

Nota – Bases científicas que fundamentam a nova tática de controle de fitonematóides

Os nematóides de galhas (*Meloidogyne* sp.) sobrevivem nos solos tropicais sob a forma de ovo, constituindo uma população bem diversificada. Dentro do ovo ocorreram a multiplicação celular e o desenvolvimento embrionário, terminando com a formação do juvenil do segundo estágio (J₂) num período de 14 dias, em condições ótimas de temperatura e umidade (Campos et al., 2001). Se no solo ocorrer temperatura ou umidade, ambas, inadequadas, o estágio J₂ permanecerá dentro do ovo que não eclode. Desta forma, não ocorrerá também a infecção da planta, já que o J₂ precisa sair do ovo, se locomover pelo solo e ser atraído pela ponta da raiz nova da planta e então penetrar pela coifa ou regiões circunvizinhas. Em condição de baixa temperatura e/ou umidade, as plantas certamente não emitirão raízes; portanto, não terão locais de penetração para os J₂, os quais morrerão em poucos dias por falta de alimento e pela incapacidade de sobreviver por longo período após a saída do ovo, em condições de estresse hídrico e/ou temperatura. O J₂, logo ao sair do ovo tem no seu corpo cerca de 30% de lipídios; que é a principal reserva energética dos fitonematóides. A perda de 50-60% dessa reserva o incapacita de infectar a planta (Van Gundy et al., 1967), o que pode ocorrer em poucos dias, principalmente, em temperatura elevada. Durante seu período evolutivo, os nematóides desenvolveram como mecanismo de sobrevivência a inibição da eclosão em condições adversas.

Tem-se observado que a temperatura exigida para eclosão do J₂ do ovo é sempre maior do que aquela para o desenvolvimento embrionário de *Meloidogyne* sp. (Figura 1).

Remarks – Scientific grounds of the new tactic for plant parasitic nematodes control.

Root knot nematodes (*Meloidogyne* spp) survive in tropical soils at egg stage, as very diversified populations. Cell multiplication and embryonic development occur inside the egg ending up with the formation of the first-stage juvenile, which undergoes the first molt, becoming the second-stage juvenile (J₂) within 14 days under optimum temperature and humidity conditions (Campos et al., 2001). At inadequate environmental conditions, the eggs do not hatch, keeping the J₂ off dispersing through out the soil and infecting the host plants. Under low temperature and humidity, plant roots will not develop and the penetration sites for the J₂ will be reduced, causing them to die in a few days by starvation. In addition, J₂ stage will not survive for a long period after coming out from the egg if it is subjected to temperature and/or water stresses. The J₂ body content just after coming out from the egg, has 30% of lipids, it is the main energetic reserve. The loss of 50-60% of lipids inhibit the J₂ to penetrate the plant (Van Gundy et al. 1967), which is likely to occur in a few days, specially under high temperature. During the evolution process, the nematodes developed, as a survival mechanism, the prevention of the egg hatch under unfavourable conditions.

It has been observed that the temperature required for J₂ hatching is always higher than that for the embryonic development of *Meloidogyne* sp (Figure 1).

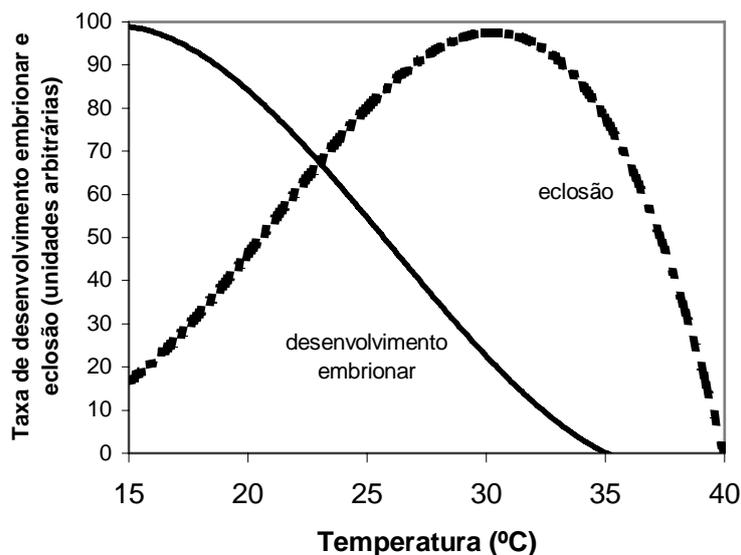


Figura 1 – Curva hipotética idealizada por Wallace (1971) da temperatura relativa a taxa de desenvolvimento embrionário e da eclosão.

Portanto, a temperatura que impede a eclosão pode permitir o desenvolvimento embrionário dentro do ovo, às vezes, em taxa pequena, porém possibilitando ao longo de algumas semanas o aumento considerável de ovos com J₂ já formados internamente. Outro aspecto de importância no campo é a flutuação da temperatura. Num período de 24 horas podem ocorrer 8 horas de temperaturas adequadas para o desenvolvimento embrionário e 16 horas inadequadas, as quais induzirão baixa taxa ou paralisação desse desenvolvimento. Nessa flutuação da temperatura diária, considerável porcentagem de embriões morrem dentro dos ovos. Entretanto, os que sobrevivem podem chegar a J₂ dentro dos ovos, porém ainda impossibilitados de eclodir devido à restrição de temperatura ou umidade ou de ambas.

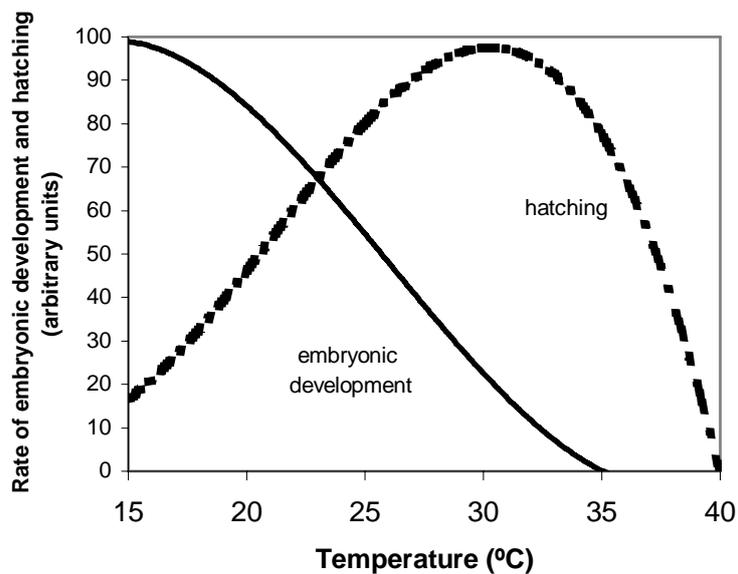


Figure 1 – Hypothetical temperature curve by Wallace (1971) comparing rate of embryonic development and hatching of nematodes.

Temperatures that impede egg hatching may allow embryo development inside the egg, sometimes at low rate, but in few weeks a considerable number of eggs will complete its development to J₂. Another important aspect in the field is the temperature fluctuation within 24 hours period: it is possible to occur 8 hours of optimum temperature and 16 hours below optimum for embryonic development, which induces the complete stop or continuation at low rate. During this daily temperature fluctuation, high percentage of embryos die within the eggs. The remaining reaches J₂ within the egg. However the eggs, will not hatch due to the restriction of temperature and/or humidity.

Num campo de plantio é impossível manipular a temperatura, entretanto, pode-se fazê-lo com a umidade, por meio da irrigação. Na região Sudeste do Brasil, o inverno é frio e seco, mas com a temperatura mais alta durante o dia. No Centro-Oeste a estação de inverno é seca, porém sem frio. Nessas regiões é comum a falta de chuva por um período durante a estação chuvosa chamada de veranico. Desta forma, a umidade é mais estressante para os nematóides do que a temperatura nas regiões Sudeste e Centro-Oeste do Brasil.

Barker & Koenning (1998) citaram publicação de Tyler (1933), sugerindo o alqueive úmido durante o período quente, num terreno sem plantas daninhas, como uma tentativa para erradicar os nematóides de galhas de áreas infestadas. Towson & Apt (1983) sugeriram, também, como promissora e de aplicação prática, a pré-irrigação semanal durante um mês antes do plantio de abacaxi para a redução da população dos nematóides de galhas e reniforme. Apt (1976), estudando em laboratório a sobrevivência do nematóide reniforme em solo infestado, colhido no campo e submetido à diversas condições de umidade em períodos variáveis de tempo, sugeriu, que a irrigação no campo pode ser mais eficaz na redução populacional do *Rotylenchulus reniformis* durante os quatro primeiros meses do alqueive. Goodell & Ferris (1989), estudando a influência de fatores ambientais na eclosão e na sobrevivência de *Meloidogyne incognita*, concluíram que seus resultados dão suporte ao conceito do “alqueive úmido”, em que a aplicação de água no local de plantio na ausência do hospedeiro, pode ser usada para aumentar a mortalidade de *Meloidogyne incognita*.

O revolvimento do solo reduz a população dos nematóides de galhas (Ornat et al., 1999), além de ação direta na porosidade, estrutura, aeração e potencial osmótico do solo. Dutra & Campos (1998) verificaram que o simples revolvimento do solo eliminou 54% da população de J₂ de *Meloidogyne javanica* num período de apenas 72 horas.

Is impossible to manipulate temperature in the field, but one can control humidity through irrigation. In Southeast of Brazil the winter is cold and dry with temperature raising along the day. In the Central west the winter is dry, however not always cold. In this region, a short period of dryness occurs during the rainy season which is called “veranico”. Therefore, in the mentioned regions humidity stress is more important than temperature stress for nematodes.

Barker & Koenning (1998) cited the publication of Tyler (1933), suggesting the humid fallow during a hot period, in area without weeds, as a possible way to eradicate the root knot nematodes in infested areas. Towson & Apt (1983) suggested the weekly pre-irrigation for a month before pineapple planting to significant reduce the population of root-knot and reniform nematodes. Apt (1976), studied the reniform nematode survival in infested field soil in laboratory. The soil was maintained at different humidity conditions during different time periods. The results indicated that irrigation could be more efficient on the population reduction of *Rotylenchulus reniformis* during the first four months of fallow. Goodell & Ferris (1989), studying environmental factors on hatching and survival of *Meloidogyne incognita*, supported the “humid fallow” concept, where the water application on the planting area in the absence of the host may be used to increase mortality of the nematodes.

Soil plowing reduces root knot nematode populations (Ornat et al., 1999), besides the direct action on soil porosity, structure, aeration and osmotic potential. Dutra & Campos (1998) obtained 54% of J₂ of *Meloidogyne javanica* reduction in the soil after 3 days of plowing.

Nenhuma comprovação experimental tinha sido publicada até os trabalhos de Dutra (2002), Dutra & Campos (2003a e b) e Dutra et al. (2003), sobre o efeito no campo da pré-irrigação na população de *Meloidogyne* spp, bem como do efeito conjunto da irrigação e revolvimento do solo nesses nematóides, antes da semeadura de culturas anuais.

Os autores

No experimental proof has been published before the work done by Dutra (2002), Dutra & Campos (2003a and b) and Dutra et al. (2003), about the effect of pre-irrigation on the *Meloidogyne* spp population in the field as well as the simultaneous effect of irrigation and plowing on nematodes before seeding of annual crops.

The authors

REVOLVIMENTO DO SOLO E IRRIGAÇÃO NO CONTROLE DE FITONEMATÓIDES

Vicente Paulo Campos¹
Marcos Roberto Dutra²
Juliana Resende Campos Silva³
Cláudio Roberto Valério⁴

1. INTRODUÇÃO

1.1. Primeiras observações no campo

Em 1999, fomos procurados por um consultor da cultura do feijoeiro e questionados sobre o controle de nematóides nessa cultura plantada sob pivô-central. Recomendamos o controle químico e a rotação de culturas, o que não satisfiz o consulente, pois ele estava interessado em táticas novas, menos dispendiosas, que não impedissem por longo período de tempo, o novo plantio de feijão. Comentamos na oportunidade sobre idéias novas, como aquela cuja fundamentação foi explicada em “bases científicas que fundamentam a nova tática de controle de fitonematóides”. Porém, existia a necessidade de experimentação, antes de divulgá-la aos produtores, já que não existia suporte em pesquisa até o momento. A vontade do consulente em aplicá-la de imediato fez com que nós decidíssemos detalhá-la. Dessa forma, explicamos que a idéia consistia em arar o terreno, deixando-o livre de plantas daninhas num período quente e seco, e, a seguir, irrigá-lo; esperar 14 dias e semear o feijão.

1. Professor Titular, Departamento de Fitopatologia, Universidade Federal de Lavras/UFLA – Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – nema@ufla.br

2. Eng. Agrônomo, Syngenta – marcos.dutra@syngenta.com.br

3. Professora Adjunto I de Fitopatologia, Universidade de Rio Verde – Caixa Postal 104 – 75901-970 – Rio Verde, GO – jrcampos@fesurv.br

4. Eng. Agrônomo, consultor da cultura do feijão.

SOIL PLOWING AND IRRIGATION FOR PLANT PARASITIC NEMATODE CONTROL

Vicente Paulo Campos¹
Marcos Roberto Dutra²
Juliana Resende Campos Silva³
Cláudio Roberto Valério⁴

1. INTRODUCTION

1.1. Early observations in the field.

In 1999, consultant for the bean crop came to our office and asked us about bean nematode control in area where irrigation was done by central pivot. We recommended nematicides and crop rotation, which did not satisfied him, because he was interested in new and cheaper tactics to farmer to grow bean two times a year. In that opportunity we mentioned about new ideas, such as those reported previously on “Scientific grounds of the new tactic for plant parasitic nematodes control”. Nevertheless, there was a necessity to set up experiments to prove it in the field before broadcasting. The wish of the consultant to immediately apply such technique led us to go into detail: first, keep the planting area free of weeds during a hot and dry period, followed by plowing and irrigation, and second, wait 14 days before seeding.

1. Professor of Plant Pathology Department, Federal University of Lavras/UFLA – P.O.Box 3037 – Zip Code – 37200-000 – Lavras, MG – nema@ufla.br

2. Agronomist, Syngenta – marcos.dutra@syngenta.com.br

3. Professor of Rio Verde University, Goiás State, Brazil – P.O. Box 104 – Zip Code 75901-970 – jrcampos@fesurv.br

4. Agronomist, bean consultant.

De imediato, o consultante perguntou como a água poderia levar ao extermínio os nematóides. Após a explicação já feita nas páginas anteriores, o mesmo ficou surpreso pela simplicidade da idéia, e decidiu realizar observações práticas e retornar ao laboratório de Nematologia da UFLA, para novas informações e discussões. Solicitamos ao consultante amostrar os locais em que tais observações seriam realizadas. As amostras foram analisadas no laboratório de Nematologia do Departamento de Fitopatologia da Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG. Os resultados indicaram redução drástica da população dos nematóides de galhas no solo altamente infestado, onde se cultivou feijão. A técnica se propagou entre os produtores de feijão em pivô-central, e foi citada em Campos (1999), intitulada “indução à eclosão de juvenis do segundo estágio de *Meloidogyne* sp. no solo”.

Com o início dos estudos do mestrando Marcos Roberto Dutra e o auxílio do consultor em feijão Claudio Roberto Valério foram possíveis tais pesquisas, mesmo distante do Laboratório de Nematologia da UFLA – Lavras, MG, para comprovação científica no campo.

1.2. Comprovação científica no campo

Foi montado um ensaio numa área com alta infestação de *Meloidogyne incognita* sob pivô-central da fazenda Gameleira, município de Lagoa Grande, na região do Alto Paranaíba em Minas Gerais, região de cerrado, em condições de seca e alta temperatura do ar. Metade da área experimental (2400m²) foi revolvida. A seguir, apenas metade de cada uma das duas áreas (revolvida e não revolvida) foi irrigada. Quatorze dias após, toda a área foi plantada com feijão e recebeu os mesmos tratamentos culturais e irrigação até a colheita, dentro da rotina de uma ótima fazenda produtora de feijão.

The consultant asked the next question: how the water could lead the extinction of nematodes? The explanation, is stated on “Scientific grounds of the new tactic for plant parasitic nematodes control”. He was surprised by the simplicity of the tactic and decided to apply it by his own in the field. We asked him to take soil samples from the sites of his field trials. Those samples were analyzed in the laboratory of Department of Plant Pathology of the Federal University of Lavras (UFLA), Minas Gerais State, Brazil. The results indicated drastic reduction of root knot nematodes population in the highly infested field, where bean had been cultivated by many seasons. This tactic started been used by bean producers under central pivot. Eventhough there was no scientific proof, that new tactic was described in Campos (1999), under the title “hatching induction of second-stage juveniles (J₂) of *Meloidogyne* spp in the soil”. However, such scientific proof in the field was postponed due to difficulties of having a highly infested bean field close to UFLA. When Marcos Roberto Dutra started his Master in Plant Pathology at UFLA as well as the decision of Claudio Roberto Valerio, a bean consultant, to help us on those field experiments, the decision was taken to do the research in a field away from UFLA campus.

1.2. Scientific proof in the field

Field experiment was set up in an area with high infestation of *Meloidogyne incognita* under central pivot irrigation system on Gameleira farm, at Lagoa Grande county, region of Alto Paranaíba, Minas Gerais State, Brazil, where savanna vegetation predominates. At the time of the experiment establishment the weather conditions were dry with high air temperature. Half of the experimental area (2400m²) was plowed. Half of both areas (plowed and non plowed) was irrigated. The control area was

Todo o ensaio seguiu a metodologia científica. Cada parcela experimental continha 120m² de área útil. A população inicial do nematóide *Meloidogyne incognita* era de aproximadamente 60 J2/100cc de solo. Entretanto, a população infectiva, avaliada pelo bioteste com tomateiro, foi de aproximadamente 48 massas de ovos por 50cc de solo. Cada massa de ovos deve corresponder a uma unidade infectiva, anteriormente no solo, como ovo e J2. Os tratamentos seguiram o delineamento inteiramente casualizado, com 5 repetições. Técnicas apropriadas de amostragem e análise populacional do nematóide *Meloidogyne incognita*, estão descritas em Dutra (2002), Dutra & Campos (2003a e b) e Dutra et al. (2003).

O revolvimento seguido da irrigação, quatorze dias antes do plantio do feijão, reduziu drasticamente a população do nematóide no solo, no momento do plantio e aos 45 dias após a semeadura. Menor eficiência no controle ocorreu quando o terreno foi apenas revolvido ou apenas irrigado (Figuras 2 e 3), Dutra (2002), Dutra & Campos (2003a e b) e Dutra et al. (2003).

Como a população do nematóide foi muito baixa durante todo o ciclo do feijão na área revolvida e irrigada quatorze dias antes da semeadura, a produção foi quatro vezes superior à da testemunha. Nas parcelas revolvidas ou irrigadas a produção foi maior do que na testemunha, porém, significativamente inferior àquelas revolvidas e irrigadas (Figura 4), Dutra (2002), Dutra & Campos (2003a e b) e Dutra et al. (2003).

not plowed neither irrigated. Fourteen days latter, the whole area was planted with bean. All four experimental treatments received the same management and irrigation until harvesting, following up the farm routine, which is a top bean-producing farmer in the region.

The experiment followed up the scientific methodology. The data were obtained from 120m² of the plot. *M. incognita* initial population was about 60 J2/100cc of soil. However the infective population, assessed by tomato biotest, was aproximatelly 48 egg-masses per 50cc of soil. Each egg-mass may correspond to an infective unit previously in the soil, as egg and J₂. The treatments followed the randommized design with five replicates. Appropriate sampling and population analysis of *Meloidogyne incognita* are described in Dutra (2002), Dutra & Campos (2003a and b) and Dutra et al. (2003).

The plowing followed by irrigation fourteen days before bean seeding drastically reduced the nematode population in the soil, from planting time to forty-five days after planting. Efficiency on nematodes control was less when the fields were only plowed or irrigated, (Figures 2 and 3) Dutra (2002), Dutra & Campos (2003a and b) and Dutra et al. (2003).

Since the population of the nematode was very low during the entire bean life cycle in plowed and irrigated plots fourteen days before seeding, the yield was four times as much as the control. Yields greater than control were obtained in plots submitted to the other treatments (Figure 4), Dutra (2002), Dutra & Campos (2003).

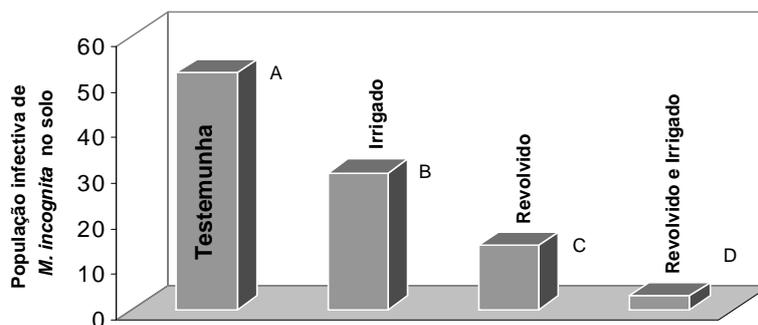


Figura 2 – População infectiva de *Meloidogyne incognita* nas parcelas, 14 dias após irrigação, revolvimento ou revolvimento e irrigação, além da testemunha, a qual não foi irrigada e nem revolvida. Letras A, B, C e D demonstram diferenças estatísticas significantes entre os tratamentos ao nível de 1% de probabilidade. Média de cinco repetições.

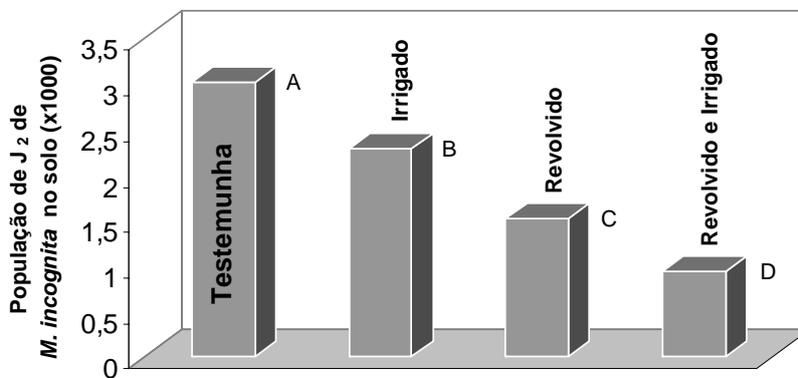


Figura 3 – População de juvenis do segundo estágio (J2) de *Meloidogyne incognita* por 100 cm³ de solo, aos 45 dias após o plantio do feijão nas diferentes parcelas dos tratamentos. Letras A, B, C e D demonstram diferenças estatísticas significantes entre os tratamentos, ao nível de 1% de probabilidade. Média de cinco repetições.

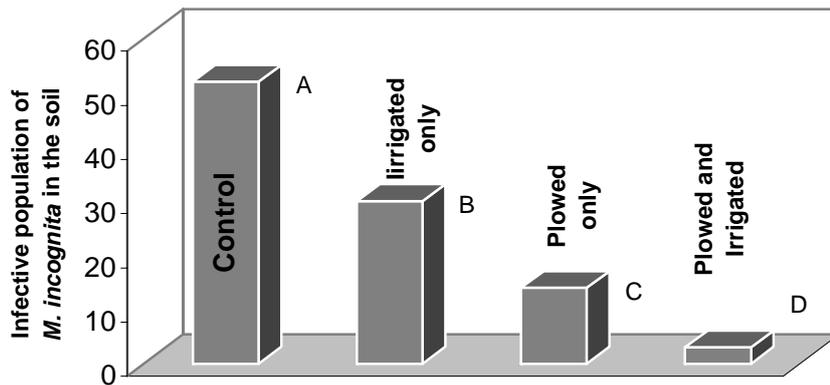


Figure 2 – Infective population of *Meloidogyne incognita* in the plots at 14 days after irrigation, plowing, or plowing and irrigation, besides control, in which the plots were not irrigated neither plowed. Letters A, B, C and D stand for significant statistical differences at 1% probability level. Means of five replicates.

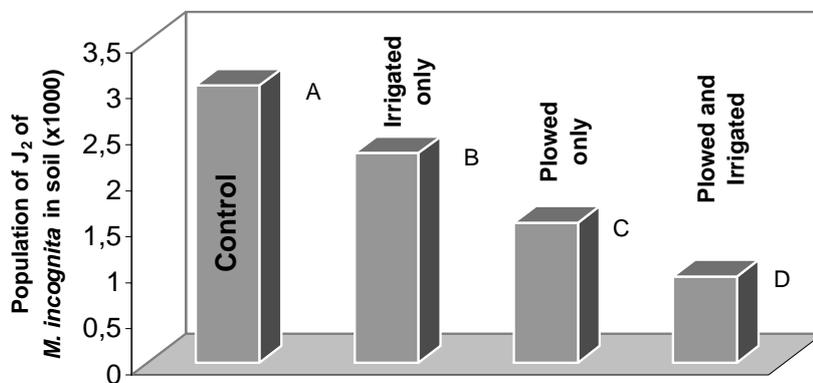


Figure 3 – Population of second stage juveniles (J_2) of *Meloidogyne incognita* per 100 cm^3 of soil at 45 days after bean seeding on the different plots of the treatments. Letters A, B, C and D stand for significant statistical differences at 1% probability level. Means of five replicates.

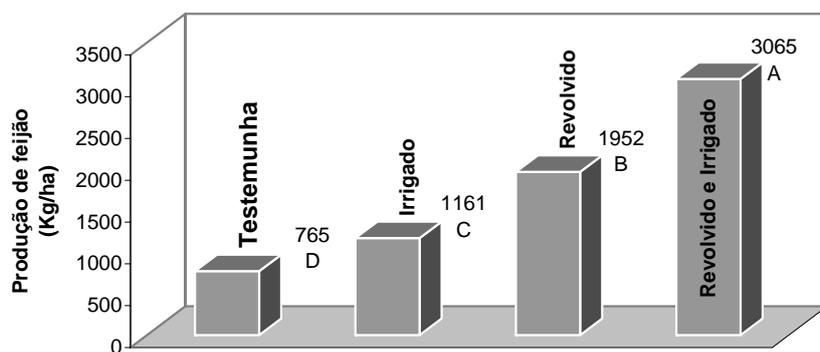


Figura 4 – Produção de feijão em Kg/ha aos 90 dias após a semeadura nas diferentes parcelas submetidas aos tratamentos descritos no gráfico.

Portanto, o revolvimento do solo seguido da irrigação, quatorze dias antes do plantio, reduz drasticamente a população de nematóides de galhas no local de plantio do feijão e proporciona altas produções dessa cultura em locais anteriormente infestados.

2. REVOLVIMENTO DO SOLO E PRÉ-IRRIGAÇÃO: NOVA TÁTICA DE CONTROLE DE FITONEMATÓIDES

2.1. Descrição da técnica e condições para melhoria da sua eficácia

O revolvimento do solo não precisa ser profundo e pode ser feito com grade aradora. A irrigação deve ser feita logo após o revolvimento e quatorze dias antes da semeadura com lâmina de água suficiente para elevar a umidade até a capacidade de campo. Tanto o revolvimento quanto a irrigação devem ser feitos entre 9 horas e 16 horas, isto é, no período mais quente do dia e numa semana de temperatura elevada do ar.

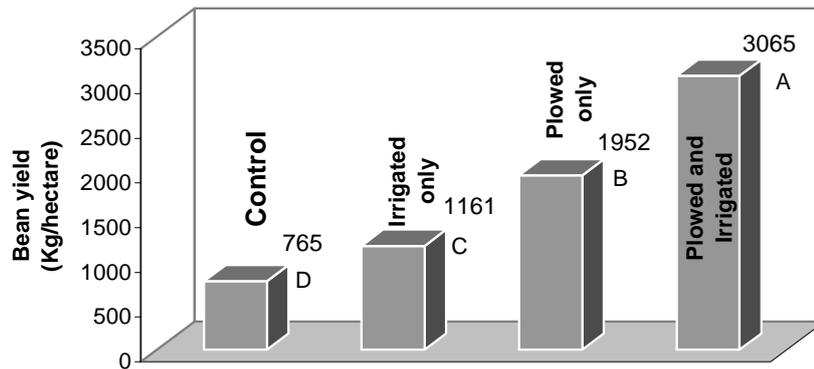


Figure 4 – Yield of bean in Kg/hectare at 90 days after seeding on different plots at different treatments stated in the graphic.

Thus, plowing followed by irrigation fourteen days before seeding, drastically reduces the population of root-knot nematodes and make possible high bean yields in previously infested plots.

2. SOIL PLOWING AND PRE-IRRIGATION: NEW TACTIC FOR PLANT PARASITIC NEMATODES CONTROL.

2.1. Description of the tactic and conditions to improve its efficacy to reduce nematode population.

Plowing does not need to be deep and can be done by disk harrowed. Irrigation should be done sooner after plowing and fourteen days before seeding. Irrigation water layer must be enough to raise the soil humidity to field capacity. Either plowing or irrigation should be done between 9:00 to 16:00 o'clock, i.e., during the hottest period of the day, and also, within a week of high air temperature.

Na região Sudeste e Centro-Oeste do Brasil, mesmo no inverno, existem períodos de temperaturas elevadas e sem chuvas, condições estas ideais para a implementação dessa tática. A interrupção das chuvas no período da estação chuvosa também é condição ideal para o controle dos nematóides de galhas por essa tática. No terreno não poderão permanecer plantas daninhas ou outras hospedeiras do nematóide. Na área experimental em que se comprovou a eficácia dessa técnica descrita em 1.2., foi plantado milho antes do ensaio, o qual aumentou ainda mais a população de *Meloidogyne incognita*; após a colheita, foi queimada a palhada ficando o terreno livre de vegetação.

2.2. Análise econômica do método

O revolvimento de um hectare (ha) custa 25 reais. A energia gasta pelo pivô-central para irrigar 1 ha com lâmina de água de 12 mm custa 5 reais; portanto, o custo total é de R\$ 30,00/ha.

O uso de nematicida utilizando a recomendação técnica de 20 Kg por ha do produto comercial Temik 150 G (i.a. aldicarb), ao preço de 40 reais por kg, custa 800 reais por ha. Somando-se o custo da aplicação de 10 reais por ha, o custo total da aplicação do nematicida será de 810 reais por ha.

Considerando um pivô de 100 ha, o custo do revolvimento e pré-irrigação para o controle de *Meloidogyne incognita* será de $100 \times \text{R\$ } 30,00 = \text{R\$ } 3.000,00$. O aumento de produção comparado à testemunha, de acordo com os dados apresentados em 1.2, foi, $2.300 \text{ kg/ha} \times 100 \text{ ha} = 230.000 \text{ kg}$ de feijão.

In Southeastern and Central-western Brazil, where some weeks with high temperatures without rain in the winter, occur, are ideal conditions to implement such tactic. The interruption of rains during the rainy season also is the ideal condition for the control of root-knot nematodes by this tactic. The field should not be infested by host plants of the nematode. In the experimental area where the efficacy of this tactic was proved (see 1.2), corn was grown before setting up the experiment, which increased even more the nematode population in the soil. After corn harvesting, the straw was burned down and the field became free of vegetation.

2.2. Economic analysis of the tactic

Plowing of one hectare (ha) costed 8 dollars and 30 cents (US\$ 1.00 = R\$ 3,00). The energy used by central-pivot to irrigate 1 ha giving a 12 mm layer of water in the field, costed US\$ 1.70, so the total cost was 10 US dollars / hectare.

If the grower decides to use nematicide, which is recommended 20 kg per hectare of the commercial product Temik 150 G (a.i. aldicarb), at the price of 13 US dollars and 30 cents per Kg, cost would be 266 US dollars and 60 cents per hectare. Adding up the application cost of 3 US dollars and 40 cents per hectare, the total cost of nematicide application will be 270 US dollars per hectare.

Considering 100 ha central pivot, the cost of plowing and pre-irrigation for the control of *Meloidogyne incognita* will be $100 \times 10.00 =$ US\$ 1000.00. The yield increase compared to control, according to the data shown at 1.2., i.e., 2,300 Kg/ha \times 100 ha, will be of 230,000 Kg of bean.

O feijão vendido ao custo de R\$ 1,50/Kg, a receita do produtor seria de R\$ 345.000,00 – R\$ 3.000,00 (custo da implementação da tática) = R\$ 342.000,00 (Figura 5).

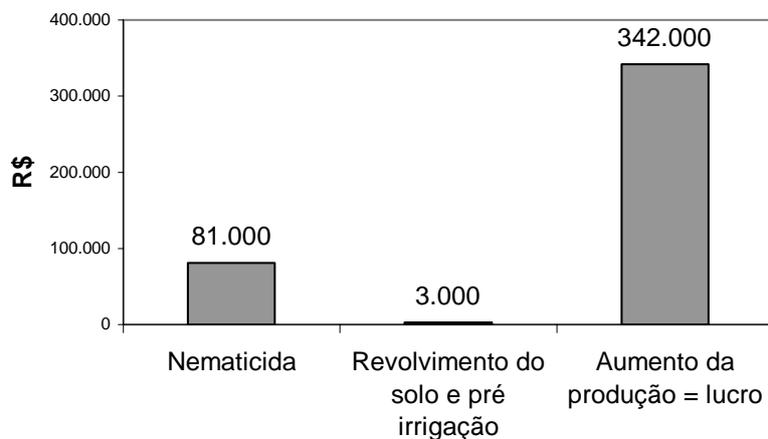


Figura 5 – Custos da implementação das táticas de controle dos nematóides de galhas com o uso do nematicida Temik 150G[®] e do revolvimento do solo e pré-irrigação em 100 hectares de feijão. Preço do aumento da produção após descontado o custo da implementação da tática “revolvimento e pré-irrigação”.

Considerando que a área de feijão plantada em Minas Gerais sob pivô-central seja de 120.000 ha, e que 30% dela estejam atacadas pelos nematóides de galhas e, portanto, precisam da implementação dessa tática, o aumento em renda para o produtor de Minas Gerais seria de R\$ 123.120.000,00.

Nessa mesma área do Estado de Minas Gerais, considerando o uso de 20 Kg do produto nematicida/ha, evitar-se-ia a adição de 720.000 Kg do produto tóxico na natureza.

The bean has been sold by 50 cents of a US dollar per Kg, the profit of the grower will be of US \$ 115,000.00 – US\$ 1,000.00 (cost of the tactic implementation) = US\$ 114,000.00 (Figure 5).

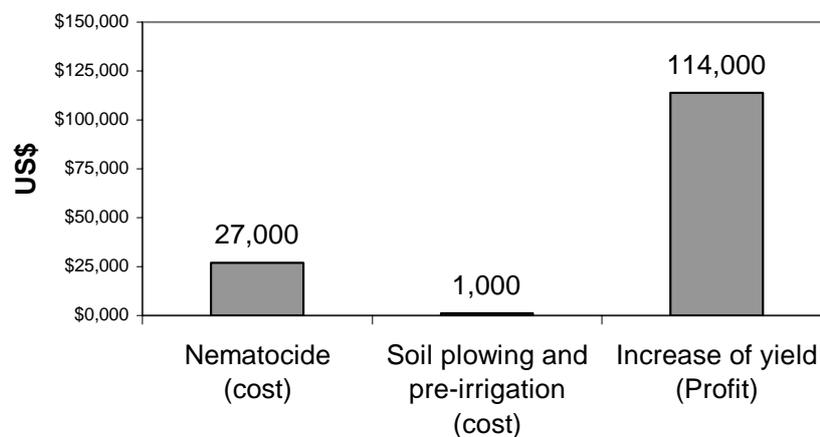


Figure 5 – Costs of the implementation of the control tactics for root knot nematodes with the use of Temik 150G[®] nematicide and soil plowing plus pre-irrigation for 100 hectares of bean. Price of the yield increase after subtracting the cost of the implementation of the tactic “plowing and pre-irrigation”, was taken as profit.

Considering that the area grown with bean in Minas Gerais State, Brazil, under central-pivot is 120,000 hectares, and, also, that 30% of it is infested by root-knot nematodes, and need tactic implementation, the increase of grower profit of Minas Gerais State will be of US\$ 41,040,000.00.

In the same total area of the Minas Gerais State, and considering the use of 20 Kg of the nematicide/hectare, the addition of 720,000 Kg of the toxic product in the environment will be avoided.

3. VANTAGENS DO EMPREGO DO REVOLVIMENTO E PRÉ-IRRIGAÇÃO COMO TÁTICA DE CONTROLE DE FITONEMATÓIDES.

A principal vantagem dessa tática é o custo reduzido para o controle do nematóide equivalendo a $\pm 4\%$ da tática do nematicida. Segundo observações de produtores que aplicaram tal tática, a população de nematóides na área ficou reduzida por três anos, carecendo ainda de comprovação experimental. Porém, considerando-se tal observação como verdadeira, o custo ficará ainda mais reduzido por permanecer sob controle por mais tempo. O nematicida apenas reduz a população do nematóide no período de 80 a 90 dias e apenas na faixa de terreno da sua influência. Após esse período, a população de nematóides pode ser maior na área tratada do que naquela que não recebeu nematicida, devido a abundância de raízes produzida no período de atuação do nematicida. Em áreas com população muito elevada de fitonematóides, o efeito de nematicidas no aumento da produção da cultura pode ser quase nulo.

Outra grande vantagem dessa técnica é evitar o uso de nematicidas, protegendo as águas subterrâneas, os alimentos e o meio ambiente da contaminação com esses produtos tóxicos.

O revolvimento e a pré-irrigação, na realidade, abreviam o período de alqueive reduzindo-o para 14 dias. O produtor que cultiva áreas sob pivô-central busca sempre maximizar o uso do solo e uma das preocupações é o alqueive por períodos longos como quatro a seis meses, principalmente em áreas em que se pode cultivar o terreno durante todo o ano como no Centro-Oeste do Brasil.

Os produtores adeptos do plantio direto, o qual possibilita grande redução dos custos no cultivo de cultura anual, podem, a cada 3 plantios em

3. ADVANTAGES OF PLOWING AND PRE-IRRIGATION TACTIC TO CONTROL PLANT PARASITIC NEMATODES.

The most relevant advantage of this tactic is the low cost (4% of nematicidal application). According to observations done by the growers who have applied such tactic, the nematode population in treated area kept reduced for three years, although needs to be experimentally confirmed. Thus, considering such observations true, the cost will be even more reduced. The use of nematicide reduces nematode population during 80 to 90 days, and only in the area of its influence. After this period, the nematode population can be greater in the treated area than outside. In areas with very high population of nematodes, the nematicidal effect on yield increase may be almost null.

Other great advantage of this tactic is to avoid the use of nematicides in the field saving the underground water and foods from the contamination by toxic substances.

The plowing and pre-irrigation, in fact, shortens the fallow period down to 14 days with great efficiency on reducing nematode population. The grower who crops under central pivot wants to crop intensively and does not accept long period of fallow such as five to six months specially in areas where soil cultivation is possible during the whole year such as in the Centralwest of Brazil.

Growers interested in direct planting (no tillage system), which allow great cost reduction on cropping annual plants, may implement this

áreas infestadas por fitonematóides, implementar essa técnica, revolvendo e pré-irrigando o terreno, possibilitando a redução populacional do nematóide e retornando novamente ao plantio direto.

4. POSSIBILIDADES DO USO DA TÁTICA DO REVOLVIMENTO DO SOLO SEGUIDA DE IRRIGAÇÃO EM OUTRAS CULTURAS E EM SOLOS DIFERENTES

O enfoque inicial foi a cultura do feijão, entretanto, outras culturas, como as da alface e do quiabo, bem como a desinfestação de solo em cultivos protegidos (plásticos) infestados por nematóides de galhas, foram também trabalhadas empregando-se essa tática, Dutra (2002), Dutra & Campos (2003a e b) e Dutra et al. (2003). Os resultados foram semelhantes aos obtidos com feijão. Buscar experiências e pesquisar a aplicação dessa nova tática em outras culturas de ciclo curto será o desafio para produtores e pesquisadores ampliando os seus benefícios para o aumento da produção em áreas infestadas por fitonematóides. Mesmo culturas com períodos mais longos de permanência no campo, como a cana-de-açúcar, poderiam ser pesquisadas para avaliar a eficácia dessa tática na redução dos prejuízos causados pelos nematóides de galhas. Em qualquer tentativa, seja na pesquisa científica ou em observações de campo, deve-se ater às condições para melhoria de sua eficácia descritas em 2.1.

Observações e pesquisas deverão ser dirigidas para solos com teores mais elevados de argila, já que os resultados de pesquisa até agora obtidos foram em solos leves com alto teor de areia. Poderão, também, testar 2 ou 3 irrigações em diferentes espaços de tempo, porém sempre deixando o terreno secar para a segunda irrigação, aumentando também o período de ausência da cultura pretendida, já que as pesquisas e as

tactic once every other 3 consecutive direct planting in infested area with root-knot nematode.

4. POSSIBILITIES TO USE OF SOIL PLOWING AND IRRIGATION TACTIC FOR CONTROLLING NEMATODES IN OTHER CROPS IN DIFFERENT SOIL TEXTURES

The first emphasis on the implementation of this tactic was on bean crop. However, other crop, such as lettuce and okra, as well as desinfestation of nematode infested soil, for cropping under plastic were also worked out by Dutra (2002), Dutra & Campos (2003a and b) and Dutra et al. (2003). The results were similar to previous described with bean crop. To search for new data based on field trials and research on the use of this new tactic on other short cycle crops will be the challenge for growers and researchers. They will experience more benefits of this tactic on increasing production in root knot infested areas, even on fields grown with longer cycle crops such as sugarcane. In any work, either in simple field demonstration or scientific research, ones should pay attention to the conditions to improve its efficacy described under 2.1.

Field observations and research should be guided to the soil with higher clay, since the results obtained up to now and discussed herein were from light soil with high level of sand. In addition, 2 or 3 irrigation times at different intervals should be tested, but always leaving the soil to dry before next irrigation, as well as, the test with

observações têm sido feitas apenas com uma irrigação e o período de pousio de 14 dias.

5. DISSEMINAÇÃO E IMPACTO DA NOVA TÁTICA NO AUMENTO DA PRODUTIVIDADE DE CULTURAS

O impacto do uso da nova tática de controle aumentando a lucratividade do produtor ocorre desde 1999 e foi relatado apenas para a cultura do feijão, podendo aumentar muito mais se aplicada em outras culturas. Além disto, ocorre a preservação da natureza e se evita a contaminação dos alimentos.

A disseminação da informação sobre essa nova tática de controle foi feita inicialmente por consultores da cultura do feijão que prestam consultoria em diversas regiões do Brasil, já que essa cultura é plantada em todo o país. Relatos da utilização dessa tática têm sido divulgados no Estado do Paraná; entretanto, maior divulgação tem ocorrido no Estado de Minas Gerais e no Centro-Oeste Brasileiro. Alunos de graduação do curso de Agronomia da UFLA já relataram o sucesso das novas experiências no controle de nematóides do feijoeiro em regiões onde trabalham, e que os produtores têm experimentado o aumento da produtividade em áreas infestadas.

A área experimental que se usou para se comprovar a eficácia da nova tática foi visitada por técnicos, pesquisadores, professores universitários e por inúmeros produtores, os quais, convencidos de sua eficácia, disseminaram-na por vários Estados brasileiros.

Consultores fazem contrato de risco com produtores em áreas altamente infestadas por fitonematóides, as quais renderiam \pm 800 Kg de feijão/ha. Comprometem-se, por meio de um contrato, dobrar a

longer fallow since all research and field observations have been done within 14 days.

5. DISSEMINATION AND IMPACT OF THE NEW TACTIC ON THE INCREASE OF CROP YIELDS IN BRAZIL

The impact on the uses of the new root-knot nematode control tactic to increase profit has been observed since 1999 and has been only reported based on bean crop, which can be increased in the future when implemented to other crops. Besides less environmental impact and food contamination will occur.

The spreading of information about this new control tactic was made by bean consultants who work on different regions of Brazil since this crop is grown all over the country. People from Parana State, Brazil, has talked about the use of this tactic; away from our research site. However, greater spreading of this information has occurred in Minas Gerais State and Centralwest region of Brazil. Undergraduate students from Crop Science courses at UFPA have said about the success of this new tactic on their home farmers and also have pointed out the grower satisfactions on yield increase in infested areas.

The experimental plots used to prove the efficacy of this new tactic were visited by researchers, field technicians, university professors and many growers who got convinced about efficacy, and spread the information to many brazilian States.

Bean consultants have made risk contract with growers on very infested areas with root-knot nematodes, whose fields would yield ± 800 Kg

produtividade, entretanto, na colheita chega-se a produzir 4 vezes mais, restando uma boa margem de lucro a ser negociada com o produtor.

Muitos consultores dizem que produtores de feijão não se interessam por variedades resistentes a fitonematóides, optando por resistência à antracnose (*Colletotrichum lindemuthianum*), já que nas áreas infestadas, a tática descrita resolveu o problema relativo ao nematóide a baixo custo.

A Universidade Federal de Lavras, por intermédio do Ministério da Educação e do Governo Brasileiro, presta essa contribuição aos produtores brasileiros, que pode ser seguida por outros países em todo o mundo; daí a opção em redigí-la em duas línguas .

6. AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Conselho Nacional de Pesquisa (CNPq) do Brasil pelo apoio dado a essas pesquisas, bem como ao consultor agrícola Elmiro Vieira Queiroz, o qual também é um grande entusiasta e disseminador da nova técnica aos produtores. Também a todos da Fazenda Gameleira, que disponibilizaram parte de sua área de plantio para realização dos experimentos, e ao Prof. Itamar F. de Souza pela revisão do manuscrito.

of bean per hectare. They compromised themselves to double the bean production in the infested area. However, the production reached four times, which gave them a great profit margin to be bargained with the owner.

Many consultants have said that bean growers are not interested on root-knot resistant cultivars. On the contrary, they are seeking for anthracnose resistance (*Colletotrichum lindemuthianum*), since the described new tactic has solved the problem in areas infested by nematodes, at low cost.

The Federal University of Lavras, through the Education Ministry and Brazilian government gives this contribution to Brazilian growers, and to other countries worldwide since this Bulletin was written into two languages.

6. ACKNOWLEDGEMENTS

We want to acknowledge to the National Council of Research of Brazil (CNPq) by the financial support for this research, as well as to the field consultant Eumiro Vieira Queiroz, who is also enthusiastic and great disseminator of this new tactic to the growers. Also, to all workers of the Gameleira farm, who made available the area to do the field experiments and also to manage the plantation, and to Prof Itamar F. de Souza, who revised the manuscript.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS / REFERENCES

APT, W.J. Survival of reniforme nematodes in desiccated soils. **Journal of Nematology** 8:278. 1976.

BARKER, K.R. & KOENNING, S.R. Developing sustainable systems for nematode management. **Annual Review of Phytopathology** 36:165-205. 1998.

CAMPOS, V.P., CAMPOS, J.R., SILVA, L.H.C.P. & DUTRA, M.R. **Manejo de nematóides em hortaliças**. In: Silva, L.H.C.P., Campos, J.R. & Nojosa, G.B.A. (Eds.) Manejo integrado: doenças e pragas em hortaliças. Lavras. Editora UFLA. 2001. pp.125-158.

CAMPOS, V.P. **Manejo de doenças causadas por fitonematóides**. Lavras, MG, UFLA-FAEPE. 1999. 106pp.

DUTRA, M.R. & CAMPOS, V.P. Efeito do preparo do solo na população dos nematóides das galhas (*Meloidogyne* spp.). “Effect of soil management affecting root knot nematodes (*Meloidogyne* spp.)”. Resumos, **21^o Congresso Brasileiro de Nematologia**, Maringá, SP. 1998. p.45.

DUTRA, M.R. & CAMPOS, V.P. Manejo do solo e da irrigação como nova tática de controle de *Meloidogyne incognita* em feijoeiro. “Soil and water management as a new tactic for controlling *Meloidogyne incognita* in *Phaseolus vulgaris*” **Fitopatologia Brasileira**, 28(6): 608-614. 2003a.

DUTRA, M.R. & CAMPOS, V.P. Efeito do manejo do solo e da água na população de *Meloidogyne javanica* (Treub, 1885) em quiabeiro no campo. “The effect of soil and water management *Meloidogyne javanica* population in okra field”. **Summa Phytopathologica**. 29(3): 249-254. 2003b.

DUTRA, M.R.; CAMPOS, V.P. & TOYOTA, M. Manejo do solo e da irrigação para o controle de *Meloidogyne javanica* em Alface. “Soil and water management for controlling *Meloidogyne javanica* on lettuce”. **Nematologia Brasileira**. 27(1): 29-34. 2003.

DUTRA, M.R. **Manejo do solo e da água no controle de nematóides de galhas (*Meloidogyne* sp.) e estudos “In Vitro” da temperatura e umidade na infectividade desses patógenos.** “Soil and water management for controlling root knot nematodes (*Meloidogyne* sp.) and in vitro studies on temperature and humidity on theirs infectivities”. 2002. 131 p. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

GOODELL, P.B. & FERRIS, H. Influence of environmental factors on the hatch and survival of *Meloidogyne incognita*. **Journal of Nematology** 21:328-334. 1989.

ORNAT, C.; VERDEJO-LUCAS, S.; SORRIBAS, F.J. & TZORTZAKAKIS, E. A. Effect of fallow and root destruction on survival of root-knot and root-lesion nematodes in intensive vegetable cropping systems. **Nematropica** 29:5-16. 1999.

TOWSON, A.J. & APT, W.J. Effect of soil water potential on survival of *Meloidogyne javanica* in fallow soil. **Journal of Nematology** 15:110-115. 1983.

VAN GUNDY, S.D.; BIRD, A.F. & WALLACE, H.R. Aging and starvation in juvenile of *Meloidogyne javanica* and *Tylenchulus semipenetrans*. **Phytopathology** 57:559-571. 1967.

WALLACE, H. R. Abiotic influences in the soil environment. IN: ZUCKERMAN, B. M.; MAI, W. F. & ROHDE, R. A. **Plant parasitic nematodes**. New York: Academic press, 1971. v. 1, p.257-280.