

Ultraestrutura Comparada de Raízes de Seringueira Parasitadas por *Meloidogyne exigua* e *M. javanica*

HAMILTON SILVA FONSECA¹, LUIZ CARLOS C. BARBOSA FERRAZ²
& SILVIA RODRIGUES MACHADO³

¹Doutorando da FCA/UNESP, Departamento de Produção Vegetal, C.P. 237, 18603-970, Botucatu, SP

²ESALQ/USP, Setor de Zoologia Agrícola, 13418-900, Piracicaba, SP;

email: lccbferr@carpa.ciagri.usp.br

³Instituto de Biologia/UNESP, Departamento de Botânica, 18618-000, Botucatu, SP

Recebido para publicação em 14/05/2003. Aceito em 05/11/2003

Resumo – Fonseca, H.S.; Ferraz, L.C.C.B. & Machado, S.R., 2003. Ultra-estrutura comparada de raízes de seringueira parasitadas por *Meloidogyne exigua* e *M. javanica*.

O porta-enxerto RRIM 600, amplamente utilizado em plantios comerciais de seringueira no Brasil, é suscetível ao parasitismo de *Meloidogyne exigua* e resistente a *M. javanica*. Neste trabalho, objetivou-se comparar os conteúdos celulares de células gigantes induzidas por ambos os nematóides. Mudanças de seringueira foram obtidas através de sementes germinadas em areia esterilizada com brometo de metila, transplantadas para vasos contendo mistura de areia-solo-esterco curtido (3-1-1) e, após 15 dias, inoculadas individualmente com 1.000 juvenis de 2^o estágio (J₂). As amostras foram coletadas aos 10, 15, 20, 30 e 45 dias da inoculação, fixadas e preparadas para exame dos cortes ao microscópio eletrônico de transmissão. As diferenças observadas em relação aos tipos de organelas presentes entre as células gigantes, induzidas por *M. exigua* e *M. javanica*, foram, principalmente, a presença de peroxissomas contendo inclusões cristalinas, dictiosomas mais eletrondensas e ausência de amiloplastos nas células incitadas por *M. javanica*. No caso de *M. javanica*, outras alterações foram a formação anormal de placas celulares e alta presença de vesículas provenientes do retículo endoplasmático.

Palavras-chave: ultra-estrutura, célula gigante, *Meloidogyne*, seringueira

Summary - Fonseca, H.S.; Ferraz, L.C.C.B. & Machado, S.R., 2003. Comparative ultrastructure of rubber tree roots parasitized by *Meloidogyne exigua* and *M. javanica*.

Rubber tree (*Hevea brasiliensis*) rootstock RRIM 600, largely used in Brazilian commercial plantations, is susceptible to *Meloidogyne exigua* and resistant to *M. javanica*. This work dealt with a comparative ultrastructural examination of the contents of giant cells induced by these two nematodes in this cultivar. Plants were initially formed through germination of seeds in sand treated with methyl bromide and later transferred individually to clay pots filled with a mixture of sand-soil-cow manure (3:1:1); after two weeks, each plant was inoculated with 1000 J₂ juveniles. Roots from plants infected with the two different nematode species were collected and processed for TEM examination at 10, 15, 20, 30, and 45 days after the inoculation. The main differences reported between the giant cells induced by *M. exigua* and *M. javanica* regarding the types of organelles were the presence of peroxisoma containing crystalline inclusions, electron-dense dictiosoma, presence of abnormal cell plates, high frequency of vesicles produced by the endoplasmic reticulum, and absence of amiloplastids, in the cells induced by *M. javanica*.

Keywords: ultrastructure, giant cells, rubber tree, root-knot nematodes, *Meloidogyne*

Introdução

O nematóide de galhas *Meloidogyne exigua* Goeldi tem causado prejuízos ao cultivo de seringueira no Brasil, em especial no Mato Grosso, tanto na formação de mudas como em áreas extensivas de produção no campo, diminuindo a absorção de nutrientes e provocando morte de plantas, principalmente quando ocorre em associação com o fungo *Lasiodiplodia theobromae* (Pat.) Griff & Maubl, situação em que atua como fator predisponente à ação desse patógeno (Santos *et al.*, 1992). A cultivar RRIM 600, a mais utilizada como porta-enxerto no País, é muito suscetível ao parasitismo de *M. exigua* e resistente a *M. javanica* (Treub) Chitwood (Santos *et al.*, 1992; Fonseca *et al.*, 1999).

A seringueira possui um tecido radicular complexo envolvendo, além dos elementos de xilema e floema, os laticíferos e as células taniníferas. No entanto, estudos ultraestruturais sobre a atuação desses elementos celulares na associação *Meloidogyne* / seringueira praticamente inexistem. Assim, este trabalho teve como objetivo o estudo comparativo de raízes de seringueira RRIM 600 parasitadas com *M. exigua* (interação compatível) e *M. javanica* (interação incompatível) sob o aspecto ultraestrutural.

Material e Métodos

Para a obtenção de mudas, foram utilizados pés-francos de seringueira formados a partir de sementes clonais da cultivar RRIM 600 (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.), obtidas da ESALQ/USP, em Piracicaba/SP. As sementes foram colocadas para germinar em caixas de madeira contendo areia peneirada e esterilizada com brometo de metila (140 mL/m³), umedecida diariamente. Após a germinação, plântulas no estágio conhecido por "palito" foram transferidas para vasos de argila com três litros de capacidade, contendo mistura de areia-solo-esterco curtido (3:1:1), previamente autoclavada (1 atm) durante duas horas.

Meloidogyne javanica foi multiplicada em plantas de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cv. Ângela Gigante e *M. exigua* (população oriunda de área de produção de Rondonópolis-MT) na própria cultivar RRIM 600. O preparo de cada inóculo seguiu a técnica proposta por Hussey & Barker (1973), modificada por Boneti & Ferraz (1981). A suspensão resultante foi vertida em funil de Baermann modificado, com água deionizada e incubada em câmara de crescimento (BOD), a 28°C, por 5 dias, para a eclosão dos juvenis J₂. A inoculação foi feita 15 dias após o transplante, pipetando-se volume pré-ajustado da suspensão de

nematóides, contendo 1.000 juvenis J₂ em três orifícios equidistantes, com cerca de 3 cm de profundidade, formando um triângulo em torno do caule da planta.

Para a descrição ultra-estrutural, raízes de seringueira sadias e infectadas pelos nematóides foram coletadas aos 10, 15, 20, 30 e 45 dias após a inoculação. Esta parte do estudo foi conduzida no Centro de Microscopia Eletrônica do Instituto de Biociências - UNESP - Campus de Botucatu/SP, adaptando-se as técnicas de fixação do material vegetal segundo Machado *et al.* (1995). Tais modificações consistiram de: a) fixação do material em glutaraldeído 2,5%, em tampão fosfato 0,1M pH 7,3 (12 horas); b) pós-fixação em tetróxido de ósmio 1%, em tampão fosfato 0,1M pH 7,3 (2 horas); c) desidratação em série de acetonas (50%/10 minutos por 2 vezes; 70%/10 minutos por 2 vezes; 90%/15 minutos por 2 vezes; e 100%/15 minutos por 2 vezes); d) inclusão em Araldite; e) seccionamento dos blocos em micrótomo Huxley-Cambridge com espessura de 0,5 µm, sendo depois corados com azul de metileno mais azul II (1:1); estes foram então, analisados ao microscópio de luz para escolha dos blocos a passar pelo corte ultra-fino de 500 a 800 Å, que foram colocados sobre telinhas de cobre e contrastados com acetato de uranila e citrato de chumbo. As observações foram realizadas ao microscópio eletrônico de transmissão (Philips CM 100).

Resultados

1. *Meloidogyne exigua*

Aos 10 dias após a inoculação, foi verificada a presença de células gigantes jovens, com crescimento intrusivo e dois núcleos de formato lobado ou amebóide (Figura 1A). Na região com crescimento intrusivo, não foi observada a incorporação das células próximas ao conteúdo da célula gigante. Nesta época de avaliação, não foi observada a ocorrência de protuberâncias na parede da célula gigante. As organelas presentes foram: mitocôndrias, retículo endoplasmático rugoso e vários dictiossomas posicionados próximos à parede celular. O citoplasma mostrava-se elétron-denso e existiam pequenos vacúolos.

Aos 15 dias, as células nutridoradas estavam bem maiores, contendo núcleos de forma lobada; estes, ora encerravam nucléolo muito pequeno, ora, bem desenvolvido e com o centro menos elétron-denso que o restante do conteúdo (Figura 1B). Existiam um vacúolo grande e vários pequenos, que ocupavam a maior parte da célula. O citoplasma estava pouco elétron-denso, contendo muitas mitocôndrias, localizadas principalmente próximas ao núcleo. As mitocôndrias, além do formato padrão (dependendo do plano de corte, cilíndrico ou

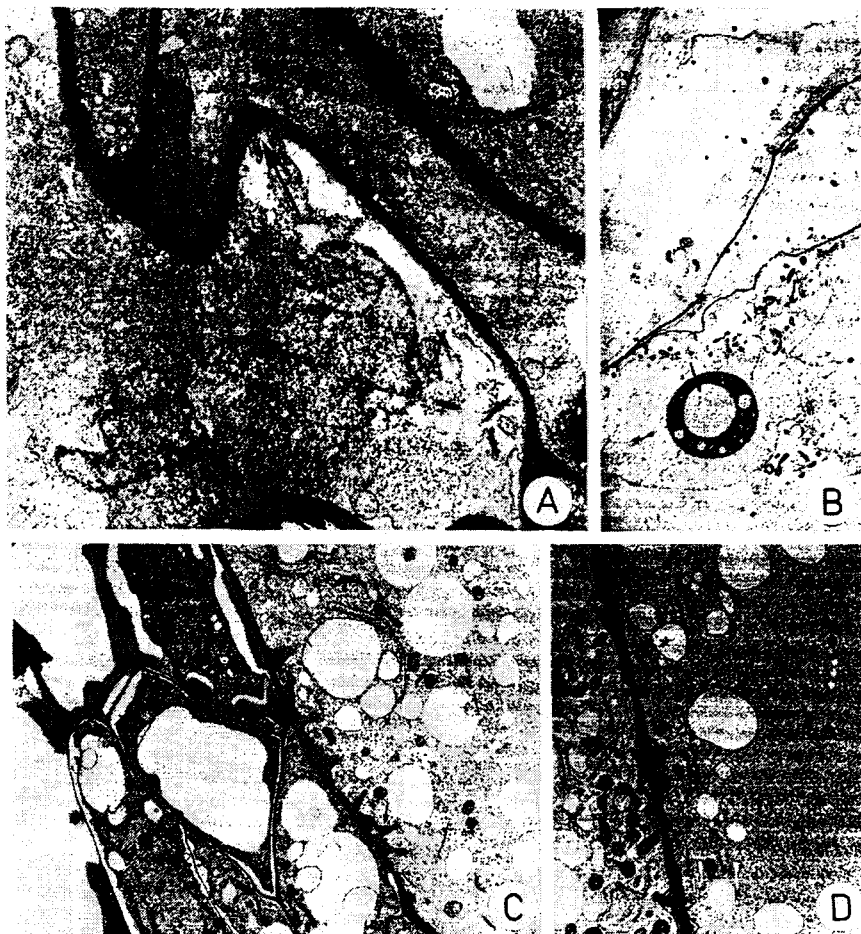


Figura 1. Eletromicrografias da célula gigante induzida por *Meloidogyne exigua*: A) crescimento intrusivo (seta) da célula gigante contendo dois núcleos lobados e várias organelas (10 DAI, x 7250); B) Nucléolo com o coro menos elétron-denso (seta) (15 DAI, x 1800); C) Presença de protuberâncias entre a parede da célula gigante e dos parênquimas do xilema e vascular (seta) e vários vacúolos e organelas no citoplasma da célula gigante (20 DAI, x 4050); D) Citoplasma elétron-denso da célula gigante (20 DAI, x 4050). (DAI= dias após a inoculação).

ovalado), exibiam também a forma de halteres, evidenciando estarem em divisão; outra característica delas, observada, foi em relação à coloração, algumas mostrando-se muito e, outras, pouco elétron-densas. Além das mitocôndrias, estavam presentes diversos retículos endoplasmáticos rugosos, dictiosomas com formação de vesículas (próximas à parede) e amiloplastos.

Entre as paredes da célula gigante, diversas áreas contendo campos de pontuações foram observados. Além destes campos, muitos plasmodesmas isolados ocorriam entre a parede da célula gigante e a parede da célula do parênquima. Nas

regiões que continham plasmodesmas, ocorria uma grande quantidade de retículo endoplasmático rugoso. Neste período de avaliação, foi observado o início da formação de protuberâncias na parede, que tinham muitas vesículas ao redor. Todas as células do parênquima ao redor do sítio de alimentação apresentaram um citoplasma elétron-denso contendo vários tipos de organelas, principalmente mitocôndrias.

Aos 20 dias após a inoculação, as células gigantes eram maiores do que as do período anterior, contendo um citoplasma muito elétron-denso, com diversos vacúolos pequenos (Figuras 1C e D). Existia também uma grande quantidade de

mitocôndrias, de densidade variada, retículo endoplasmático rugoso e liso, dictiossomas localizados em todo o citoplasma e, próximos à parede, alguns amiloplastos e várias vesículas. Nesse período, observou-se a presença de traqueídes associadas ao sítio de alimentação. As protuberâncias ocorriam, em maior frequência, entre a parede da célula gigante e a parede da célula do parênquima e, em menor frequência, entre a parede da célula gigante e a parede da traqueíde (Figura 1C). Os campos de pontuações, contendo plasmodesmas, estavam presentes apenas na parede entre as células gigantes.

Aos 30 dias, havia um maior número de traqueídes associ-

adas ao sítio de alimentação. As protuberâncias eram mais frequentes na parede entre as células gigantes e entre a parede da célula gigante e a parede da traqueíde. Algumas das protuberâncias da parede estavam associadas a uma grande quantidade de vesículas. Além dos vacúolos pequenos e de outras organelas citadas anteriormente, observou-se grande quantidade de amiloplastos. Algumas células gigantes apresentavam ainda o núcleo com formato lobado, enquanto outras o tinham muito grande, sem nucléolo visível, contendo pequenos grupos de ribossomos e diversas vesículas (Figura 2A). O citoplasma mostrava-se menos elétron-denso. As

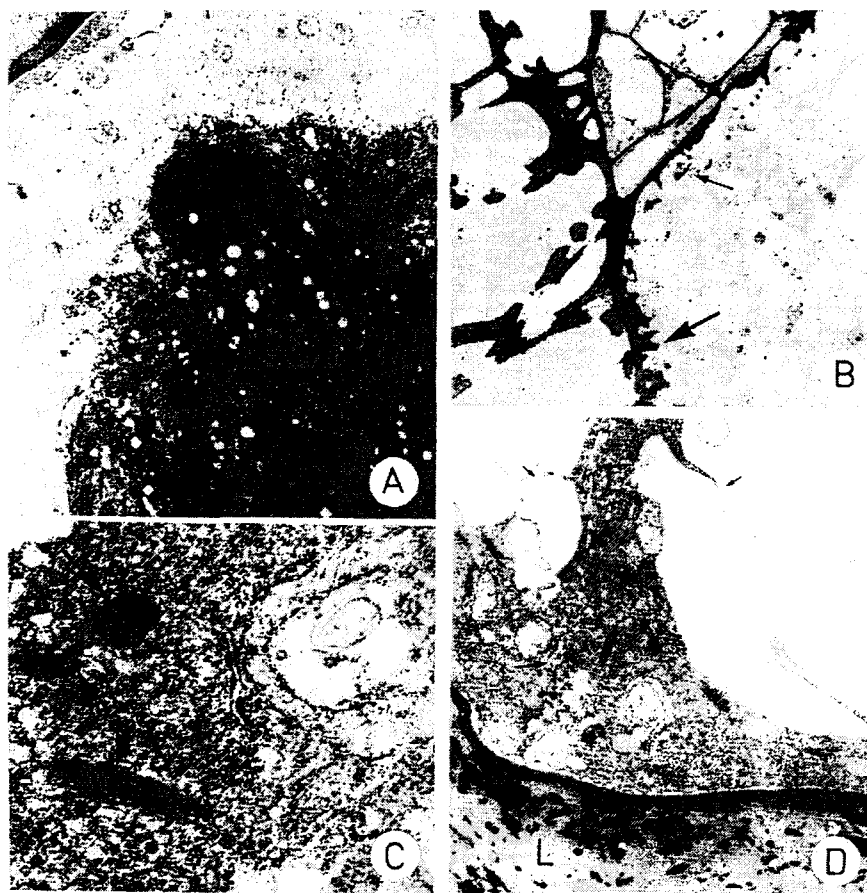


Figura 2. Eletromicrografias de célula gigante induzida por *Meloidogyne exigua* (A; B) e *M. javanica* (C; D). A) Núcleo com aglomeração nuclear (30 DAI, x 7250); B) Alta incidência de protuberâncias entre a parede da célula gigante e traqueíde (seta maior) e baixa entre a parede do parênquima vascular (seta menor) (45 DAI, x 2750); C) Presença de dictiossoma elétron-denso (seta), peroxisoma contendo inclusão cristalina (seta maior) e retículo endoplasmático (2 setas menores) no citoplasma da célula gigante (45 DAI, x 41000); D) Envolvimento da célula gigante pelo laticífero (L), formação de uma nova placa celular no citoplasma da célula gigante (seta maior) e rompimento do tonoplasto de vacúolos adjacentes (seta menor) (45 DAI, x 10250). (DAI= dias após a inoculação).

organelas presentes foram: dictiossomas, retículo endoplasmático rugoso, mitocôndrias e vários amiloplastos. Muitas mitocôndrias localizavam-se próximas às protuberâncias da parede.

Aos 45 dias, as características foram semelhantes ao observado no período anterior (30 dias), porém sem a presença do núcleo atípico e com maior quantidade de vacúolos pequenos. Todas as organelas, ocorrentes na época anterior, foram verificadas, mas havia menor quantidade de amiloplastos, e poucas mitocôndrias localizavam-se próximas às protuberâncias. As protuberâncias da parede da célula gigante em contato, com as traqueídes, eram mais desenvolvidas que as existentes ao lado de células do parênquima vascular (Figura 2B).

B) *Meloidogyne javanica*

Aos 10 e 15 dias após a inoculação, não foram observadas células gigantes incitadas pelo nematóide. Algumas células com núcleo contendo dois nucléolos foram detectadas, mas, como não se encontraram quaisquer espécimes associados, não foi possível atribuir tal ocorrência a um efeito de eventual parasitismo.

Aos 20 dias, foram observadas células gigantes no cilindro vascular e no córtex. As células formadas no cilindro vascular continham numerosos dictiossomas e mitocôndrias e, em menor quantidade, retículo endoplasmático liso e rugoso.

O citoplasma estava pouco elétron-denso e uma enorme quantidade de vesículas oriundas do complexo de Golgi, e, em alguns casos, da cisterna do retículo endoplasmático liso, foram observadas (Figura 3 A). Existiam também vários vacúolos pequenos, sendo que alguns continham substâncias floculadas. Apenas esporádicas protuberâncias foram observadas, estando localizadas entre a parede da célula gigante e traqueídes. Junto à parede da célula gigante, localizada ao lado de células do parênquima vascular, foi observada a incorporação de material extracelular, de formato circular, para dentro do citoplasma, através do processo de pinocitose ou deposição de material intracelular à parede, através de exocitose (Figura 3 B). As células gigantes formadas no córtex apresentavam, quanto ao citoplasma, características semelhantes àquelas observadas nas células sadias, mas eram maiores que estas. Tais células possuíam um vacúolo grande, que, às vezes, ocupava quase toda a célula; em alguns casos, além deste vacúolo principal, existiam outros bem menores. O pouco citoplasma existente continha mitocôndrias, dictiossoma, retículo endoplasmático liso e amiloplastos. Em nenhuma região da parede das células gigantes foram observadas

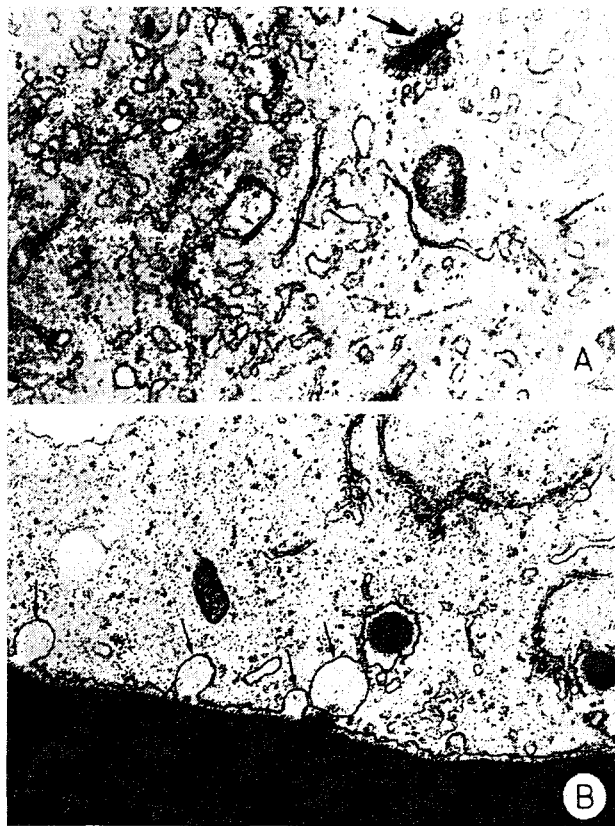


Figura 3. Eletromicrografias da célula gigante induzida por *M. javanica*. A) Formação de vesículas através do retículo endoplasmático (seta menor) e dictiossoma (seta maior) (20 DAI, x 21000); B) Processo de pinocitose ou exocitose (seta) na parede da célula gigante adjacente à traqueíde (20 DAI, x 21000). (DAI= dias após a inoculação).

protuberâncias.

Aos 30 e 45 dias, as observações foram praticamente semelhantes às do período anterior. A célula gigante estava envolta pelo laticífero, contendo vesículas de forma variada, muito elétron-densas, e um conteúdo amorfo, menos elétron-denso (Figura 2 D), sendo que o laticífero ocasionou a separação da célula gigante das traqueídes, das células do parênquima vascular e do nematóide. O citoplasma da célula gigante estava muito elétron-denso, contendo mitocôndrias, dictiossomas mais elétron-densas, retículo endoplasmático rugoso e liso em abundância e peroxissomas contendo inclusões cristalinas (Figura 2 C). O núcleo, de formato lobado, encontrava-se em processo de divisão. Existiam poucos vacúolos, que, pela união

a outros adjacentes, tornavam-se maiores, e, em algumas células gigantes, evidenciava-se a formação de uma nova placa celular de maneira centrípeta (Figura 2 D).

Discussão

Quanto ao crescimento intrusivo da célula gigante induzida por *M. exigua*, verificado aos 10 dias após a inoculação, foi observado também em raízes de beijo-de-jardim, *Impatiens balsamina* L., parasitadas por *M. javanica* e *M. incognita*, não envolvendo a incorporação de material das células próximas (Jones & Payne, 1978). As organelas assinaladas nas células gigantes jovens, induzidas por *M. exigua* ora, estudadas, foram as mesmas relatadas para o beijo-de-jardim nesse trabalho correlato. Já em células mais maduras ou desenvolvidas, as organelas foram semelhantes, porém foi também observada a presença de amiloplastos, que podem ocorrer ou não no conteúdo da célula gigante, dependendo da interação planta/nematóide considerada (Jones & Dropkin, 1975; Orion & Bronner, 1973).

As diferenças observadas em relação aos tipos de organelas presentes, entre as células gigantes induzidas por *M. exigua* e *M. javanica*, foram principalmente a presença de peroxissomas contendo inclusões cristalinas, dictiosomas mais elétrondensas e ausência de amiloplastos nas células incitadas por *M. javanica*. A presença desse tipo de peroxissoma no conteúdo da célula gigante está relacionada ao parasitismo sobre hospedeiros resistentes, sendo a presença dos corpos cristalinos associados, devida provavelmente a um desequilíbrio osmótico (Bleve-Zacheo *et al.*, 1982). A verificação do peroxissoma com inclusões cristalinas ocorreu apenas aos 30 e 45 dias da inoculação, nas células gigantes induzidas por *M. javanica*, período em que se observou a fusão de vacúolos, podendo tal união ter provocado um desequilíbrio osmótico e contribuindo, portanto, à formação desses corpos cristalinos. Outro fator associado ao surgimento de tais estruturas pode ter sido o baixo conteúdo de açúcares (carboidratos) no citoplasma, como já observado no estroma do cloroplasto em feijão (Wrischer, 1973). Como nesses períodos, a célula gigante apresentou-se envolvida pelo laticífero, o que impediu o nematóide de introduzir-lhe as secreções enzimáticas no citoplasma, e desprovida de protuberâncias na parede, ao que tudo indica ocorreu uma diminuição no nível interno de carboidratos, favorecendo a formação e o aparecimento de tais peroxissomas.

Quanto ao laticífero que estava envolvendo a célula gigante de *M. javanica* aos 30 e 45 dias (Figura 2 D), ficou caracte-

rizado, ainda que, em laticíferos desenvolvidos, as partículas de látex/borracha encontradas, apareçam normalmente como estruturas esféricas. Acontece que, em tecidos de seringueira infectados por fungos causadores de podridão radicular, pode ocorrer a fusão dessas estruturas esféricas, causando assim a coagulação do látex (Nicole *et al.*, 1986). Dessa maneira, o mesmo, aparentemente, ocorreu nos laticíferos encontrado nas galhas (30 e 45 DAI) incitadas por *M. javanica*, impedindo o nematóide de injetar as enzimas na célula gigante e estimulá-la a produzir as substâncias nutritivas essenciais ao seu desenvolvimento e reprodução.

Em relação à formação de uma nova placa celular no citoplasma da célula gigante envolta pelo laticífero, observada aos 30 e 45 dias após a inoculação, pode-se afirmar que não correspondia a um processo normal. Embora se tenha assinalado dictiosoma próximo a esta região, nenhum microtúbulo foi observado, e sabe-se que, na formação normal de placas, a presença de tais microtúbulos é marcante (Hepler & Newcomb, 1967). Essa característica de surgimento de uma nova placa, "anormal", processo conhecido como amitose, também foi observada em raízes de beijo-de-jardim, parasitadas por *M. javanica* e *M. incognita* (Jones & Payne, 1978), porém nos estágios iniciais de formação da célula gigante.

Com respeito aos campos de pontuações, uma grande quantidade deles foi observada entre as paredes das células gigantes e entre estas e a parede de células do parênquima vascular, aos 15 dias após a inoculação da seringueira com *M. exigua*; nos demais períodos de avaliação, tais campos localizavam-se somente entre as paredes das células gigantes. Estas observações vieram confirmar breve menção anterior referente à ocorrência de plasmodemas em células gigantes induzidas por *M. exigua* na seringueira RRIM 600 (Santos, 1997), bem como mostraram-se concordantes com as relatadas em trabalho correlato, envolvendo aspectos da organização de células gigantes, incitadas em raízes de soja, examinadas ao microscópio eletrônico de varredura (Jones & Dropkin, 1976), no qual, também, se observaram campos de pontuações em toda a extensão da parede da célula gigante, somente em células jovens, sendo verificados, em células desenvolvidas, apenas entre as paredes da célula gigante.

Quanto às protuberâncias, a presença delas nas células gigantes, induzidas por *M. javanica*, foi verificada apenas aos 20 dias, pois, aos 30 e 45 dias, as células já não se mostravam mais adequadas à alimentação do nematóide. Assim, a presença ou não de protuberâncias na parede representou um dos fatores importantes relacionados ao estabelecimento dos diferentes nematóides estudados nas raízes da seringueira. Em

relação à localização, as características das protuberâncias na parede das células gigantes, formadas na seringueira, foram as mesmas relatadas por outros autores para diferentes interações *Meloidogyne*/planta hospedeira (Jones & Northcote, 1972; Jones & Dropkin, 1975). De outra parte, a frequência de ocorrência de protuberâncias entre a parede das células gigantes, induzidas por *M. exigua* e traqueídes, variou ao longo do desenvolvimento das células gigantes, sendo maior aos 45 dias, ao que tudo indica devido à existência de número bem mais elevado de traqueídes associados ao sítio de alimentação nessa época de avaliação. Um outro fator relacionado a essa alta incidência de protuberâncias junto à parede, nesse período, foi por certo a necessidade de entrada de solutos na célula gigante num fluxo bem mais intenso, a fim de proporcionar condições de pleno desenvolvimento corporal e maturação sexual das fêmeas do parasito, logo antes do início da deposição dos ovos. A presença marcante de protuberâncias entre a parede das células gigantes, induzidas por *M. exigua* e das traqueídes e do parênquima vascular, evidenciou que, em todo o período no qual o nematóide precisou de uma quantidade maior de elementos orgânicos para sua alimentação, a célula gigante teve condições de suprir tal demanda. Esta situação foi bem diferente nas células gigantes, induzidas por *M. javanica*, nas quais protuberâncias foram observadas em baixa frequência e somente aos 20 dias, fazendo com que a célula, para nutrir o nematóide, tivesse que 'buscar' ou 'desenvolver' outras vias alternativas. Nessa ocasião, foi observada a ocorrência de pinocitose ou exocitose, ou seja, a entrada de material extracelular para o interior da célula gigante ou a incorporação de material intracelular à parede. O transporte de elementos, através da parede, ocorre na fase aquosa da matriz da parede (Brett & Waldron, 1996). Sabe-se que entre os elementos da parede, que possuem afinidade com a água, está a pectina e, sendo assim, o forte espessamento de origem pectínica da parede das células gigantes induzidas por *M. javanica* observado na cultivar RRIM 600 (Fonseca, 2001) vem evidenciar que a restrita formação de protuberâncias induz as células gigantes a 'importar' elementos orgânicos de outras células associadas ao sítio de alimentação, via fase aquosa da parede, por pinocitose, envolvendo maiores gastos de energia ou a deposição de pectina na parede.

Quanto às mitocôndrias, a presença delas em grande quantidade, localizadas próximas às protuberâncias da parede das células gigantes induzidas por *M. exigua*, serviu de indicativo dos períodos de maior entrada de solutos orgânicos e outros elementos, pois a energia utilizada para este transporte originou-se delas (Gunning, 1977). Assim, os períodos de 20 e 30 dias foram aqueles nos quais se registraram as maiores quan-

tidades de elementos orgânicos no citoplasma das células gigantes, bem como de amiloplastos; já aos 45 dias, foi verificada baixa quantidade de mitocôndrias próximas às protuberâncias, correspondendo a uma menor entrada de elementos orgânicos e, portanto, a um maior consumo dos carboidratos armazenados na forma de amido, explicando assim a reduzida quantidade de amiloplastos detectada nessa ocasião. Entretanto, é bem provável que o período de maior exigência metabólica do nematóide seja aos 45 dias, haja vista a maior frequência de protuberâncias da parede e o intenso consumo de amido ocorrentes nessa época, tendo os períodos anteriores a função principal de acúmulo e reserva de elementos orgânicos.

A presença de grande quantidade de retículo endoplasmático rugoso na região contendo plasmodesmas, como observada na parede de células gigantes, induzidas por *M. exigua*, é comum nas células vegetais uma vez que são responsáveis pela passagem de moléculas pequenas e íons entre as células (Brett & Waldron, 1996).

Por fim, a grande quantidade de vesículas formadas através do dictiossoma e retículo endoplasmático, observada no citoplasma da célula gigante induzida por *M. javanica* aos 20 dias, representa, ao que tudo indica, fase intermediária para a formação do vacuoma do tipo T₅, caracterizado por muitos vacúolos pequenos (Fonseca *et al.*, 2003). Tal inferência decorre do fato de que tem sido demonstrado (Marinos, 1963) que, antes da formação do vacúolo, propriamente dito, de uma célula sadia, ocorre a formação de vários pequenos vacúolos, que se unem mais tarde.

Literatura Citada

- BLEVE-ZACHEO, T.; G. ZACHEO; M.T. MELILLO & F. LAMBERTI. 1982 Crystal-like structures in plastids of tomato roots infected by *Meloidogyne incognita*. *Nematologia Mediterranea*, 10:91-99.
- BONETTI, J. I. S. & S. FERRAZ. 1981. Modificação do método de Hussey & Barker para extração de ovos de *Meloidogyne exigua* de raízes de cafeeiro. *Fitopatologia Brasileira*, 6:553.
- BRETT, C. T. & K.W. WALDRON. 1996. *Physiology and biochemistry of plant cell walls*. London: Chapman & Hall, 251p.
- FONSECA, H. S., 2001. *Histopatologia e ultra-estrutura de raízes de seringueira parasitadas por Meloidogyne exigua, M. incognita e M. javanica*. FCA/UNESP-Botucatu, São Paulo, 115p. (Tese de Doutorado).

- FONSECA, H. S.; L.C.C.B. FERRAZ & S.R. MACHADO. 2003. Caracterização do vacuoma de células gigantes induzidas por espécies de *Meloidogyne* em raízes de seringueira 'RRIM 600'. *Nematologia Brasileira*, 27(2):193-198.
- FONSECA, H. S.; A. JAEHN & M.F.A. SILVA. 1999. Reações de porta-enxertos de seringueira a *Meloidogyne javanica* e *M. exigua*. *Nematologia Brasileira*, 23: 9-14.
- GUNNING, B. E. S., 1977. Transfer cells and their role in transport of solutes in plants. *Scientific Prog. Oxford*, 64:539-568.
- HEPLER, P. K. & E.H. NEWCOMB. 1967. Fine structure of cell plate formation in the apical meristem of *Phaseolus* roots. *Journal of Ultrastructure Research*, 19: 498-513.
- HUSSEY, R. S. & K.R. BARKER. 1973. A comparison of methods for collecting inocula of *Meloidogyne* including a new technique. *Plant Disease Reporter*, 57: 1025-1028.
- JONES, M. G. K. & V.H. DROPKIN. 1975. Cellular alterations induced in soybean roots by three endoparasitic nematodes. *Physiol. Plant Pathology*, 5 (2):119-124.
- JONES, M. G. K. & V.H. DROPKIN. 1976. Scanning electron microscopy of nematode-induced giant transfer cells. *Cytobios*, 15: 149-161.
- JONES, M. G. K. & D.H. NORTHCOTE. 1972. Multinucleate transfer cells induced in *Coleus* roots by the root-knot nematode, *Meloidogyne arenaria*. *Protoplasma*, 75: 381-395.
- JONES, M. G. K. & H.L. PAYNE. 1978. Early stages of nematode-induced giant-cell formation in roots of *Impatiens balsamina*. *Journal of Nematology*, 10:70-84.
- MACHADO, S. R.; E.A. GREGÓRIO; Y. YANAGIZAWA & S.M. CARMELLO. 1995. Ultrastructural aspects of the peltate glandular trichomes of the gynoeceum in *Zeyheria digitalis* (Uell.) Hoehne (Bignoniaceae). *Revista Brasileira de Botânica*, 18 (2):197-205.
- MARINOS, N. G. 1963. Vacuolation in plant cells. *Journal of Ultrastructure Research*, 9:177-185,
- NICOLE, M.; J.P. GEISER & D.N. NANDRIS. 1986. Ultrastructure of laticifer modifications in *Hevea brasiliensis* infected with root rot fungi. *J. Phytopathology*, 116:259-268.
- ORION, D. & R. BRONNER. 1973. The localization of starch, amylase and invertase in *Meloidogyne javanica* galls. *Nematologica*, 19:401-402.
- REYNOLDS, E. S., 1963. The use of lead citrate at high pH as an electron-opaque stain in electron microscopy. *Journal of Cell Biology*, 17:208-212.
- SANTOS, J. M., 1997. Estudo das espécies de *Meloidogyne* Goeldi que infectam o cafeeiro no Brasil, descrição de *Meloidogyne goeldii* sp. n. e chave ilustrada para identificação das espécies. FCA/UNESP-Botucatu, 165 p. (Tese de Doutorado).
- SANTOS, J.M.; C. MATOS; L. BARRÉ & S. FERRAZ. 1992. *Meloidogyne exigua*, sério patógeno da seringueira nas plantações E. Michelin, em Rondonópolis, MT. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE NEMATOLOGIA, 16, Lavras. Anais da Sociedade Brasileira de Nematologia, p.75.
- WRISCHER, M., 1973. Protein crystalloids in the stroma of bean plastids. *Protoplasma*, 77:141-150.