mais utilizadas consistem no emprego de variedades resistentes, rotação de culturas e aplicação de nematicidas. Economia, disponibilidade e regulamentações governamentais dão prognóstico da futura redução de uso do controle químico de doenças incitadas por nematóides. Maior ênfase, provavelmente, será dada a métodos alternativos de controle de doenças de plantas e biologia implícita na efetividade (Kaplan & Keen, 1980).

##### **Resistência a *Rotylenchulus reniformis***

A resistência de plantas aumentou em importância há três décadas passadas com o cancelamento da permissão de uso do DBCP (1,2-dibromo-3-cloropropano) e EDB (dibromo etileno), ambos nematicidas fumigantes (Boerma & Hussey, 1992). Como consequência, surgiu o uso de resistência como método de controle promissor e um dos mais importantes componentes no manejo requerido para uma eficiente produção das culturas.

Embora promissor, o uso de cultivares resistentes nem sempre se encontra prontamente disponível como alternativa de manejo para áreas infestadas por

fitonematóides. Segundo Noe (1986), resistência a vários nematóides fitoparasitos oferece resultados promissores para o futuro, mas, no presente, essa alternativa representa uma promessa para a maioria das combinações fitonematóides-hospedeiras.

Na maioria dos casos, resistência a *R. reniformis* parece ser herdada, pelo menos em parte, independentemente da resistência a outros fitonematóides sedentários. Em algodoeiro apenas três cultivares comerciais e provavelmente menos de 20 linhagens melhoradas têm de moderados a altos níveis de resistência a *M. incognita* raça 3. Aparentemente, todos os genótipos resistentes a *M. incognita* suportam reprodução de *R. reniformis*. Em soja, recentes estudos indicaram que resistência a *R. reniformis* poderia ser esperada em genótipos com resistência ao nematóide de cisto da soja (*Heterodera glycines* Ichinohe). Esta previsão, contudo, não foi comprovada por estudos genéticos subsequentes. Pesquisas têm mostrado que cultivares resistentes a *H. glycines* que derivam da cultivar Peking, PI-437.654 ou PI-90.763 são também resistentes ao nematóide reniforme, enquanto que aquelas derivadas de PI-88.788 não são resistentes a *R. reniformis*. Em tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill), genes de resistência a *R. reniformis* parecem não estar ligados àqueles que conferem resistência a *Meloidogyne*spp. Resistência do tomateiro a *H. schachtii* Schmidt, esteve correlacionada com resistência ao nematóide reniforme em 22 cultivares examinados (Robinson, 2002).

Quanto ao meloeiro, a literatura dispõe de informações de fontes de resistência dentro do gênero *Cucumis* aos nematóides das galhas. Thomason & McKinney (1959) citaram, em estudo de reação de 12 cucurbitáceas a *Meloidogyne* spp., ter sido relatada suscetibilidade em todas as plantas testadas a *M. incognita*, *M. javanica* e *M. arenaria*, exceto em maxixe (*Cucumis anguria* L.) que foi suscetível apenas a *M. incognita*. De acordo com Fassuliotis (1970), maxixe West India mostrou-se resistente a *M. incognita* e *M. arenaria*. O referido autor, ao investigar a natureza da resistência a *M. incognita* em duas espécies de *Cucumis*, *C. ficifolius* A. Rich (C-779) e *C. metuliferus* (C-701) em relação a *C. melo* (Hale's Best Jumbo), observou baixo número de fêmeas e discreta formação de galhas, quando comparado a *C. melo*, que se comportou como suscetível, mostrando tratarem-se as espécies selvagens de *Cucumis*, importantes fontes de resistência ao nematóide das galhas. Granberry & Norton (1980) citaram que o africano "horned cucumber" (*C. metuliferus*) possui genes de resistência ou tolerância a *M. incognita*, tendo sido relatado um híbrido, PI 140471, de *C. melo* com *C. metuliferus* (PI 292190).

Pesquisas revelaram que as cultivares Chilton e Gulfcoast apresentaram resistência de campo, herdada a partir de PI 140471, uma vez que é um dos parentais de ambos genótipos. Em relação a *R. reniformis*, no entanto, escassos são os relatos de reação de genótipos de meloeiro e aparentemente não se dispõe de informações sobre a reação dos genótipos de *Cucumis* anteriormente citados quanto a resistência ao nematóide reniforme. Logo, recomendação de culturas para áreas infestadas por *R. reniformis*, fundamentada na reação das cultivares a outros nematóides representa sério risco.

Controle de fitonematóides a exemplo do nematóide das galhas, por rotação de culturas ou cultivares resistentes, pode ser realizado apenas se as espécies e raças parasitárias a serem controladas são conhecidas. Identificações precisas são necessárias porque algumas espécies ou raças atacam determinadas plantas cultivadas (Eisenback *et al.*, 1981). Vários tipos de características são utilizadas para identificação taxonômica de espécies e determinação de raças, dentre as quais, segundo Eisenback *et al.* (1981), caracteres morfológicos, citogenéticos, bioquímicos e ecológicos. Quanto a identificação do gênero *Rotylenchulus*, fundamenta-se principalmente em caracteres morfológicos de fêmeas adultas reniformes. Caracteres morfológicos de fêmeas imaturas e presença ou ausência de machos são úteis para separação de espécies (Robinson *et al.*, 1997).

Os nematóides das galhas e o reniforme têm causado danos à produção de cucurbitáceas por muitos anos, isoladamente ou pelos complexos fungo-nematóide (Bruton *et al.*, 1988). No entanto, segundo Lima *et al.* (1995), a maior parte dos dados relativos a fitonematóides em cucurbitáceas origina-se de pesquisas e informações sobre *Meloidogyne* spp. Isso se deve à ampla distribuição do parasito nas regiões produtoras e sua efetiva capacidade de atingir níveis populacionais indutores de danos, em poucos ciclos de cultivo, sendo escassos os aspectos biológicos e ecológicos da interação *R. reniformis* – meloeiro, bem como do impacto causado por esta espécie fitopatogênica sobre a cultura, apesar da importância para o estado do Rio Grande do Norte e para o Brasil, como fonte geradora de divisas e empregos.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BLEINROTH, E.W. Determinação do ponto de colheita. In: Gorgatti Netto, Á., Gayet, J.P., Bleinroth, E.W., Matallo, M., Garcia, E.E.C., Garcia, A.E., Ardito, E.F.G. & Bordin, M.R. Melão para exportação: procedimentos de colheita e pós-colheita. Brasília. EMBRAPA-SPI/MAARA/FRUPEX. 1994. pp. 11-21.

BOERMA, H.R. & HUSSEY, R.S. Breeding plant for resistance to nematodes. *Journal of Nematology* 24: 242–252. 1992.

BONGERS, T. The maturity index: an ecological measure of environmental disturbance based on nematode species composition. *Oecologia* 83: 14–19. 1990.

BRUTON, B., AMADOR, J. & MILLER, M.E. Atlas of soilborne diseases of melons. Austin. Texas Agricultural Extension Service. 1988.

CAHN, M.D., HUMMEL, J.W. & BROUER, B.H. Spatial analysis of soil fertility for site-specific crop management. *Soil Science Society of America* 58: 1240–1248. 1994.

CARNEIRO, J.F. Produção e qualidade de frutos de melão Cantaloupe influenciadas pela poda e pelo tutoramento, em condições de estufa e de campo. (Dissertação de Mestrado). Viçosa. Universidade Federal de Viçosa. 2001.

C & T E DESENVOLVIMENTO. J C Online, Recife, 04 dez. 1998. Disponível em: <[http://www2.uol.com.br/JC/\\_1998/0412/editoria.htm](http://www2.uol.com.br/JC/_1998/0412/editoria.htm)>. Acesso em: 23 ago. 2003.

COSTA, N.D., DIAS, R.C.S., FARIAS, C.M.B., TAVARES, S.C.C.H. & TERAPO, D. Cultivo do melão. Petrolina. EMBRAPA–CPATSA. 2000.

DASGUPTA, D.R. & SESHADRI, A.R. Races of the reniform nematode, *Rotylenchulus reniformis* Linford and Oliveira, 1940. *Indian Journal of Nematology* 1: 21–24. 1971.

EISENBACK, J.D., HIRSCHMANN, H., SASSER, J.N. & TRIANTAPHYLLOU, A.C. A guide to the four most common species of root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.), with a pictorial key. Raleigh. International Meloidogyne Project. 1981.

EISENBACK, J.D. Morphology and systematics. In: Barker, K.R., Pederson, G.A. & Windham, G.L. Plant and nematode interactions. Madison. American Society of Agronomy Inc.. 1998. pp.37–63.

FAO STATISTICAL DATABASES–FAOSTAT Agricultural data. Agricultural production: crops primary. Roma, [20 dez. 2004]. Disponível em: <<http://apps.fao.org/faostat/form?collection=ProductionCropsPrimary&Domain=Production&servlet=1&hasbulk=0&version=ext&language=EN>> Acesso em: 22 dez. 2004.

FARIAS, P.R.S., BARBOSA, J.C., VIEIRA, S.R., SÁNCHEZ–VILLA, X. & FERRAZ, L.C.B. Geostatistical analysis of the spatial distribution of *Rotylenchulus reniformis* on cotton cultivated under crop rotation. *Russian Journal of Nematology* 10: 1–9. 2002.

FASSULIOTIS, G. Resistance of *Cucumis* spp. to the root-knot nematode, *Meloidogyne incognita acrita*. *Journal of Nematology* 2: 174–178. 1970.

FILGUEIRA, F.A.R. Cucurbitáceas – a família da abóbora. In: Filgueira, F.A.R. Manual de olericultura. 2. ed. São Paulo. Agronômica Ceres. 1981. pp.191–252.

FRUTTILANDIA. Melon. Grupo Conero. Villanova di Castenaso. 2001. Disponível em: <<http://www.conerpo.com/inglese/negozio/melone.htm>> Acesso em 28 out. 2001.

GOMES, G.S., HUANG, S.P. & CARES, J.E. Nematode community, trophic structure and population fluctuation in soybean fields. *Fitopatologia Brasileira* 28: 258–266. 2003.

GRANBERRY, D.M. & NORTON, J.D. Response of progeny from interspecific cross of *Cucumis melo* × *C. metuliferus* to *Meloidogyne incognita acrita*. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 105: 180–183. 1980.

GRIEVE, M. Melons. In: Botanical.com home page. Lincoln, 1995. Disponível em: <<http://www.botanical.com/botanical/mgmh/m/melons30html-12k>> Acesso em: 28 out. 2001.

HEALD, C.M. Pathogenicity and histopatology of *Rotylenchulus reniformis* infecting cantaloupe. *Journal of Nematology* 7: 149–152. 1975.

HEALD, C.M., INSERRA, R.N. & VOVLAS, N. Parasitism and reproduction of *Meloidogyne incognita* and *Rotylenchulus reniformis* on cantaloupe in two soils. *Nematropica* 18: 53–58. 1988.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA–IBGE. Produção agrícola municipal: quantidade produzida Rio de Janeiro, [2004]. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl.asp?c=1612&z=t&o=11>> Acesso em: 22 dez. 2004.

KAPLAN, D.T. & KEEN, N.T. Mechanisms conferring plant incompatibility to nematodes. *Revue de Nématologie* 3: 123–134. 1980.

KOENNING, S.R., OVERSTREET, C., NOLING, J.W., DONALD, P.A., BECKER, J.O. & FORTNUM, B.A. Survey of crop losses in response to phytoparasitic nematodes in the United States for 1994. *Journal of Nematology* 31: 587–618. 1999.

KRARUP, H.C. & KONAR, E.P. Hortalizas. Santiago: Pontificia Universidad Católica de Chile, 2001. Disponível em: <[http://www.cl/sw\\_educ/hortalizas/html/index.html](http://www.cl/sw_educ/hortalizas/html/index.html)>. Acesso em: 31 out. 2001.

LIMA, R.D., DIAS, W.P. & CUNHA E CASTRO, J.M. Doenças causadas por nematóides em cucurbitáceas. *Informe Agropecuário* 17: 57–59. 1995.

LORDELLO, L.G.E. Nematóides das plantas cultivadas. 8. ed. São Paulo. Nobel. 1992.

LUCAS, S.V. & SORRIBAS, F.J. Enfermidades producidas por nematodos. In: Ruíz, J. R.D. & Jimenez, J.G. Enfermidades de las cucurbitáceas en España. Madrid. Gráficas Papallona. 1994. pp.93–98.

MACGOWAN, J.B. The reniform nematode. Gainesville. Department of Agriculture & Consumer Service. 1977.

- MATTOS, J.K.A. Nematóides do solo como indicadores da interferência humana nos sistemas naturais: aspectos gerais e alguns resultados obtidos no Brasil. *Revisão Anual de Patologia de Plantas* 10: 373–390. 2002.
- MC GAWLEY, E.C. & OVERSTREET, C. Reproduction and pathological variation in populations of *Rotylenchulus reniformis*. *Journal of Nematology* 27: 508. 1995.
- MCSORLEY, R. et al. Bibliography of estimated crop losses in the United States due to plant–parasitic nematodes. *Annals of Applied Nematology* 1: 6–12. 1987.
- MOURA, R.M., PEDROSA, E.M.R. & GUIMARÃES, L.M.P. Nematoses de alta importância econômica da cultura do melão no Estado do Rio Grande do Norte, Brasil. *Fitopatologia Brasileira* 27: 225. 2002.
- NAVEDA, I., CROZZOLI, R., GRECO, N. & ZAMBRANO, B. Nematodos fitoparasiticos asociados con cucurbitaceas en La Peninsula de Paraguana, Estado Falcon, Venezuela. *Fitopatologia Venezolana* 12: 14–17. 1999.
- NEHER, D.A. Role of nematodes in soil health and their use as indicators. *Journal of Nematology* 33: 161–168. 2001.
- NEHER, A.D. & CAMPBELL, C.L. Nematode communities and microbial biomass in soils with annual and perennial crops. *Applied Soil Ecology* 1: 17–28. 1994.
- NETSCHER, C. & SIKORA, R.A. Nematode parasites of vegetables. In: Luc, M.; Sikora, R.A. & Bridge, J. *Plant parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture*. Wallingford. CAB International. 1990. pp.237–283.
- NOE, J.P. Cropping systems analysis for limiting losses due to plant–parasitic nematodes: guide to research methodology. Raleigh. North Carolina State University Graphics. 1986.
- NUGENT, P.E. & DUKES, P.D. Root–knot nematode resistance in *Cucumis* species. *HortScience* 32: 880–881. 1997.
- PINOCHET, J. & GUZMÁN, R. Nematodos asociados a cultivos agrícolas en El Salvador: su importancia y manejo. *Turrialba* 37: 137–146. 1987.
- PORAZINSKA, D.L., DUNCAN, L.W., MCSORLEY, R. & GRAHAM, J.H. Nematode communities as indicators of status and processes of a soil ecosystem influenced by agricultural management practices. *Applied Soil Ecology* 13: 69–86. 1999.
- PROCÓPIO, P. Fenafrut'2001 a vez da fruticultura tropical. *Frutas & Cia* 4: 8–10. 2001.
- ROBINSON, A.F. Reniform nematodes: *Rotylenchulus* species. In: Starr, J.L., Cook, R. & Bridge, J. (Ed.). *Plant resistance to parasitic nematodes*. New York. CABI Publishing. 2002. pp.153–173.

- ROBINSON, A.F., INSERRA, R.N., CASWELL-CHEN, E.P., VOVLAS, N. & TROCCOLI, A. *Rotylenchulus* species: identification, distribution, host ranges, and crop plant resistance. *Nematropica* 27: 127-180. 1997.
- ROSSI, J.P., DELAVILLE, L. & QUÉNÉHERVÉ, P. Microspatial structure of a plant-parasitic nematode community in a sugarcane field in Martinique. *Applied Soil Ecology* 3: 17-26. 1996.
- SCHMITT, D.P. & NOEL, G.R. Nematode parasites of soybeans. In: Nickle, W.R. *Plant and insect nematodes*. New York. Marcel Dekker. 1984. pp. 13-59.
- SILVA, E.A., GARCIA, A., MONICO, J.F.G.C. & SILVA, J.F.V. Agricultura de precisão e o potencial de tecnologias inovadoras no manejo integrado de fitonematóides. Anais, 22° Congresso Brasileiro de Nematologia, Uberlândia, MG. 2000a. pp. 19-27.
- SILVA, H.R., MAROUELLI, W.A., SILVA, W.L.C., SILVA, R.A., OLIVEIRA, L.A., RODRIGUES, A.G., SOUZA, A.F. & MAENO, P. Cultivo do meloeiro para o norte de Minas Gerais. Brasília. EMBRAPA-CNPQ. 2000b.
- SILVA, S. & TASSARA, H. Melão. In: Silva, S. & Tassara, H. *Frutas no Brasil*. São Paulo. Empresa das artes. 1996. Disponível em: < <http://www.bibvirt.futuro.usp.br/especiais/frutasnobrasil/melao.html> > Acesso em: 28 out. 2001.
- STARR, J.L. Cotton. In: Barker, K.R., Pederson, G.A. & Windham, G.L. *Plant and nematode interactions*. Madison. American Society of Agronomy. 1998. pp. 359-379.
- THOMASON, I.J. & MCKINNEY, H.E. Reaction of some cucurbitaceae to root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.). *Plant Disease Reporter* 43: 448-450. 1959.
- TSAI, B.Y. & APT, J. Anhydrobiosis of the reniform nematode: survival and coiling. *Journal of Nematology* 11: 316. 1979 (Resumo).
- WALLACE, M.K. & HAWKINS, D.M. Applications of geostatistics in plant nematology. *Journal of Nematology* 26: 626-634. 1994.
- WYSE-PESTER, D.Y., WILES, L.J. & WESTRA, P. The potential for mapping nematode distributions for site-specific management. *Journal of Nematology* 34: 80-87. 2002.
- YEATES, G.W. Feeding in free-living soil nematodes: a functional approach. In: Perry, R.N. & Wright, D.J. (Eds.). *The physiology and biochemistry of free-living and plant parasitic nematodes*. Wallingford. CABI Publishing. 1998. pp.245-269.
- YEATES, G.W. Modification and qualification of the nematode maturity index. *Pedobiologia* 38: 97-101. 1994.