

37975

HUMBERTO SILVA SANTOS

EFEITO DE SISTEMAS DE MANEJO DO SOLO E DE MÉTODOS DE PLANTIO NA PRODUÇÃO DA ALFACE (*Lactuca sativa* L.) EM ABRIGO COM SOLO NATURALMENTE INFESTADO COM *Meloidogyne javanica*

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Doutorado em Agronomia, área de concentração em Fitotecnia, para obtenção do título de "Doutor".

Orientador

Prof. ROVILSON JOSÉ DE SOUZA

**LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL
1995**

FICHA CATALOGRÁFICA PREPARADA PELA SEÇÃO DE CATALOGAÇÃO E
CLASSIFICAÇÃO DA BIBLIOTECA CENTRAL DA UFLA

Santos, Humberto Silva.

Efeito de sistemas de manejo do solo e de métodos de plantio na produção da alface (*Lactuca sativa* L.) em abrigo com solo naturalmente infestado com *Meloidogyne javanica*. / Humberto Silva Santos.

--Lavras : UFLA, 1995.

88 p. : il.

Orientador: Rovilson José de Souza.

Tese(Doutorado) - UFLA.

Bibliografia.

1. Alface - Cultivo. 2. Alface - Produção. 3. Solos - Manejo. 4. Alface - *Meloidogyne javanica* 5. Alface - Nematóides - Controle químico I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

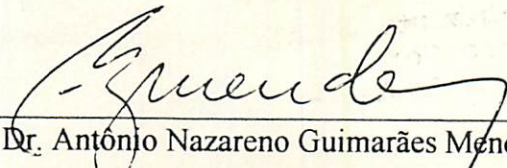
CDD-635.5265182

HUMBERTO SILVA SANTOS

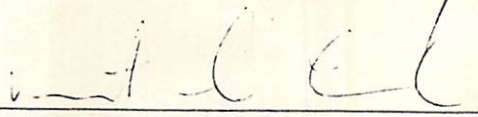
EFEITO DE SISTEMAS DE MANEJO DO SOLO E DE MÉTODOS DE PLANTIO NA PRODUÇÃO DA ALFACE (*Lactuca sativa* L.) EM ABRIGO E COM SOLO NATURALMENTE INFESTADO COM *Meloidogyne javanica*

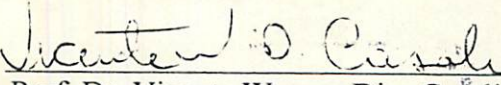
Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Doutorado em Agronomia, área de concentração em Fitotecnia, para obtenção do título de "Doutor".

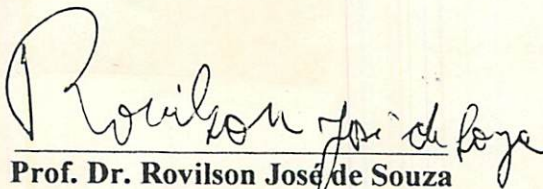
APROVADA em 07 de março de 1995


Prof. Dr. Antônio Nazareno Guimarães Mendes


Prof. Dr. João Batista Vida


Prof. Dr. Vicente Paulo Campos


Prof. Dr. Vicente Wagner Dias Casali


Prof. Dr. Rovilson José de Souza
(Orientador)

À minha esposa,
pelo carinho e compreensão.
Aos meus pais Antonio e Luzia,
pelo apoio e imensos sacrifícios
devotados à minha formação
Às minhas filhas Ana Julia e Isadora,
como homenagem.
A meus irmãos, parentes e amigos,
pelo incentivo.
A todos aqueles que venham se
beneficiar deste trabalho.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À Deus, que me deu a vida, a luz e a coragem de realizar.

À Fundação Universidade Estadual de Maringá e à Universidade Federal de Lavras pela oportunidade concedida para a realização deste curso.

À Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior (CAPES), pela concessão de bolsa de estudo durante o curso.

Ao Professor Rovilson José de Souza, pela orientação, ensinamentos, dedicação, incentivo e amizade.

Aos Professores Antônio Nazareno Guimarães Mendes, João Batista Vida, Vicente Paulo Campos e Vicente Wagner Dias Casali pelas contribuições ao trabalho.

Aos Professores do curso de Pós-Graduação da UFLA, particularmente ao Prof. Wilson Roberto Maluf, pelos inúmeros ensinamentos transmitidos.

À Professora Denise Garcia Santana pela valiosa colaboração nas análises estatísticas.

Aos funcionários da horta da UFLA, pela exaustiva ajuda na instalação, condução e avaliações dos trabalhos experimentais.

Ao Professor Vicente Paulo Campos, por nos franquear o uso do Laboratório de Nematologia e ao funcionário Kleber Maximiliano pela inestimável ajuda na identificação, extração e contagem de fitonematóides.

Aos colegas do curso de Pós-Graduação pela agradável convivência e amizade demonstrada.

Ao colega Arie Fitzgerald Blank e sua esposa Maria de Fátima Arrigoni Blank pela realização dos trabalhos datilográficos e de edição desta tese.

Enfim, à todos que, direta ou indiretamente, tenham contribuído para o êxito deste trabalho.

BIOGRAFIA

HUMBERTO SILVA SANTOS, filho de Antonio Candido dos Santos e Luzia Paulina dos Santos, nasceu em Santa Cruz do Monte Castelo, Estado do Paraná, aos 21 dias do mês de setembro de 1957.

Graduou-se em Engenharia Agrônômica, em janeiro de 1982, pela Fundação Universidade Estadual de Maringá.

Em fevereiro de 1982 foi contratado pela Fundação Universidade Estadual de Maringá, onde ocupa o cargo de Professor Adjunto e leciona a disciplina de Olericultura.

Em 1986 concluiu o curso de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração Fitotecnia na Escola Superior de Agricultura de Lavras, onde obteve o grau de Mestre.

Em março de 1991, iniciou o curso de Pós-Graduação a nível de doutorado em Agronomia, área de concentração Fitotecnia na Escola Superior de Agricultura de Lavras (ESAL).

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS	viii
LISTA DE FIGURAS	x
RESUMO	xi
SUMMARY	xiii
1 INTRODUÇÃO	1
2 REFERENCIAL TEÓRICO	4
2.1 Cultivo protegido da alface	4
2.2 Métodos de plantio	5
2.3 Aspectos relacionados com os nematóides	13
2.3.1 Importância dos fitonematóides e sua ocorrência em alface	13
2.3.2 Biologia e sintomatologia dos fitonematóides das galhas	14
2.3.3 Efeito da idade da planta na intensidade dos danos causados pelos fitonematóides	16
2.3.4 Relação entre densidade populacional e danos causados por fitonematóides	21
2.3.5 Uso de fumigantes, alqueive e sucessão de culturas como práticas de manejo agrícola e metodologia de estabelecimento de níveis populacionais diferenciados de fitonematóides	25
2.3.6 Efeito nematicida do abamectin	29
3 MATERIAL E MÉTODOS	32
3.1 Localização e caracterização da área experimental	32
3.2 Tratamentos de solo	34
3.3 Métodos de plantio/tratamento das mudas	36
3.4 Delineamento experimental	37
3.5 Histórico da área, adubação e tratos culturais	37

	Página
3.6 Características avaliadas	39
3.6.1 População final de nematóides	39
3.6.2 Índice de galhas	41
3.6.3 Peso médio de plantas na colheita	41
3.6.4 Coeficiente de variação do peso das plantas	42
3.6.5 Produção total	42
3.6.6 Porcentagem de sobrevivência de plantas	42
3.6.7 Produção comercial	43
3.6.8 Classificação das plantas quanto ao peso	43
3.6.9 Duração do ciclo vegetativo	43
3.6.10 Altura média de plantas	44
3.6.11 Número médio de folhas por planta	44
3.6.12 Peso médio de folhas	44
3.7 Análise estatística	44
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	46
4.1 População final de nematóides	46
4.2 Índice de galhas	49
4.3 Peso médio de plantas na colheita	51
4.4 Coeficiente de variação do peso das plantas	55
4.5 Produção total	57
4.6 Porcentagem de sobrevivência de plantas	59
4.7 Produção comercial	61
4.8 Classificação das plantas quanto ao peso	63
4.9 Duração do ciclo vegetativo	66
4.10 Altura média de plantas	70
4.11 Número e peso médio de folhas por planta	71
5 CONCLUSÕES	74
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	76
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	77
APÊNDICE	85

LISTA DE TABELAS

Tabela		Página
1	Resultados das análises química e física da amostra do solo coletado na área do experimento. Lavras - MG, 1993	34
2	Efeito de sistemas de manejo do solo, métodos de plantio e do nematicida abamectin na população final de <i>Meloidogyne javanica</i> , expresso em número de ovos/100 g de raízes de alface. Lavras-MG, 1994	47
3	Efeito de sistemas de manejo do solo, de plantio e do nematicida abamectin no índice de galhas de <i>Meloidogyne javanica</i> em raízes de alface. Lavras - MG, 1994	49
4	Efeito de sistemas de manejo do solo, métodos de plantio e do nematicida abamectin no peso médio de plantas de alface, expresso em gramas. Lavras - MG, 1994	52
5	Efeito de sistemas de manejo do solo, métodos de plantio e do nematicida abamectin no coeficiente de variação do peso das plantas de alface, expresso em porcentagem. Lavras - MG, 1994	56
6	Efeito de sistemas de manejo do solo, métodos de plantio e do nematicida abamectin na produção total de alface, expresso em toneladas por hectare. Lavras - MG, 1994	58
7	Efeito de sistemas de manejo do solo, métodos de plantio e do nematicida abamectin na porcentagem de sobrevivência de plantas de alface. Lavras - MG, 1994	59
8	Efeito de sistemas de manejo do solo, métodos de plantio e do nematicida abamectin na produção comercial da alface, expresso em toneladas por hectare. Lavras - MG, 1994	61

Tabela	Página
9 Efeito de sistemas de manejo do solo, métodos de plantio e do nematicida abamectin na porcentagem de produção de plantas de alface com peso inferior a 200 g. Lavras - MG, 1994	64
10 Efeito de sistemas de manejo do solo, métodos de plantio e do nematicida abamectin na porcentagem de produção de plantas de alface classificadas quanto ao peso. Lavras - MG, 1994	65
11 Efeito de sistemas de manejo do solo, métodos de plantio e do nematicida abamectin na duração do ciclo vegetativo da alface, expresso em dias. Lavras - MG, 1994	68
12 Efeito de sistemas de manejo do solo, métodos de plantio e do nematicida abamectin na altura de plantas de alface, expresso em centímetros. Lavras - MG, 1994	71
13 Efeito de sistemas de manejo do solo, métodos de plantio e do nematicida abamectin no número de folhas por planta de alface. Lavras - MG, 1994	72
14 Efeito de sistemas de manejo do solo, métodos de plantio e do nematicida abamectin no peso médio das folhas de alface, expresso em gramas. Lavras - MG, 1994	73

LISTA DE FIGURAS

Figura		Página
1	Dados diários de temperatura máxima, mínima e média do ar, precipitação pluviométrica (A), umidade relativa do ar e insolação (B) coletados na Estação Climatológica da UFLa durante o período experimental. Lavras - MG, 1994	33
2	Porcentagem de produção total das plantas classificadas quanto ao peso, em função do manejo do solo, métodos de plantio e tratamento das mudas de alface com o nematicida abamectin. Lavras - MG, 1994	67

RESUMO

SANTOS, Humberto Silva. **Efeito de sistemas de manejo do solo e de métodos de plantio na produção da alface (*Lactuca sativa* L.) em abrigo com solo naturalmente infestado com *Meloidogyne javanica*.** Lavras: UFLA, 1995. 88p. (Tese - Doutorado em Fitotecnia).*

Foi realizado um experimento no setor de olericultura da Escola Superior de Agricultura de Lavras (ESAL), durante o período de dezembro de 1993 a maio de 1994, num solo naturalmente infestado por *Meloidogyne javanica*. Como objetivos procurou-se avaliar a produção da alface, cv. Elisa, em condições de cultivo protegido, o efeito de fumigação do solo com brometo de metila, alqueive e sucessão tomate-alface na população de fitonematóide e seus efeitos na produção da alface estabelecida pela semeadura direta, transplante de mudas de raiz nua formadas em sementeira, e transplante de mudas com torrão formadas em bandejas multicelulares com e sem a aplicação de abamectin (1,8% CE). Adotou-se o delineamento experimental de blocos casualizados, em esquema de parcelas subdivididas, com quatro repetições. Nas condições em que o trabalho foi realizado houveram evidências de que o tratamento e manejo do solo executados antes do plantio permitiram a obtenção de níveis populacionais distintos. Dessa forma foi possível verificar que os efeitos prejudiciais do

* Orientador: Rovilson José de Souza. Membros da Banca: Antônio Nazareno Guimarães Mendes, João Batista Vida, Vicente Paulo Campos e Vicente Wagner Dias Casali.

fitonematóide na produção da alface foram dependentes da intensidade de infecção e do método de plantio. O fitonematóide afetou qualitativa e quantitativamente a produção e retardou a colheita. No caso da semeadura direta da alface, em sucessão ao tomateiro houve redução do estande e o efeito do nematóide foi mais drástico. Em condições de solo fumigado, as produções obtidas nos diferentes métodos de plantio foram quantitativamente equivalentes, no entanto os métodos de semeadura direta e transplante de mudas de bandeja produziram maior proporção de plantas nas classes de tamanho superiores. Sob efeito do nematóide os métodos de transplante permitiram maior tolerância das plantas durante a fase mais crítica do ciclo da alface à infecção do fitonematóide e apresentaram a vantagem de ocupar a área de cultivo por menor tempo, em relação à semeadura direta. Comparando-se os métodos de transplante verificou-se que o uso de mudas de bandejas apresentou a vantagem de resistir ao transplante sem interrupção do crescimento, resultando em maior precocidade e maior uniformidade das plantas. Além disso, o sistema radicular mais abundante e não injuriado mostrou melhor tolerabilidade à interferência do nematóide. O abamectin não apresentou eficiente efeito nematicida, além de ter causado fitotoxidez às plantas na fase pós-transplante, sem no entanto afetar significativamente a produção. Exceto no caso da semeadura direta, em sucessão ao tomateiro, a proteção da cobertura plástica permitiu a produção qualitativa e quantitativamente acima dos padrões da cultura no ambiente natural em época quente.

SUMMARY

EFFECT OF SOIL MANAGEMENT SYSTEM AND PLANTING METHODS ON LETTUCE PRODUCTION (*Lactuca sativa* L.) IN PLASTICHOUSE WITH SOIL NATURALLY INFECTED BY *Meloidogyne javanica*.

An experiment was conducted in the Horticulture Division of the "Escola Superior de Agricultura de Lavras" (ESAL), over the period from December, 1993 to May, 1994; in a soil naturally infected by *Meloidogyne javanica*. As objectives, the production of lettuce, cv. Elisa, under conditions of shielded cultivation, the effect of soil fumigation with metil bromide, fallow and tomato-lettuce succession on the root-knot nematode population and its effects upon the production of lettuce established through direct sowing, transplanting of bare-root cuttings formed in seedbed and transplanting of sod cuttings cultivated on speedling with and without applying abamectin (1,8% EC) were assessed. The experimental randomized block design in split-plot scheme, with four replications, was employed. Under the conditions the work was undertaken, there existed evidence that both the treatment and soil management performed before planting made it possible to obtain distinct population levels. In this way, it was possible to verify that the harzadous effects of the root-knot nematode on the production of lettuce were dependent on the extent of infection and planting method. The root-knot nematode affected both qualitatively and quantitatively the yield and delayed the harvest. In the case of direct sowing of

lettuce following tomato plant, there was a decrease of the stand and the effect of the nematode was more drastic. Under conditions of fumigated soil, the yields obtained on the different planting methods were quantitatively equivalent, nevertheless the methods of direct sowing and speedling cutting transplanting yielded greater proportion of plants in the ranks of superior sizes. Under effect of the nematode, the transplanting methods enabled a greater tolerance of the plants during the most crucial phase of the cycle of the lettuce plant to the nematode infection and showed the advantage of occupying the cultivation area for a shorter time in respect to direct sowing. By comparing the transplanting methods, it was found that the use of speedling cuttings presented the advantage of withstanding to the transplant with no cessation of growth, resulting into greater earliness and greater uniformity of the plants. In addition, the root system both more abundant and uninjured showed a better tolerance to the interference by the nematode. Abamectin did not present any effective nematicidal effect, besides having caused plant-toxicity to the plants in the post-transplanting phase, without, nevertheless, significantly affecting yield, excepting in the case of direct sowing, following the tomato plant, the protection by the plastic house allowed qualitative and quantitative yield above the standards of the crops in the natural environment in summertime.

1 INTRODUÇÃO

A alface (*Lactuca sativa* L.) tem sido a hortaliça folhosa mais consumida no Brasil, devido ao seu aspecto estético-culinário, palatabilidade e propriedades nutricionais, o que assegura à sua cultura expressiva importância econômica.

De acordo com os dados do IBGE, CEAGESP, COBAL E CNPH/EMBRAPA, compilados por Cobbe e Jabuonski (1993), em 1987 a alface foi a 13ª hortaliça mais importante economicamente e a primeira entre as folhosas, com produção de 91.000 t e valor estimado em 30,38 milhões de dólares, podendo, no entanto, estes valores serem maiores se considerada a comercialização via canais alternativos informais.

Tradicionalmente a cultura da alface se caracteriza pelo uso intensivo da mão-de-obra e do solo, plantio escalonado e sucessivo numa mesma área a partir do transplante de mudas formadas em sementeiras. Predominantemente é explorada por pequenos produtores em áreas próximas aos grandes centros consumidores e distribuidores, portanto altamente valorizadas.

Vários métodos de plantio podem ser utilizados no estabelecimento da cultura, como transplante direto, transplante indireto, recipientes individuais, "ferfil-pot", blocos de enraizamento, transplante de mudas formadas em bandejas de isopor e várias modalidades de semeadura direta. Cada um destes métodos apresenta aplicações, exigências, vantagens,

desvantagens e características próprias, sendo que o transplante direto e, mais recentemente, a semeadura direta e o transplante de mudas formadas em bandejas tem sido os mais utilizados.

Os critérios adotados até o presente momento para a escolha de um dos métodos de plantio necessitam serem aprimorados, tendo em vista existirem poucos resultados comparativos dos métodos e nem sempre conclusivos, predominando, portanto, as conveniências práticas e econômicas para a escolha de um dos métodos. Além disso, o sistema de formação de mudas em bandejas é de introdução mais recente em nosso país e sua adoção tem se baseado em pesquisas realizadas em outros países, em divulgações dos fabricantes, e na experiência acumulada por alguns olericultores pioneiros, baseada em erros e acertos.

O cultivo protegido em estufas ou abrigos cobertos com películas de polietileno é outra tecnologia que vem apresentando crescente adoção pelos olericultores, inclusive pelos alfaceiros, devido a possibilidade de controle de fatores ambientais adversos, facilidade de manejo da cultura, redução de riscos e obtenção de produções maiores, melhores, mais precoces e em épocas de preços compensadores. Todavia, as mudanças ambientais na temperatura e umidade promovidas pela cobertura plástica, o cultivo sucessivo de espécies hospedeiras e a falta de prevenção da introdução e disseminação tem tornado a infestação do solo por fitonematóides limitante a esta modalidade de exploração.

A alface tem sido classificada como um hospedeiro altamente suscetível a *Meloidogyne javanica* e *M. incognita*, tendo sido constatada as suas ocorrências, bem como de outras espécies de fitonematóides, em vários Estados brasileiros. No entanto ainda não se dispõe de dados sobre a amplitude de dispersão e quantificação dos prejuízos causados. Sasser (1979) estimou que 23% da produção de hortaliças podem ser perdidas devido ao ataque de fitonematóides.

As perdas causadas pelos fitonematóides são variáveis e dependentes da densidade populacional, da suscetibilidade do hospedeiro, das condições ambientais, da interação com outros patógenos e de condições fisiológicas da planta.

Os maiores prejuízos se dão quando a penetração dos juvenis infectivos ocorrem no estágio de plântula. Neste sentido, o transplante de mudas saudáveis, apresentando denso sistema radicular pode se constituir numa estratégia de controle, que juntamente com outros métodos de controle venham permitir a produção economicamente viável em solos infestados.

Neste trabalho objetivou-se:

- a) avaliar a produção da alface sob cobertura plástica, em condições de temperaturas elevadas;
- b) avaliar o efeito da fumigação do solo com brometo de metila, do alqueive e da sucessão tomate-alface na população de *Meloidogyne javanica* e seus efeitos na produção da alface estabelecida pela semeadura direta, transplante de mudas de raiz nua e transplante de mudas formadas em bandejas multicelulares;
- c) avaliar o efeito do abamectin, em aplicação pré-transplante nas mudas formadas em bandejas, no controle de *M. javanica* e na produção da alface.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Cultivo protegido da alface

O cultivo protegido da alface é uma atividade consagrada em vários países e em expansão no Brasil, principalmente por permitir a redução dos riscos decorrentes de fatores adversos do clima via estufas em regiões de inverno rigoroso e do uso de abrigos em regiões de verão chuvoso. Além de proteger a cultura dos efeitos negativos do vento, de danos causados por chuvas e granizo, possibilita aumentos consideráveis de produtividade, maior precocidade, obtenção de produção de melhor qualidade e economia de insumos (Sganzerla, 1990).

Estudo comparativo do cultivo da alface cv. Regina em estufa e em ambiente natural, realizado por Becker (1988) e citado por Segovia (1991), mostrou que as condições de estufa proporcionaram a formação de maior área foliar e antecipação da colheita em 17 dias, enquanto que as condições do ambiente natural favoreceram a formação de maior número de folhas e maior acúmulo de matéria seca da planta.

Em condições de inverno no Rio Grande do Sul, Segóvia (1991) constatou que a alface cultivada em estufa, em relação àquelas produzidas no ambiente natural, apresentou maior número de folhas, maior índice de área foliar, maior produção de matéria seca das folhas, caule e raiz, maior precocidade e maior produtividade, ou seja, 27,2 t/ha na estufa, contra 16,4 t/ha no

ambiente natural. Verificou-se, ainda, que as plantas de alface cultivadas na estufa armazenaram mais água em seus tecidos, produzindo folhas menos fibrosas e mais palatáveis. Estes resultados foram atribuídos às modificações micrometeorológicas condicionadas pela estufa, tais como valores mais elevados das temperaturas do ar e do solo e da umidade relativa do ar.

Em experimento conduzido durante os meses de janeiro e fevereiro de 1994 em Lavras - MG, no qual foram avaliadas dez cultivares de alface do tipo lisa sob abrigo, Santos e Souza (1994a) obtiveram plantas com peso variando de 162 g a 300 g, o que corresponde a produtividades variando de 14,4 t/ha a 26,4 t/ha, com destaque para a cultivar Elisa. Entretanto, estes resultados foram obtidos em solo com alta infestação de *Meloidogyne javanica*, onde Santos e Souza (1994b) constataram efeito detrimental do fitonematóide na produção.

Apesar das modificações micrometeorológicas, que ocorrem em condições de cultivo protegido favorecerem o crescimento e produção das plantas, de acordo com Farias (1991) e Segóvia (1991), a elevação da temperatura do solo, aliada às condições favoráveis de umidade no solo e ao cultivo contínuo de espécies hospedeiras, são fatores que determinam rápida elevação da população de fitonematóides (Shane e Barker, 1986; Wong e Mai, 1973). Dessa forma, o nível de inóculo pode chegar a inviabilizar o uso da área para o cultivo de hortaliças (Campos, 1992), como tem sido verificado em áreas de cultivo protegido no Norte do Paraná.

2.2 Métodos de plantio

O transplante de mudas de raiz nua tem sido o método mais tradicional de plantio da alface no Brasil e em várias partes do mundo, onde a disponibilidade e o custo da mão-de-obra

não têm sido fatores limitantes à exploração da cultura (Casali et al., 1979; Coelho, 1980; Filgueira, 1981 e Mondin, 1988).

Este método de plantio envolve a remoção das plantas de um leito de sementeira e a transferência para os canteiros, nos quais as plantas continuarão o crescimento até a época da colheita. Após o transplante, as plantas são submetidas a um novo ambiente, no qual a luz, temperatura, demanda evaporativa, umidade do solo e disponibilidade de nutrientes podem ser inteiramente diferentes. Como o transplante de mudas de raiz nua, inevitavelmente, causa algum dano ao sistema radicular, então é pouco provável que a planta não sofra algum nível de estresse. Este choque de transplante quando for severo, pode causar a morte da planta ou resultar no prolongamento do ciclo da cultura, com ou sem efeito sobre a quantidade e qualidade da produção (McKee, 1981).

Os mais importantes fatores envolvidos no choque de transplante, na recuperação e no estabelecimento das plantas transplantadas são a intensidade e a duração do estresse hídrico que elas experimentam (McKee, 1981). Por outro lado, a intensidade dos danos relaciona-se com a proporção do sistema radicular retido durante o transplante, com a efetividade do sistema radicular em absorver água durante os primeiros dias após o transplante e com a taxa de emissão de novas raízes, que depende da espécie, idade e estado nutricional da muda (Jones e Shoemaker, 1952; Nieuwof, 1969 e Nissley, 1954).

A alface é uma das espécies menos prejudicadas pelo transplante, o que está relacionado com a taxa de emissão de novas raízes. Neste sentido McKee (1981) cita uma classificação proposta por Loomis (1925) e Wiebe e Tiessen (1971), na qual as plantas mais adaptadas ao transplante, como é o caso da alface, são aquelas que apresentam taxa de emissão

de novas raízes mais rápida, enquanto que o crescimento da parte aérea, proporcionalmente, é lento. Já as plantas menos tolerantes ao transplante apresentam comportamento inverso.

As principais vantagens apresentadas pelo método de transplante de mudas de raiz nua são a economia de sementes, a criação de condições mais favoráveis a germinação das sementes, facilidade e economia na execução dos tratos culturais na fase inicial da cultura, a seleção das plantas, melhor regularidade no espaçamento entre plantas e maior eficiência do uso do solo pelo menor tempo de ocupação da área. Todavia, a competição entre plantas na sementeira, a demanda de mão-de-obra, o desconforto na execução do transplante, a transmissão de doenças pelo manuseio das mudas, a exigência de maior frequência de irrigação, devido ao sistema radicular se tornar mais superficial, as injúrias causadas às plantas e o choque de transplante, com a paralisação do crescimento, morte de folhas e de plantas, retardamento do crescimento, dificuldade de obtenção de um estande adequado e perdas quantitativas e qualitativas na produção, tão severas quanto mais adversas forem as condições ambientais, tem sido os principais inconvenientes inerentes ao método (Coelho, 1980; Filgueira, 1981; Janick, 1968; Silva et al., 1979; McKee, 1981 e Vieira, 1990).

A maioria das hortaliças, dentre aquelas propagadas por semente botânica como é o caso da alface, também podem ser semeadas diretamente no campo definitivo, desde que haja conveniências agronômicas e econômicas (Filgueira, 1981). Com a disponibilidade de sementes peletizadas e semeadeiras mecânicas, devido à expansão das áreas de cultivo, redução da disponibilidade e encarecimento da mão-de-obra no meio rural versus disponibilidade e eficiência do trabalho mecanizado, tem havido tendência para utilizar-se a semeadura direta em maior proporção em nosso país.

Este método tem sido, de acordo com Casali et al. (1979), largamente utilizado em países de agricultura mais evoluída, no sentido de maior mecanização, exigindo, ainda, solos adequados à mecanização, bom controle de plantas daninhas e facilidade no fornecimento de água.

Entre as vantagens do método, Filgueira (1981) aponta a grande economia de mão-de-obra, a maior precocidade na colheita e, possivelmente, menor disseminação de doenças. Por outro lado, seus pontos negativos são o maior gasto com sementes e o maior número de tratos culturais, uma vez que a área inicial da cultura é muito maior. Wang e Kratky (1976) acrescentam, ainda, a sub-utilização da área, uma vez que o crescimento da alface é lento até aos 40 dias.

Dois problemas comuns aos métodos de transplante de mudas de raiz nua e semeadura direta, principalmente nos cultivos de verão, são a obtenção de estandes adequados, devido às condições adversas após o transplante (Mondim, 1988) e após a semeadura direta (Guzman, Sanches e Nagatal, 1989), respectivamente, e a consequente desuniformidade no crescimento e tamanho das plantas obtidas (Lander, Scully e Storey, 1989).

No caso do transplante estes problemas têm sido relacionados com possíveis variações dos fatores envolvidos no choque de transplante (McKee, 1981), enquanto que na semeadura direta, de acordo com Harriott (1970), os fatores que afetam o estande podem ser a falta de uniformidade do leito de semeadura, dormência das sementes, plântulas pouco vigorosas, formação de crosta na superfície do solo, ataque de pragas e doenças. E, em razão da falta de uniformidade do ambiente de germinação, da competição entre plantas até a época do desbaste e dos danos causados por esta prática pode ocorrer desuniformidade no crescimento das plantas.

Em função de algumas dificuldades e limitações apresentadas pelos métodos de transplante de mudas de raiz nua e semeadura direta e baseado nos resultados favoráveis conseguidos com outras hortaliças, algumas experiências têm sido feitas no sentido de avaliar o uso de recipientes individuais na produção de alface, como relatado por Coelho (1980).

Alguns dos fatores que têm intensificado a utilização de recipientes na produção de mudas de hortaliças são a menor interferência com o sistema radicular durante o transplante, maior proteção às mudas, facilidade de manuseio, maior porcentagem de pegamento, precocidade e uso intensivo da área de cultivo (Arismendi, 1975; Coelho, 1980; Ferreira, 1978; Filgueira, 1981; Fontes, 1976 e Vieira, 1977). Todavia, no caso da alface, onde a população de plantas por área é relativamente alta, a confecção, o enchimento dos recipientes e a dificuldade de manuseio e transporte dos recipientes individuais tornam o sistema pouco prático.

Recentemente foi introduzido no Brasil, o sistema de produção de mudas em bandejas multicelulares, que pode ser definido como um conjunto de recipientes reutilizáveis. Em função das facilidades de enchimento, manuseio e transporte tem apresentado aceitação crescente por parte dos olericultores, inclusive dos produtores de alface.

De acordo com o fabricante (Grupo, 1990) o sistema permite: a) economia de sementes; b) controle de fatores adversos à germinação e desenvolvimento das mudas; c) a individualização das mudas permite desenvolvimento livre de competição entre elas; d) plantas mais firmes, sistema radicular intacto, abundante, ativo e acompanhado do bloco de substrato, o que reduz o choque de transplante, permite a retomada imediata do crescimento e alto nível de pegamento; e) a ausência de pragas e patógenos no substrato e o menor manuseio das mudas permitem melhores condições sanitárias; f) permite melhor programação das fases de cultivo e

maior eficiência na operação de plantio e g) aumento da produtividade em consequência da obtenção de melhor estande, precocidade e maior número de ciclos de cultivo.

As desvantagens apontadas pelos produtores e técnicos tem sido a exigência de investimentos iniciais para a construção de abrigos ou estufas, aquisição de bandejas, suportes para as bandejas, equipamento de irrigação apropriado, gastos adicionais com substrato e vermiculita e a necessidade de bom conhecimento técnico para a formação de mudas. Entretanto, estas desvantagens têm sido contornadas por produtores paulistas através da terceirização do processo de produção das mudas.

Entretanto, de acordo com Vieira (1990), a produção de mudas em bandejas, como muitas outras tecnologias importadas, é divulgada e comercializada com base em práticas e pesquisas realizadas no exterior, cuja realidade difere das nossas condições. Além disso, o autor justifica a necessidade de realizar-se investigações científicas sobre o assunto, tendo em vista não terem sido encontrados na literatura brasileira trabalhos de pesquisas que comprovem todas as vantagens apresentadas.

Pesquisas comparativas entre os métodos de plantio mostraram menor duração do ciclo vegetativo da alface semeada diretamente (Andresen e Frenz, 1977; Mondin, 1988; Rebouças, Ribeiro e Galvão Filho, 1989). O mesmo comportamento foi verificado por Silva et al. (1979) para a chicória, enquanto Walworth, Garling e Michaelson (1992) observaram maior precocidade com a alface transplantada, entretanto, este último resultado foi obtido com mudas produzidas em estufa. Piores estandes foram obtidos por Andresen e Frenz (1977); Guzman, Sanches e Nagatal (1989); Lander, Scully e Storey (1989) com a semeadura direta da alface, devido às condições adversas de temperatura, enquanto que Mondin (1988) verificou maior redução do estande com o transplante de mudas de raiz nua, em função do choque de transplante.

Quanto ao peso médio de plantas de alface Mondin (1988) e Walworth, Garling e Michaelson (1992) verificaram a superioridade do método de transplante sobre a semeadura direta, enquanto Ometo e Rengifo (1987) não verificaram diferença significativa entre os dois métodos para o peso fresco e seco. Diferenças não significativas foram observadas, também, por Silva et al. (1979) entre o peso médio das plantas de chicória produzidas pelos dois métodos de plantio.

A produção da alface do tipo lisa constatada por Mondin (1988) foi de 17,9 t/ha com o transplante de mudas de raiz nua e de 14,2 t/ha com a semeadura direta; Lander, Scully e Storey (1989) obtiveram produção de 284 caixas por hectare com o transplante, contra 149 caixas produzidas com a semeadura direta da alface tipo americana; Guzman, Sanchez e Nagatal (1989) obtiveram aumentos da ordem de 42% e 138% na produção comercial das alfaces do tipo crespa e romana, respectivamente, com o transplante, em relação à semeadura direta. Enquanto que Andresen e Frenz (1977), ao compararem os dois métodos de plantio, verificaram ganhos qualitativos com o transplante sem, no entanto, observarem diferenças quantitativas significativas na produção comercial da alface. Diferenças não significativas na produção, também, foram observadas por Silva et al. (1979) com relação aos dois métodos de plantio, no caso da chicória.

Maior desuniformidade das plantas semeadas diretamente foi observada por Lander, Scully e Storey (1989), sendo necessárias três etapas para atingir 80% de colheita, enquanto que com o transplante atingiu-se o mesmo percentual com apenas duas colheitas.

Mondin (1988) observou, ainda, maior número de folhas e maior diâmetro das plantas produzidas através do transplante de mudas de raiz nua, quando comparado com a semeadura direta.

Ao comparar o método de transplante de mudas de raiz nua e o uso de recipientes tipo copos plásticos com volume de 148 cm^3 de substrato, Coelho (1980) obteve num primeiro experimento plantas com peso médio de 210 g e 321 g e no segundo 136 g e 181 g, respectivamente. Esta superioridade com o uso de recipientes foi atribuída ao menor choque de transplante.

Resultados favoráveis com o transplante de mudas com substrato aderido às raízes, através da formação de mudas em bandejas multicelulares, foi observado por Santos (1989), quando, em condições adversas, obteve plantas de alface com peso médio variando de 320 a 783 g, em função das cultivares.

Ao comparar alguns parâmetros do crescimento de mudas de alface produzidas em bandejas de 128 células ($34,6 \text{ cm}^3$) e 242 células ($12,0 \text{ cm}^3$) e em sementeira, Vieira (1990) verificou serem necessários, respectivamente, 33, 41 e 42 dias para atingirem o estágio de 4 a 6 folhas definitivas. Foi observado, ainda, aumento na matéria fresca e seca da parte aérea e do sistema radicular, aumento da área foliar e redução da relação parte aérea/sistema radicular, tanto da matéria fresca quanto da matéria seca das mudas produzidas nas bandejas em relação àquelas produzidas em sementeira. Portanto, além do menor choque de transplante proporcionado pela ausência de injúrias e pela presença de um bloco de substrato aderido ao sistema radicular, as mudas formadas em bandejas multicelulares apresentam características de crescimento que as habilitam a melhor desempenho no campo.

2.3 Aspectos relacionados com os nematóides

2.3.1 Importância dos fitonematóides e sua ocorrência em alface

Os fitonematóides são vermes que se alimentam em sua grande maioria, das raízes das plantas, sendo que *Meloidogyne* spp. é o fitonematóide de maior importância no mundo, tendo enorme gama de hospedeiros, incluindo a maioria das plantas exploradas economicamente (Campos, 1985). Contudo, sua presença é pouco notada pelos agricultores, devido ao seu tamanho reduzido e pelo fato de, geralmente, não provocarem o aparecimento de sintomas facilmente visíveis nas plantas (Tihohod, 1993).

Estimativas dos prejuízos causados por fitonematóides no mundo somam-se, em média, 12,69% de toda a produção mundial (Sasser, 1979), com valores variando de 2 a 46% dependendo da cultura. Devendo-se ressaltar, ainda, que o plantio em áreas infestadas pode constituir em perda total da produção ou inviabilizar economicamente a exploração agrícola (Campos, 1994). Todavia, em muitos países, poucos estudos têm sido realizado para se determinar o predomínio e a extensão dos danos e perdas causados pelos nematóides (Tihohod, 1993).

De modo geral, a literatura brasileira consultada sobre a cultura da alface não menciona os fitonematóides como problema fitossanitário, o que parece demonstrar apenas a insuficiência de informações sobre a amplitude de ocorrência e a intensidade dos danos.

Constatações da ocorrência de várias espécies de fitonematóides presentes em amostras de alface provenientes de várias localidades brasileiras foram apresentadas por Campos

e Sturhan (1987); Ferraz (1980); Lordello e Marini (1974); Lordello e Zamith (1960); Mattos et al. (1974); Ponte e Castro (1975) e Ponte et al. (1976).

Entre as espécies de fitonematóides associadas à cultura da alface, Campos (1994), revendo ampla bibliografia, relaciona *Meloidogyne incognita*, *M. javanica*, *M. thamesi*, *M. arenaria*, *M. hapla*, *Pratylenchus branchyurus*, *Aphelenchoides avenae*, *Rotylenchus robustus*, *Longidorus africanus* e *Helicotylenchus* spp.

A partir de levantamento bibliográfico, no qual havia sido constatada relação de patogenicidade com a alface no Brasil, Bittencourt et al. (1985) relacionaram várias espécies e locais de ocorrência, sendo que *Meloidogyne javanica* e *M. incognita* apresentaram o maior número de referências e a maior amplitude de dispersão geográfica.

Em um estudo realizado por Sasser (data não mencionada), posteriormente confirmado e ampliado a partir de pesquisas realizadas na Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz e citadas por Lordello (1988), várias culturas foram classificadas quanto a sua suscetibilidade a quatro espécies de fitonematóides do gênero *Meloidogyne*, sendo que a alface apresentou o nível máximo de suscetibilidade a *Meloidogyne incognita* e *M. javanica*, justamente as duas espécies que apresentam a maior ocorrência em áreas hortícolas no Brasil, segundo Campos (1994).

2.3.2 Biologia e sintomatologia dos nematóides das galhas

Os fitonematóides causadores de galhas, pertencentes ao gênero *Meloidogyne*, são vermes que apresentam marcante dimorfismo sexual. As fêmeas adultas são parasitas obrigatórias, que apresentam aspecto periforme com 0,40 a 1,30 mm de comprimento por 0,27 a

0,75 mm de largura. Cada fêmea adulta pode produzir, partenogeneticamente, de 500 a 2000 ovos aglomerados em massa gelatinosa, na superfície da raiz. Estes ovos se desenvolvem, embrionariamente, produzindo juvenis do primeiro estágio (J_1) dentro do ovo, passando a juvenil do segundo estágio (J_2). Eclodido do ovo, o J_2 desloca pelo solo e penetra na extremidade da raiz (Campos, 1985).

Ao penetrar na ponta da raiz, o J_2 move-se entre as células indiferenciadas, estacionando a cabeça próximo à região de alongação celular no córtex. A parede celular é então puncionada com o estilete e injetada secreções das glândulas esofagianas que causam o alargamento das células próximas ao cilindro central, aumentando as taxas de divisão celular no periciclo. Isso leva à formação das chamadas “células gigantes”, células nutridoras ou sincício, formadas pelo aumento em volume das células (hipertrofia), resultando na dissolução das paredes das células adjacentes e coalescência dos seus conteúdos, juntamente com a ocorrência de endomitoses sucessivas, sem citocinese, tornando-as polinucleadas. Ao mesmo tempo, há uma intensa multiplicação celular (hiperplasia) em torno da cabeça da larva. Estas mudanças são acompanhadas normalmente, mas não invariavelmente, pelo alargamento das raízes, formando distintas galhas. O juvenil se torna sedentário após estabelecer seu sítio de alimentação e enquanto as células nutridoras e galhas estão se formando, a largura do juvenil aumenta, as células do primórdio genital se dividem e ocorre uma série de transformações que culminam nas ecdises, dando origem aos juvenis J_3 e J_4 e, finalmente aos adultos (Tihohod, 1993).

Os machos são de aspecto filiforme, não se alimentam da planta e vivem poucos dias (Campos, 1985).

Os distúrbios fisiológicos causados pelos fitonematóides se constituem num processo complexo, onde ocorre decréscimo da capacidade funcional das raízes e em

consequência ocorrem sintomas de deficiência hídrica e nutricional na parte aérea das plantas. Em alguns casos, entretanto, são as interações bioquímicas resultantes da relação entre a planta e o nematóide, as quais prejudicam como um todo os processos fisiológicos da planta, e o papel que os nematóides desempenham na entrada de outros patógenos, que são os principais responsáveis pela ocorrência de danos às plantas. Enquanto que os danos mecânicos ou o consumo de alimentos das plantas pelos nematóides são, geralmente, menos importantes, mas pode assumir importância quando a população do nematóide torna-se muito alta (Agrios, 1988).

As espécies de nematóides do gênero *Meloidogyne* que parasitam o sistema radicular da alface produzem deformações conhecidas como galhas, de tamanho variável de acordo com a intensidade de infestação (Campos, 1994), resultando da hiperplasia e hipertrofia das células do parênquima vascular, periciclo e endoderme, que envolvem as células gigantes, e do aumento de volume do próprio nematóide (Agrios, 1988). Finalmente, ocorre a redução do crescimento, com as plantas de alface apresentando tamanho reduzido e de aspecto amarelado, reduzindo o valor comercial ou tornando-se impróprias para o mercado (Campos, 1994).

2.3.3 Efeito da idade da planta na intensidade dos danos causados pelos fitonematóides

Estudos realizados com vários hospedeiros e várias espécies de fitonematóides demonstraram que a intensidade dos danos causados por estes patógenos às plantas é dependente da sua idade por ocasião da inoculação (Bergeson, 1968; Brodie e Dukes, 1972; Griffin e Hunt, 1972; Jaffee e Mai, 1979; McClure, Ellis e Nigh, 1974; Ogbuyi, 1976; Olthof, 1982; Seinhorst e Kozłowska, 1977; Wong e Mai, 1973). Portanto, o estágio de plântula é a etapa do

desenvolvimento do hospedeiro em que o nematóide mais afeta o crescimento (Griffin, 1981; Olthof, 1983; Shane e Barker, 1986; Singh, 1975; Wong e Mai, 1973).

O efeito do nematóide *Meloidogyne hapla*, em função da época de inoculação, sobre o crescimento da alface foi estudado por Wong e Mai (1973), os quais verificaram que a inoculação logo após a semeadura causou a maior redução do crescimento da parte aérea e que mais severamente afetou o crescimento radicular, quando comparado com inoculações quando as plantas apresentavam 1, 2 e 3 semanas de idade. A parte aérea das plantas inoculadas com 0, 1, 2 e 3 semanas de idade apresentou, respectivamente, aproximadamente 30, 60, 80 e 75% de matéria seca, em relação às plantas controle não inoculadas, enquanto o crescimento radicular das plantas inoculadas imediatamente após a semeadura foi fortemente restringido, todavia nas demais idades ocorreu maior produção de matéria seca do que nas plantas não inoculadas.

Com base nestes resultados os autores argumentaram que, se a temperatura, umidade e outras condições ambientais fossem favoráveis para as atividades do nematóide, tais como eclosão, movimentação e penetração na época da semeadura da alface, as plântulas se tornariam infestadas logo após a germinação. Portanto, no caso de solos com alta população, a infestação inicial pode resultar em severa redução do crescimento da parte aérea, resultando em insucesso na produção de plantas aceitáveis comercialmente. Os autores mencionam, ainda, que condições desfavoráveis para a atividade do nematóide no plantio podem resultar em atraso na infecção, favorecendo o crescimento inicial das plantas e possibilitando a produção de plantas com tamanho aceitável comercialmente. Portanto, pequenas variações ambientais, na quantidade e localização do patógeno no solo, em relação às raízes, podem determinar respostas diferenciadas das plantas e com isto resultar em desuniformidade da cultura.

O aumento da resistência ou tolerância das plantas com a idade tem sido objeto de investigações, em que tem se buscado a compreensão dos fenômenos envolvidos (Jaffee e Mai, 1979; Jorgenson e Musselman, 1966; Ogbuyi, 1976; Olthof, 1982; Seinhorst e Kozłowska, 1977; Shane e Barker, 1986), bem como sua aplicação no controle dos fitonematóides na agricultura, considerando que o controle de nematóides na fase inicial do desenvolvimento de algumas culturas pode resultar em aumentos substanciais na produção (Hanna et al., 1993; Olthof, 1982; Wong e Mai, 1973).

Existem várias causas que poderiam explicar o melhor desempenho das culturas desenvolvidas inicialmente sem a interferência dos nematóides: a redução no tempo em que a cultura permanece exposta ao patógeno, o que provavelmente reduziria a severidade da doença; culturas já estabelecidas teriam, de alguma forma, maior resistência ou tolerância do que culturas recentemente semeadas (Jaffee e Mai, 1979).

O aumento da resistência ou tolerância, à medida que aumenta a idade da planta, também tem sido investigado por vários pesquisadores, os quais propõem várias explicações para o fenômeno. De acordo com Jaffee e Mai (1979), o aumento de resistência ou tolerância pode ser fisiológico, anatômico ou, ainda, pode resultar de algum outro fator, tal como o desenvolvimento radicular em profundidade, o qual em uma planta mais madura pode permanecer não danificado, o que compensaria os danos ocorridos nas raízes mais superficiais. Já Ogbuyi (1976) sugeriu que o aumento da resistência em plantas mais maduras pode ser conseqüência do espessamento ou suberização das paredes celulares dos tecidos radiculares e Olthof (1982) considerou como sendo a conseqüência da maior proporção de tecidos radiculares maduros em relação a de tecidos jovens com o aumento da idade.

Alguns autores atribuíram, ainda, este fenômeno ao crescimento radicular mais rápido, o que resulta num decréscimo de densidade do nematóide nas plantas infestadas (Jafee e Mai, 1979; Jorgenson e Musselman, 1966; Seinhorst e Kozłowska, 1977). Portanto, o aumento da densidade do sistema radicular durante o desenvolvimento das plantas seria a causa do aumento de tolerância (Seinhorst e Kosłowska, 1977).

A relação entre quantidade de raízes e o número de nematóides como fator de tolerância das plantas mais adultas foi objeto de consideração de Jafee e Mai (1979). Nesse sentido, Shane e Barker (1986) observaram que a densidade populacional do nematóide que não prejudica plantas mais maduras pode suprimir o desenvolvimento de plantas jovens. Do mesmo modo Bergeson (1968) observou que menores níveis do inóculo na fase cotiledonar do tomateiro causaram maiores reduções de crescimento do que níveis de inóculo maiores no estágio de 6 a 7 folhas.

Apesar do consenso dos pesquisadores de que a fase de plântula é a mais sensível à interferência dos fitonematóides e que à medida que as plantas se desenvolvem adquirem maior tolerância, aparentemente este nível de tolerância não é indefinidamente crescente. O trabalho desenvolvido por Olthof (1983) demonstrou que os danos causados por *Heterodera schachtii* inoculado em plantas de beterraba açucareira com 0, 2, 4 e 6 semanas de idade foram muito severos na fase de germinação, mas a partir da segunda semana os danos causados à parte aérea e ao sistema radicular não evidenciaram aumento de tolerância. Entretanto, o autor menciona que seus resultados são discordantes dos obtidos por Griffin (1981), o qual observou relação direta entre a idade da planta e o dano causado por *H. schachtii* quando as sementes e mudas de beterraba com diferentes idades foram semeadas e transplantadas, respectivamente, em solo com densidade populacional de juvenis considerada muito baixa.

A curta duração do efeito da idade das plantas sobre a sua tolerância foi também observada com *Pratylenchus penetrans* em macieira (Jaffee e Mai, 1979) e alface (Olthof, 1982), com *Meloidogyne hapla* em alface (Wong e Mai, 1973) e com *M. incognita* em tomate (Singh, 1975).

Tendo em vista a maior suscetibilidade das culturas à interferência dos nematóides na fase de plântula e o aumento da resistência ou tolerância desenvolvida pelas plantas em algumas semanas, o transplante de mudas saudáveis se apresenta como alternativa de controle a ser considerada e avaliada, como sugerem os trabalhos de Hanna et al. (1993), Olthof (1982) e Wong e Mai (1973).

Hanna et al. (1993) avaliaram a produção de pepino num solo infestado por *Meloidogyne incognita* em sucessão ao cultivo de duas cultivares de tomate, uma resistente e outra suscetível ao nematóide, comparando os métodos de plantio, semeadura direta e transplante de mudas, e o uso de nematicida e verificaram que os métodos de plantio não tiveram efeito significativo sobre a população do nematóide. Entretanto, o pepino transplantado produziu significativamente maior peso fresco e seco por planta, caules mais altos, maior número de flores femininas e maior produção de frutos. Portanto, de modo geral, os resultados permitiram concluir que práticas culturais como o cultivo em sucessão ao de cultivares resistentes e a adoção do transplante em lugar da semeadura direta podem ser alternativas viáveis ao uso de nematicidas para reduzir as perdas causadas pelos fitonematóides.

Entretanto, o transplante de mudas de raiz nua em solos infestados por nematóides pode ser uma estratégia menos eficiente, levando-se em consideração a constatação de Seinhorst e Olthof (não publicada), citada e confirmada experimentalmente por Olthof (1983). Estes

autores verificaram que à medida que se intensifica o nível de injúria ao sistema radicular das mudas de raiz nua, ocorre o decréscimo do nível de tolerância das plantas aos nematóides.

2.3.4 Relação entre densidade populacional e danos causados por fitonematóides

Nas regiões tropicais, as densidades populacionais das espécies de *Meloidogyne* tendem a ser altas na presença de hospedeiros adequados. Os danos, portanto, podem se tornar substanciais, considerando-se que nessas regiões as condições de temperatura e umidade são ótimas para o desenvolvimento e reprodução desses nematóides (Sasser, 1979).

No período quente, os nematóides se multiplicam numa taxa de 5 a 10 gerações por ano e são muito ativos, possibilitando a busca e infecção das plantas. E, durante os ciclos das culturas, os nematóides formadores de galhas multiplicam-se em escala logarítmica por inúmeras gerações. Portanto, teoricamente, se 5% dos 500 ovos produzidos em média pelas fêmeas completarem o ciclo, durante as seguidas gerações haverá 25, 625, 15.625, 390.625 indivíduos e assim por diante (Tihohod, 1993).

A relação entre a densidade inicial do nematóide (P_i) no momento do plantio e o nível de dano causado às plantas pode ser descrita, na maioria dos casos, por uma regressão linear entre o logaritmo de P_i e o crescimento da planta infectada, de acordo com Barker e Oltholf (1976), respaldados por ampla bibliografia.

Entretanto, de acordo com Seinhorst (1967), até à certa densidade populacional, denominada limite de tolerância, a produção não é afetada, isto é, o dano ocorre somente em tecido que não é essencial ao crescimento ou recuperação da planta. Portanto, se a densidade populacional de uma espécie de nematóide estiver abaixo do limite de tolerância de um certo

hospedeiro, então nenhum prejuízo será observado. E, ainda, sob baixas densidades populacionais pode ocorrer estimulação do crescimento das plantas, como observado por Oltholf e Potter (1977) e Singh (1975).

A relação planta-nematóide pode ser modificada pela variedade, idade da planta, espécie ou raça do nematóide e por fatores ambientais do solo (Barker e Olthof, 1976), tais como temperatura, umidade, textura, composição da solução do solo - pH, salinidade, matéria orgânica, fertilização e pesticidas - da rizosfera - excreções radiculares - e influência de microrganismos de rizosfera - antagonismo, competição por alimento e oxigênio, produção de subprodutos metabólicos, predatismo e parasitismo (Laughlin e Lordello, 1977).

Outro fator importante a ser considerado na relação hospedeiro-nematóide é a disponibilidade e qualidade dos alimentos e a habilidade do nematóide para conseguí-los e usá-los, que são determinantes no crescimento da população do patógeno. E, se a condição da planta hospedeira é um fator que determina a flutuação da densidade de populações estabelecidas, por outro lado o estado da planta é determinado pelo crescimento da população do nematóide (Laughlin e Lordello, 1977).

Christie (1959), citado por Lordello e Zamith (1960), mencionaram que plantas infectadas em condições favoráveis de água e de fertilidade podem suportar considerável nível de infecção pelos nematóides das galhas sem ter o seu crescimento ou a produção altamente afetados. Contudo, plantas livres deste patógeno terão melhores condições de suportar situações desfavoráveis do ambiente, principalmente as decorrentes da seca.

Estudos relacionando a densidade populacional inicial de *Heterodera schachtii* e a produção total e comercial de beterraba e repolho mostraram que estas correlacionaram-se inversamente (Abawi e Mai, 1980). Comportamento semelhante foi observado por Huang e

Blandina (1980) em relação a altura das plantas de pepino crescidas em vasos inoculados com populações crescentes de *Meloidogyne incognita*; por Olthof e Potter (1973) quanto às perdas na produção comercial de repolho, milho, alface, couve-flor, batata e cebola inoculadas com *Pratylenchus penetrans*; por Potter e Olthof (1974) quanto à produção comercial de alface, beterraba e espinafre inoculadas com *P. penetrans* e *Meloidogyne hapla*; e por Schilt, Hartmann e Heimann (1973) que verificaram redução linear no peso da parte aérea da alface infestada com número crescente de juvenis de *M. incognita*.

Efeito estimulante e supressivo do crescimento e produção causados por populações crescentes do nematóide *M. hapla* foram observados por Olthof e Potter (1977), os quais cultivaram tomateiros em microparcels contendo 260, 1840, 6120 e 27.950 juvenis/kg de solo. Houve redução de 10% e 40%, respectivamente, na produção das plantas desenvolvidas sob influência das duas maiores populações e estímulo no crescimento e produção sob influência das menores populações. Este estímulo foi atribuído ao maior desenvolvimento do sistema radicular.

Produções crescentes de matéria seca da parte aérea e sistema radicular da alface sob influência de populações iniciais crescentes de *M. hapla* (0, 20, 200 e 1000 juvenis/vaso - volume não mencionado), também foram observados por Singh (1975).

Estudos específicos sobre o efeito de níveis populacionais de fitonematóides em alface são relativamente escassos e não foram encontrados trabalhos com *Meloidogyne javanica*.

Olthof e Potter (1973) avaliaram a inoculação de 0, 666, 2000, 6000 e 18000 juvenis de *Pratylenchus penetrans* por quilograma de solo em alface transplantada com 5 a 6 semanas de idade e constataram redução na produção comercial de 18% e 35% nas duas maiores densidades, respectivamente. E verificaram, ainda, que a população de nematóides nas raízes por

ocasião da colheita correlacionou-se positivamente com a P_i , atingindo até 1460 ovos por grama de raiz.

Em condições semelhantes, onde foram avaliadas as mesmas densidades de inóculo de *P. penetrans* e *Meloidogyne hapla*, Potter e Olthof (1974) obtiveram reduções na produção comercial da alface de 27% e 81%, respectivamente.

Wong e Mai (1973) realizaram inoculações de 0, 1, 5, 10 e 20 massas e ovos ($= 626 \pm 87$ ovos/massa) de *Meloidogyne hapla* por vaso (volume não especificado) contendo uma planta de alface transplantada com duas semanas de idade. Verificaram que houve redução do crescimento da parte aérea da ordem de 32%, quando foram inoculadas 5 massas de ovos e nas densidades superiores não houveram reduções significativamente diferentes. Além disso, nas três densidades de inóculos maiores foram observadas alterações consideráveis na aparência da parte aérea das plantas, que se apresentavam cloróticas, caules mais longos e nervuras finas e alongadas. Em outro experimento onde foram inoculadas 10 massas de ovos por vaso, nas quais a alface foi semeada diretamente no solo inoculado, foi verificado redução de 70% na matéria seca da parte aérea, o que demonstrou maior suscetibilidade da alface à infecção do nematóide na fase de plântula (Wong e Mai, 1973).

Analisando as dificuldades de estudos a respeito da relação hospedeiro-nematóide, Laughlin e Lordello (1977) apontaram que nos estudos de inoculação são usadas baixas populações, enquanto que em campos naturalmente infestados as populações são geralmente muito altas. Neste caso pode ocorrer uma brusca queda da produção, podendo ser nula quando as plantas hospedeiras são repentinamente mortas, uma ocorrência não comum, ou então pode ocorrer indefinição de efeito quando parte do sistema radicular se mantém em áreas não

infestadas do solo ou porque algumas plantas foram menos prejudicadas por algum tempo durante o ciclo.

Constatações de drásticas reduções do crescimento e vigor das plantas e mortalidade generalizada foram obtidas, respectivamente, aos dez e trinta dias após a semeadura direta do pepino em solo inoculado com 2×10^4 e 10^5 ovos de *Meloidogyne incognita* por litro (Huang e Blandina, 1980).

2.3.5 Uso de fumigantes, alqueive e sucessão de culturas como práticas de manejo agrícola e metodologia de estabelecimento de níveis populacionais diferenciados de fitonematóides

Em condições controladas, o efeito do parasitismo do nematóide sobre o crescimento de um hospedeiro pode ser determinado com maior precisão do que no campo. Pequenas variações experimentais, como por exemplo, o tamanho dos vasos podem alterar o efeito do nematóide sobre o crescimento da planta, portanto, resultados obtidos em condições controladas não devem ser utilizados para relacionar densidade de nematóides à magnitude da doença sob condições de campo. Além disso, a relação nematóide-hospedeiro varia com a localização e com condições causadoras de estresse. Assim, para relacionar densidade de infestação e respostas das culturas devem ser obtidas informações de um conjunto de condições experimentais representativas para cada combinação nematóide-cultura (Barker e Olthof, 1976) e práticas de cultivo.

Em pesquisas fitotécnicas, visando a busca de soluções para a produção econômica da alface, algumas práticas de manejo e de controle de fitonematóides podem ser exploradas com duplo objetivo: primeiro como metodologia, no sentido de estabelecer níveis de

infestação diferenciados; segundo, permitir a avaliação dos seus efeitos sobre a cultura, a fim de determinar a sua aplicabilidade no sistema de cultivo.

Neste sentido, a fumigação com brometo de metila e o alqueive por tempo determinado, baseado na diferença de eficiência no controle de fitonematóides, surgem como possibilidades de redução populacional drástica e intermediária, respectivamente. O cultivo de uma espécie suscetível anteriormente à cultura principal se apresenta como uma possibilidade de estabelecer um parâmetro populacional superior, simulando inclusive as condições de cultivo numa área naturalmente infestada por nematóides.

Na olericultura brasileira, o uso de produtos fumigantes com efeito nematicida tem se restringido à fase de produção de mudas, enquanto que o seu uso nas áreas de produção apresenta uma série de obstáculos, tais como custo do tratamento, falta de alternativas de produtos no mercado, limitações quanto a tecnologia de aplicação e problemas relacionados ao impacto ambiental, segurança alimentar e do trabalhador.

Resultados favoráveis do uso de produtos fumigantes para o controle de fitonematóides em alface foram apresentados por Radewald et al. (1969a e b), Welch, Hart e Lear (1971) e Wong, Harper e Mai (1970), onde se destaca a eficiência do 1,3-dicloropropeno e a mistura deste com 1,2-dicloropropano, denominada DD.

Entre os nematicidas registrados no Brasil encontra-se o fumigante brometo de metila, utilizado em sementeiras e substratos para a formação de mudas. Este produto também tem sido largamente utilizado em experimentação com nematóides, onde se deseja eliminar a interferência de infestações naturais de nematóides e outros organismos do solo e posteriormente obter o controle dos efeitos das populações inoculadas como adotado por Griffin (1981) e Singh (1975).

O uso do brometo de metila na produção de hortaliças, além dos problemas já relacionados, apresenta problemas quanto a acumulação de bromo no solo e nas plantas. Como consequência, alguns países, preocupados com o potencial de danos à saúde do consumidor, dispõem de leis estabelecendo níveis máximos de bromo permitidos em hortaliças (Eysinga e Bes, 1984).

O alqueive ou pousio é uma das táticas culturais de controle de fitonematóides e consiste na manutenção da área de cultivo sem os hospedeiros, culturas e plantas daninhas, por determinado período. Como os fitonematóides são parasitos obrigatórios ocorrerá a morte destes por inanição, decrescendo sua população (Campos, 1994 e Tihohod, 1993).

O efeito do regime de alqueive sobre a população de *Meloidogyne javanica* após o cultivo do quiabeiro e tomateiro foi avaliado por Huang (1984). A partir de amostras de solo retiradas semanalmente a 25 cm de profundidade observou-se que as densidades iniciais do nematóide decresceram de 250 para menos de 50 indivíduos por 250 cm³ de solo, após 60 dias de alqueive.

Di Vito, Greco e Carella (1985) avaliaram a população de *M. incognita* no solo mantido livre de hospedeiros após o cultivo com pimentão e verificaram que a população declinou rapidamente após a colheita e somente 13% e 6,5% dos ovos e juvenis foram detectados no solo após 1 e 6 meses, respectivamente.

Campos (1987) também observou a queda da população de juvenis do segundo estágio de *M. javanica*, após a eliminação da parte aérea do tomateiro. Aos 30 dias a redução chegou a 50% e continuou a decrescer drasticamente até aos 80 dias, quando os juvenis tornaram-se de difícil constatação. Usou-se então o solo procedente da área onde as plantas infectadas haviam sido eliminadas e plantou-se mudas sadias de tomateiro, e avaliou-se o número

de galhas, que passou a refletir a população do nematóide no solo. Com este bioteste, a população remanescente, talvez de ovos, foi detectável a partir dos 80 dias de eliminação das plantas infestadas, com queda populacional acentuada até os 100 dias.

O cultivo contínuo ou a rotação de culturas com espécies hospedeiras é apontada como uma maneira eficaz de elevar a densidade populacional de fitonematóides. Em cultivos comerciais de hortaliças esta prática acarreta sempre o aumento elevado do nível de inóculo, que pode chegar a inviabilizar o uso da área para a produção (Campos, 1992).

Nas atividades de pesquisa, o cultivo de um hospedeiro que resulte numa elevada reprodução e multiplicação dos fitonematóides pode permitir a observação do potencial de dano destes parasitos e permitir a sua utilização como planta indicadora da eficiência dos tratamentos experimentais. Entre as espécies mais freqüentemente utilizadas como cultura antecessora e indicadora está o tomateiro (Alam, Saxena e Khan, 1977; Hanna et al., 1993; Huang, Charchar e Tenente, 1980; Ponte, 1988) em função da sua alta suscetibilidade aos nematóides das galhas (Lordello, 1988; Ponte, 1988; Rios, 1990; Sasaki, 1988).

A eficiência do uso do tomateiro antecedendo a cultura principal para incrementar a população do nematóide e para avaliar o seu efeito sobre a produção foi constatada por Hanna et al. (1993), os quais usaram uma cultivar de tomate resistente e outra suscetível em um solo naturalmente infestado por *M. incognita* e em seguida cultivaram o pepino nas duas áreas. Como resultado obtiveram aumento de 409% na população final do nematóide e redução de 60% na produção comercial do pepino cultivado em sucessão ao tomateiro suscetível, quando comparado aos resultados obtidos na área cultivada com a cultivar resistente.

2.3.6 Efeito nematicida do abamectin

O manejo de fitonematóides com nematicidas tem sido possível, mas apresenta suas limitações e não substitui completamente outras estratégias de controle. Sua principal vantagem é a rápida redução das populações do nematóide logo após a aplicação do produto. Portanto, como muitas culturas são especialmente vulneráveis ao ataque dos nematóides durante o estágio de plântula, quando as raízes jovens do sistema radicular estão em fase de crescimento, então tais culturas sendo plantadas após a aplicação de nematicidas desenvolvem extensos sistemas radiculares, tornando-se maduras antes que as populações residuais possam aumentar a níveis que causem dano econômico (Thihohod, 1993). Obstante, à exceção do brometo de metila utilizado na fumigação de canteiros, não há disponibilidade de produtos com ação nematicida registrados e que apresentem período de carência compatível com a duração do ciclo da cultura da alface.

Por outro lado, preocupações econômicas e ambientais decorrentes da difusão do uso de nematicidas tem conduzido à busca por compostos mais efetivos, baratos e seguros (Sasser, Kirkpatrick e Dybas, 1982).

Os avermectins, segundo Sasser, Kirkpatrick e Dybas (1982) e Garadebian e Gundy (1983), citando vários autores, são uma nova classe de compostos isolados de um organismo do solo, o *Streptomyces avermitilis*, que apresentam amplo espectro de ação para os parasitas gastrintestinais para uso veterinário. Além de efeito inseticida e acaricida, testes preliminares indicam que estes compostos podem ser efetivos no controle de nematóides em várias culturas. Além disso, a sua rápida decomposição no solo e o emprego de dosagens relativamente baixas impõem menor impacto ambiental.

O efeito de três compostos avermectins foi avaliado no tabaco inoculado com *Meloidogyne incognita*, onde foram incluídos os nematicidas ethoprop e fenamiphos. Os resultados obtidos por Sasser, Kirkpatrick e Dybas (1982) mostraram que os três compostos avermectins foram efetivos quanto a inibição do desenvolvimento de galhas nas raízes e inibição da reprodução do nematóide, e ainda, o nível de controle destes compostos foram comparáveis aos dos nematicidas utilizados.

Os níveis de controle do avermectin B₁ obtidos por Garabedian e Gundy (1983) em tomateiro inoculado com *M. incognita* também foram semelhantes aos obtidos com oxamyl e aldicarb, cuja proteção se limitou à fase inicial do crescimento das plantas. Entretanto, a formulação líquida do avermectin apresentou leve fitotoxicidade para as plantas quando comparado com a formulação granular.

Schenck e Apt (1987) avaliaram o efeito de doses e parcelamento de aplicação do avermectin B₁ em solo altamente infestado por *Rotylenchulus reniformis* e cultivado com abacaxi e verificaram que o avermectin reduziu a população do nematóide, entretanto o controle não foi comparável ao obtido com o fumigante 1,3-dicloropropeno e não preveniu o atrofiamento das plantas. Sintomas de fitotoxicidade também foram percebidos, de modo que em doses mais elevadas houve inibição do crescimento radicular e em doses baixas causou leve atrofiamento das plantas.

A utilização do avermectin (1,8% CE) em aplicações foliares, visando o controle de *M. incognita* em plantas de tomateiro foi avaliada por Paiva e Tanaka (1986), os quais compararam as dosagens de 300 e 600 ml/ha em 3,5 e 7 aplicações semanais. Os resultados indicaram que o produto não eliminou o nematóide, mas propiciou aumento da altura das plantas,

diminuição do número de galhas e aumento do peso da parte aérea. Na ausência do nematóide, o produto usado nas maiores dosagem e freqüência, causou diminuição da altura das plantas.

Jaehn, Ferreira e Catâneo (1988) avaliaram a eficiência do abamectin (1,8% CE) no controle de *M. incognita* em tomateiro, cenoura e alface, variando os métodos de aplicação - pulverização foliar e/ou imersão das mudas antes do transplante - e dosagens - 0,7 e 1,4 ml/0,5 l de água. Baseado no índice de galhas, número de ovos nos sistemas radiculares e peso fresco de raízes e parte aérea concluíram que o produto, embora empregado em dosagens médias e altas, conferiu proteção apenas parcial às plantas, não eliminou o nematóide. Em alface e cenoura, as formas de aplicação e as dosagens que proporcionaram melhor controle provocaram redução no crescimento das plantas.

Algumas experiências preliminares, nas quais a embebição do substrato e sistema radicular, por capilaridade, ainda nas bandejas multicelulares e antes do transplante, com o abamectin (1,8% CE), mostraram bom desenvolvimento da alface em solos infestados por nematóides. Esta possibilidade sugeriu submeter tal tratamento à comprovação experimental.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização e caracterização da área experimental

O experimento foi conduzido no campo experimental do Setor de Olericultura, Departamento de Agricultura, da Escola Superior de Agricultura de Lavras (ESAL).

Lavras, município mineiro, está situado à altitude média de 910 metros, latitude 21°14' Sul e longitude de 45°00' Oeste (Castro Neto et al., 1980); com ocorrência de precipitação média anual de 1493 mm e temperatura média anual de 19,3°C (Vilela e Ramalho, 1979).

Na Figura 1 observam-se os dados referentes às precipitações pluviométricas, umidade relativa do ar, insolação e temperaturas máximas, médias e mínimas diárias coletadas durante o período de condução do experimento na Estação Climatológica da ESAL.

O solo onde foi conduzido o experimento foi classificado como Latossolo Roxo e os resultados das análises química e física encontram-se na Tabela 1.

A alface foi cultivada no interior de um abrigo de duas águas, Modelo Ana Dias, com 10 m de largura, 31,2 m de comprimento e 2,2 m de pé-direito, coberta com uma película de polietileno de baixa densidade aditivada anti-U.V. de 0,075 mm de espessura, aberto nas laterais e frontais e orientado no sentido Norte-Sul, conforme instruções de Souza et al. (1994).

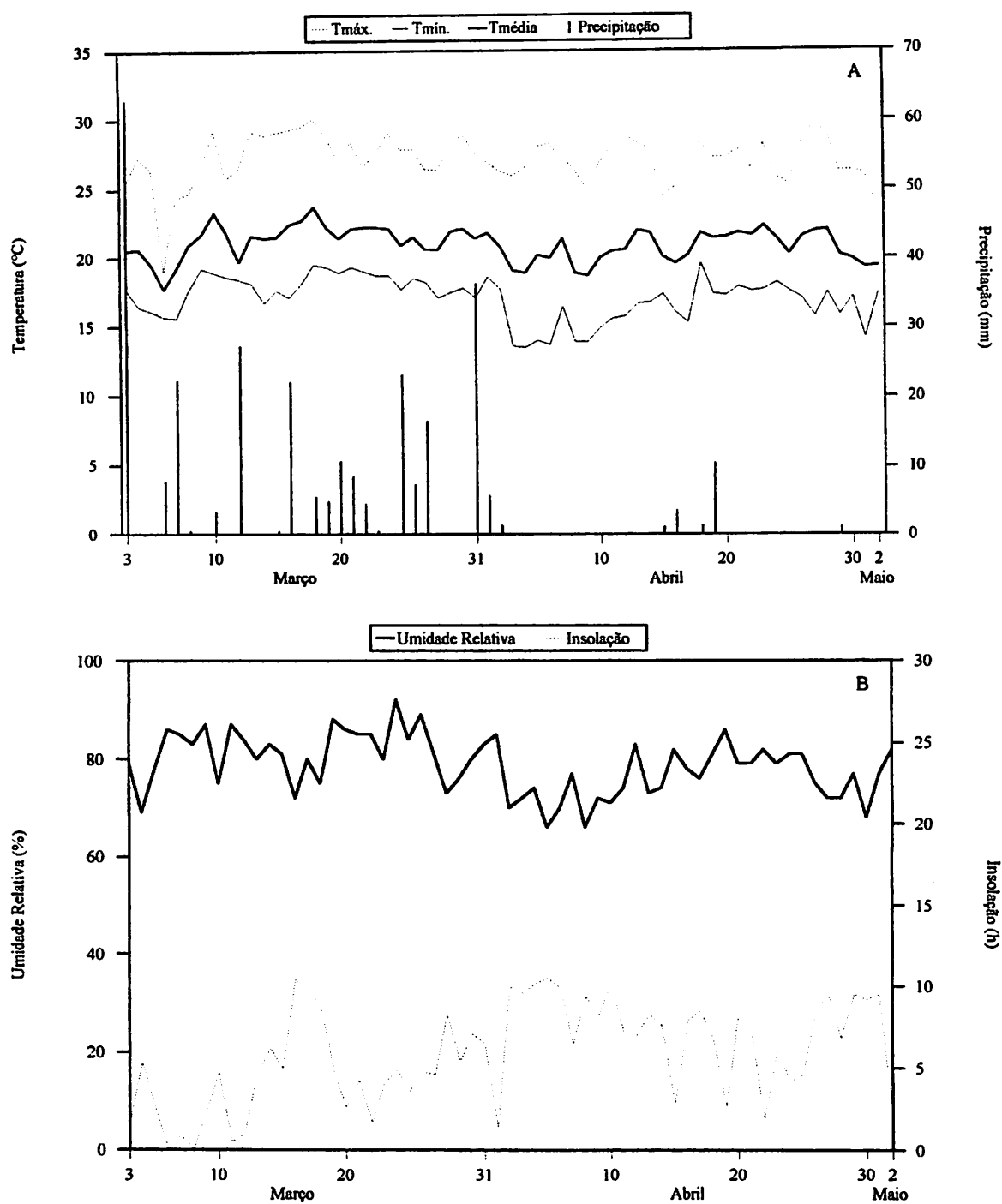


FIGURA 1. Dados diários de temperatura máxima, mínima e média do ar, precipitação pluviométrica (A), umidade relativa do ar e insolação (B) coletados na Estação Climatológica da ESAL durante o período experimental. Lavras - MG, 1994.

TABELA 1. Resultados das análises química e física da amostra do solo coletado na área do experimento. Lavras - MG, 1993^{1/}.

Características do solo	Níveis encontrados	Interpretação
pH (água 1:2,5)	5,1	acidez média
Fósforo (ppm)	3,0	baixo
Potássio (ppm)	31,0	médio
Cálcio (meq/100cc)	1,6	médio
Magnésio (meq/100cc)	0,4	baixo
Alumínio (meq/100cc)	0,1	baixo
H + Al (meq/100cc)	4,5	médio
Areia (%)	25	
Limo (%)	16	
Argila (%)	59	

^{1/} Análises realizadas no Departamento de Ciência do Solo da ESAL.

3.2 Tratamentos de solo

A área foi ocupada anteriormente com a cultura da alface, a qual foi colhida no dia 24/12/93 e verificada a ocorrência de galhas nos sistemas radiculares das cinquenta plantas amostradas, numa intensidade que variou de 20% a 40% de raízes com galhas. Levadas ao Laboratório de Nematologia da ESAL identificou-se, através da configuração perineal, tratar-se de galhas com fêmeas de *Meloidogyne javanica*.

Em 27/12/93 a área foi demarcada e localizados os blocos e parcelas experimentais. Um terço das parcelas experimentais, demarcadas ao acaso, foram semeadas aproximadamente 100 sementes de tomate cv. Roqueso por metro linear, em quatro linhas

espaçadas entre si com 30 cm, no sentido do comprimento dos canteiros. Um terço das parcelas foram capinadas, revolvidas com enxada e mantidas em pousio, enquanto um terço das parcelas teve o solo removido (20 cm de profundidade) e depositado em área próxima para posterior tratamento.

As parcelas semeadas com tomateiro foram irrigadas regularmente e a ocorrência de *Alternaria solani* e *Septoria lycopersici* foram controladas com duas pulverizações quinzenais de tebuconazole. Já as parcelas mantidas em pousio foram constantemente capinadas e não foram irrigadas.

O solo retirado da área foi amontoado com 30 cm de altura e mantido úmido durante os sete dias que antecederam o tratamento e imediatamente antes da aplicação do produto o solo foi revolvido. Procedeu-se o tratamento aplicando-se brometo de metila na dosagem de 100cc/m³ de solo, confinado com manta de polietileno durante 72 horas. Após o tratamento, parte das bordas da manta foram abertas de modo a permitir a ventilação, permanecendo o solo protegido até a antevéspera do seu retorno ao local de origem.

Após 63 dias da semeadura, as plantas de tomateiro foram cortadas rente ao solo e retiradas da área. Em seguida o solo dos canteiros foi revolvido, incorporando-se o adubo químico de plantio e mantendo-se as raízes do tomateiro na área, e então nivelados. Foram preparados os canteiros das parcelas mantidas em pousio e fumigadas, incorporando-se quantidades equivalentes de adubo, e tomando-se os devidos cuidados na limpeza de ferramentas, equipamentos, calçados e mãos dos trabalhadores a fim de se evitar misturas de solo e recontaminação, cuidado este tomado em todas as operações executadas posteriormente até o momento da colheita da alface.

3.3 Métodos de plantio/tratamento das mudas

No dia seguinte ao preparo dos canteiros (03/03/94) procedeu-se a semeadura direta nas subparcelas correspondentes, previamente localizadas de forma aleatória e irrigadas, adotando-se o espaçamento de 0,3 m entre plantas e colocando-se cinco sementes peletizadas de alface cv. Elisa por cova a profundidade de 1 cm e cobertas com vermiculita expandida. Paralelamente procedeu-se a semeadura numa sementeira preparada com solo fumigado, onde semeou-se uma semente a cada 1 cm ao longo de sulcos transversais ao canteiro, espaçados entre si a cada 10 cm de distância. As sementes foram cobertas com aproximadamente 1 cm de vermiculita expandida.

Também foi realizada a semeadura nas bandejas de poliestireno expandido, contendo 128 células preenchidas com a mistura na proporção de duas partes de substrato Plantmax e uma parte de vermiculita expandida. Colocou-se uma semente por célula à profundidade de 1 cm, as quais foram cobertas com vermiculita expandida. Após a irrigação, as bandejas foram empilhadas e mantidas por 36 horas no interior de um galpão de alvenaria e posteriormente colocadas num viveiro coberto com polietileno transparente.

No dia anterior ao transplante preparou-se uma solução de abamectin 1,8% CE na dosagem de 1,4 ml/L de água e colocou-se num recipiente, no qual foram colocadas metade das bandejas semeadas. Estas bandejas ficavam flutuando e a solução penetrava através do orifício inferior das células e umedeciam o substrato por capilaridade, sendo retiradas após terem sido absorvidas 700 ml da solução por bandeja.

O transplante das mudas formadas na sementeira e nas bandejas, tratadas ou não com abamectin, foram transplantadas 21 dias após a semeadura em suas respectivas subparcelas, adotando-se o espaçamento de 0,30 m × 0,30 m entre plantas.

3.4 Delineamento experimental

Adotou-se o delineamento experimental de blocos ao acaso, em esquema de parcelas subdivididas, com quatro repetições. As parcelas foram constituídas pelos tratamentos de solo: fumigação com brometo de metila, alqueive durante 65 dias e sucessão tomate-alface; as subparcelas foram constituídas pelos métodos de plantio/tratamento das mudas com abamectin: semeadura direta, transplante de mudas de raiz nua e transplante de mudas formadas em bandejas com ou sem a aplicação de abamectin.

Cada parcela constou de uma área de canteiro de 1,2 m × 7,8 m, a qual foi dividida em quatro subparcelas. Para efeito de avaliação foi eliminada uma planta em cada extremidade das quatro fileiras de plantas das parcelas e nas subparcelas foram avaliadas as plantas das duas fileiras centrais, ou seja, foram avaliadas 12 plantas em cada subparcela.

3.5 Histórico da área, adubação e tratos culturais

A área experimental foi cultivada com café até meados da década de oitenta e posteriormente com culturas anuais, sendo que antes da construção do abrigo o solo foi cultivado

com sorgo granífero, o qual teve sua colheita atrasada e com isso a área se encontrava altamente infestada de plantas daninhas.

Foi necessária a realização de terraplenagem, devido a declividade natural do terreno dificultar a construção do abrigo, afetar a estabilidade climática e as operações de cultivo. Conseqüentemente houve perda da camada mais fértil, portanto para compensar tal perda e em função dos níveis de fertilidade do solo revelado pela análise química procedeu-se a calagem, adição de 2 m³ de esterco de curral, 1 m³ de esterco de galinha, 2 m³ de casca de arroz e realizou-se a fosfatagem e potassagem corretiva. Estes materiais foram incorporados em três etapas, seguindo critérios técnicos.

A área foi ainda cultivada anteriormente com alface que recebeu adubação química baseada na recomendação indicada pela Comissão...(1989), correspondendo a 30, 150 e 120 kg/ha de N, P₂O₅ e K₂O, respectivamente.

No preparo dos canteiros, para a instalação do presente experimento foi aplicada a adubação de plantio correspondendo a metade da recomendada.

As mudas formadas em bandejas foram irrigadas 2 ou 3 vezes ao dia, enquanto a sementeira e os canteiros, onde procedeu-se a semeadura direta, o transplante e condução da cultura, foram irrigadas diariamente por aspersão, de modo a manter o solo próximo à capacidade de campo.

As plantas provenientes da semeadura direta em excesso foram desbastadas em duas etapas, aos quinze dias após a semeadura (DAS) deixando-se duas plantas por cova e aos 21 DAS deixando-se a planta mais vigorosa.

O transplante foi realizado aos 21 DAS, primeiro nas parcelas fumigadas, seguindo-se as mantidas em alqueive e sucedendo o tomate, a fim de evitar contaminação. Este

procedimento também foi adotado na execução dos demais tratamentos culturais que envolvessem contato manual ou de ferramentas com o solo. As mudas de bandeja foram transplantadas no período da manhã e as provenientes da sementeira no final da tarde, as quais foram selecionadas em função do vigor e homogeneidade de tamanho, sendo que as mudas de raiz nua foram retiradas da sementeira com o cuidado de causar o mínimo possível de injúria.

Foram realizadas três adubações de cobertura aos 5, 13 e 20 dias após o transplante (DAT) correspondendo a 20 kg/ha em cada aplicação com nitrogênio na forma de nitrocálcio e na última adubação adicionou-se cloreto de potássio de modo a fornecer 24 kg de K_2O . Foram feitas ainda três pulverizações de adubo foliar aos 10,15 e 22 DAT, com o produto Nutrisan (10,0% de Zn, 4,0% de B; 4,5% de Mg, 2,0% de Mn; 1,0% de Fe, 0,1% de Cu, 1,0% e Mo e 5,0% de S) a 1 g/L.

Para o controle do ataque de trips (*Frankliniella* spp.) foram feitas duas pulverizações com Mevinphos (Phosdrin 185 CE) a 2,5 ml/L, aos 15 e 25 DAS e o controle de plantas daninhas foi feito manualmente.

3.6 Características avaliadas

3.6.1 População final de nematóides

Para a avaliação da população do nematóide *Meloidogyne javanica*, as subparcelas foram divididas em três amostras de raízes e três de solo, cujas médias eram representativas da respectiva subparcela. Cada amostra de raízes correspondeu aos sistemas

radiculares de quatro plantas e cada amostra de solo foi composta de porções de solo coletadas junto aos sistemas radiculares das quatro plantas correspondentes.

As raízes foram cuidadosamente lavadas em baldes com água até a completa remoção das partículas de solo e em seguida foi feita a contagem do número de ovos, segundo a técnica de Hussey e Barker (1973), modificada por Bonetti e Ferraz (1981), na qual as raízes foram picadas em pedaços de 1 a 2 cm de comprimento e trituradas em liquidificador, na rotação máxima, por 20 segundos, adicionando-se uma solução de hipoclorito de sódio a 0,5% nas raízes até recobri-las. A suspensão obtida foi imediatamente passada em peneira de 200 Mesh com poros de 0,074 mm de diâmetro e a suspensão percolante foi colhida num balde. A suspensão obtida foi passada em peneira de 500 Mesh (0,025 mm), onde os ovos foram retirados e recolhidos em becker através de jatos de água da pisseta. Devido a grande quantidade de restos vegetais, dificultando a contagem dos ovos, foi necessário a clarificação da solução, usando a metodologia de Coolen e D'Herde (1972), na qual se colocou nos tubos da centrífuga 1 cm³ de caolin, seguida de agitação e centrifugação por cinco minutos a 1.750 rpm. O líquido sobrenadante foi eliminado e se adicionou solução de sacarose na concentração de 400 g de açúcar por 750 ml de água, agitando a amostra para nova centrifugação a 1.750 rpm por um minuto. O sobrenadante foi vertido sobre a peneira de 500 Mesh, retirando-se o excesso de sacarose através da água e coletando-se os ovos em um beker através da pisseta. Os ovos de *Meloidogyne javanica* foram contados em caixas de contagem utilizando-se microscópio estereoscópico.

A contagem dos juvenis do segundo estágio de *Meloidogyne javanica* foi efetuada pelo método de Flutuação e Centrifugação de Jenkins (1964). De cada amostra de solo retirou-se 100 cm³ e após colocado em um becker completou-se o volume para 600 ml com água. Em

seguida agitou-se por um minuto. A suspensão foi passada em peneiras de 60 Mesh (0,250 mm) sobre 355 Mesh (0,044 mm). Todo o material retido na peneira de 325 Mesh foi coletado e centrifugado por cinco minutos a 1.750 rpm. O sobrenadante foi descartado e adicionou-se solução de sacarose na proporção de 400 g de açúcar em 750 ml de água submetendo-se a agitação e nova centrifugação a 1.750 rpm por um minuto. O sobrenadante foi passado novamente pela peneira de 325 Mesh de onde foram colhidos os juvenis de segundo estágio para serem contadas no microscópio estereoscópico.

3.6.2 Índice de galhas

Após a lavagem das amostras de raízes determinou-se o índice de galhas, baseado numa escala de notas que variou em função da porcentagem de raízes com galhas, ou seja, nota 1 quando apresentava de 0 a 20%, 2 para 21 a 40%, 3 para 41 a 60%, 4 para 61 a 80% e 5 para 81 a 100%. Os resultados foram obtidos a partir da média aritmética das notas atribuídas às plantas de cada subparcela.

3.6.3 Peso médio de plantas na colheita

Quando as plantas de cada subparcela atingiram o máximo desenvolvimento vegetativo foram colhidas, cortando-se o caule rente ao solo, e após a eliminação de folhas exteriores senescentes foram pesadas em uma balança com sensibilidade de 1 g. Os resultados foram expressos em gramas.

3.6.4 Coeficiente de variação do peso das plantas

A partir do peso das plantas colhidas nas duas fileiras centrais das subparcelas determinou-se os respectivos coeficientes de variação

3.6.5 Produção total

A produção total foi determinada a partir da seguinte fórmula:

$$PT = \frac{PMP \times PC \times PPS/100}{1000}$$

onde,

PT = produção total em toneladas

PMP = peso médio das plantas da subparcela em quilograma

PC = população corrigida, o que corresponde à população de plantas por hectare descontada a área ocupada pelos corredores entre canteiros, que no caso do espaçamento de 0,3 m × 0,3 m entre plantas resulta em 88.000 plantas/ha.

PPS = porcentagem de plantas sobreviventes na subparcela.

3.6.6 Porcentagem de sobrevivência de plantas

A porcentagem de plantas sobreviventes foi calculada dividindo-se o número de plantas sobreviventes, por ocasião da colheita, nas duas fileiras centrais das subparcelas pelo estande inicial, no caso doze plantas.

3.6.7 Produção comercial

A produção comercial foi determinada de forma semelhante a da produção total, porém desconsiderando-se as plantas com peso inferior a 170 g para a obtenção do peso médio e considerando estas plantas como não sobreviventes. Os resultados foram expressos em toneladas por hectare.

3.6.8 Classificação das plantas quanto ao peso

A partir da somatória dos pesos das plantas colhidas nas duas fileiras internas das subparcelas foi determinada a porcentagem da produção das plantas com peso superior a 600 g, entre 410 e 600 g, entre 200 e 400 g e inferiores a 200 g.

3.6.9 Duração do ciclo vegetativo

A duração do ciclo vegetativo correspondeu ao número de dias necessários para que as plantas de cada subparcela atingissem o ponto de colheita, a partir da data da semeadura.

O ponto de colheita foi caracterizado pelo surgimento de numerosas folhas longilíneas localizadas no centro da planta, reunidas em molho e dispostas verticalmente.

3.6.10 Altura média de plantas

Imediatamente antes da colheita foram avaliadas as alturas das plantas das duas fileiras centrais das subparcelas, medida a partir do nível do solo até o ápice da planta, e determinada a média aritmética.

3.6.11 Número médio de folhas por planta

Após a colheita e limpeza das folhas externas senescentes foram tomadas quatro plantas, ao acaso, em cada subparcela e destacadas suas folhas procedendo-se a contagem. Foram consideradas as folhas comestíveis com comprimento superior a 8 cm.

3.6.12 Peso médio de folhas

Após a contagem do número de folhas por planta procedeu-se a pesagem e a determinação do peso médio de folhas por planta, cujos dados foram expressos em grama.

3.7 Análise estatística

Os dados referentes a cada uma das características avaliadas foram submetidos ao teste de normalidade e homogeneidade e, quando necessária, determinada a transformação de dados mais adequada. Assim os dados referentes à população final de nematóides, foram transformados em $\log(x + 10)$, o coeficiente de variação do peso médio das plantas foram



transformados em \sqrt{x} , a duração do ciclo vegetativo foram transformados em $\log x$, o número médio de folhas por planta foram transformados em $\sqrt{x + 0,5}$ e as demais variáveis não foram transformadas.

A análise estatística dos dados foi realizada no Sistema de Análise Estatística para Microcomputadores - SANEST (Alves, Machado e Zonta, 1993), separadamente para cada característica.

Procedeu-se, ainda, o estudo de correlações entre as características avaliadas.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 População final de nematóides

Como os dados de contagem do número de juvenis revelaram-se inexpressivos, foi considerado o número de ovos por grama de raiz como representativo da população final do nematóide *Meloidogyne javanica*.

Verificou-se efeitos significativos para os tratamentos de solo, métodos de plantio/tratamento das mudas com abamectin e para a interação.

O baixo coeficiente de variação mostrou boa precisão experimental e satisfatória uniformidade na distribuição populacional do nematóide na área experimental.

Os resultados apresentados na Tabela 2 mostram que em todos os métodos de plantio os tratamentos de solo resultaram em níveis significativamente distintos de população final do nematóide. Tendo em vista a existência de correlação positiva entre a população inicial e final do nematóide, como observada por Olthof e Potter (1973), então assume-se que os tratamentos aos quais o solo foi submetido permitiram estabelecer níveis populacionais iniciais diferenciados do nematóide, conforme hipótese formulada a partir dos trabalhos de Alam, Saxena e Khan (1977); Campos (1987); Di Vito, Greco e Carella (1985); Griffin (1981); Hanna et al. (1993); Huang, Charchar e Tenente (1980); Ponte (1988) e Singh (1975), isto é, o cultivo do

tomateiro tem um efeito multiplicador da população do nematóide e o alqueive um efeito redutor, porém não tão drástico quanto ao obtido com o uso do brometo de metila.

TABELA 2. Efeito de sistemas de manejo do solo, métodos de plantio e do nematicida abamectin na população final de *Meloidogyne javanica*, expressa em número de ovos/100g de raízes de alface. Lavras - MG, 1994.

Manejes do solo	Métodos de Plantio e Tratamento das mudas			
	Semeadura direta	Transplante		
		Mudas de raiz nua	Mudas de bandeja	Mudas de bandeja + Abamectin
Fumigação	1,37 a C	1,29 a C	0,10 a C	0,17 a C
Alqueive	152,76 a B	171,06 a B	69,22 b B	51,26 b B
Sucessão tomate-alface	442,29 a A	465,20 a A	432,12 a A	184,53 b A

Médias seguidas da mesma letra maiúscula, nas colunas, e da mesma letra minúscula, nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

A fumigação do solo com brometo de metila mostrou-se eficiente ao reduzir o inóculo inicial de forma drástica, tornando-se a população final próxima de zero em todos os métodos de plantio testados.

No solo alqueivado, as maiores populações finais ocorreram nos métodos de semeadura direta e transplante de mudas de raiz nua, seguido do método de transplante de mudas de bandejas, tratadas ou não com o abamectin. O que pode ser consequência do fato das plantas semeadas diretamente entrarem em contato com o inóculo já a partir da germinação, possibilitando a ocupação gradativa dos sítios de penetração, os quais são constituídos apenas por raízes novas, enquanto nas mudas de raiz nua os sítios de penetração são ocupados à medida que

as plantas vão regenerando o sistema radicular danificado com o transplante. Ainda no solo alqueivado, o nível de injúria no sistema radicular das mudas de bandeja foi muito reduzido, limitando-se praticamente à poda pelo ar, o que determina desenvolvimento radicular intermediário entre a semeadura direta e o transplante de mudas de raiz nua. Por outro lado, as mudas de bandeja são transplantadas com um volume considerável de raízes maduras e em crescimento, as quais não se constituem sítios de penetração para o fitonematóide.

No solo cultivado anteriormente com o tomateiro, a população final do nematóide foi a mais elevada e semelhante nos três métodos de plantio, exceto quando se tratou as mudas provenientes de bandeja com o abamectin. Isso mostra um possível efeito de proteção temporária ou parcial do produto em relação aos nematóides, como também verificado por Jaenh, Ferreira e Catâneo (1988); Paiva e Tanaka (1986); Shenck e Apt (1987), tendo em vista que o produto apresenta rápida degradação.

A semelhança das populações finais do nematóide nas plantas provenientes dos três métodos de plantio pode ser atribuída ao fato da sucessão tomate-alface ter elevado a população ao nível teto, ocupando todos os sítios de penetração. Portanto, em casos de alto potencial de inóculo, Van Der Planck (1963) considerou previsível o mascaramento de resultados.

Por outro lado, é possível que as plantas provenientes dos métodos de transplante, por disporem de maior número de pontos de penetração, em função da perda da dominância apical e de responderem ao ataque do nematóide com a emissão de novas raízes, e devido à maior capacidade de nutrir os nematóides tenham compensado o menor tempo de exposição a ação do nematóide.

4.2 Índice de galhas

O índice de galhas, usado como parâmetro auxiliar para quantificar a intensidade de danos causados pelo nematóide, devido à relativa facilidade metodológica e rapidez na avaliação, permitiu a detecção de efeito significativo dos tratamentos de solo. E, conforme a Tabela 3, este índice foi maior no sistema radicular das plantas de alface cultivadas no solo anteriormente cultivado com o tomateiro, seguido pelas plantas cultivadas nos solos submetidos ao alqueive e à fumigação.

TABELA 3. Efeito de sistemas de manejo do solo, métodos de plantio e do nematicida abamectin no índice de galhas de *Meloidogyne javanica* em raízes de alface. Lavras - MG, 1994.

Tratamentos	Índice de Galhas ^{1/}
Fumigação	1,1 c
Alqueive	1,7 b
Sucessão tomate-alface	3,9 a
Semeadura direta	2,4 a
Transplante de mudas de raiz nua	2,4 a
Bandeja	2,3 a
Bandeja + abamectin	2,0 a

Médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

^{1/} 0 a 20% de raízes com galhas nota 1; 21 a 40% nota 2; 41 a 60% nota 3; 61 a 80% nota 4 e 81 a 100% nota 5.

Estes dados mostram que houve distinção na intensidade de danos em função dos tratamentos dispensados ao solo, o que reflete um nível muito baixo de infestação no solo fumigado, intermediário no solo mantido em pousio e elevado no solo cultivado anteriormente com o tomateiro, conforme hipótese formulada a partir dos trabalhos de Alam, Saxena e Khan (1977); Campos (1987); Di Vito, Greco e Carella (1985); Griffin (1981); Hanna et al. (1993); Huang (1984); Huang, Charchar e Tenente (1980); Ponte (1988) e Singh (1975).

O emprego do índice de galhas para a estimativa da reprodução do nematóide e como indicador do nível de infecção foi avaliado por Sasser, Kirkpatrick e Dybas (1982), os quais consideraram que, apesar das vantagens práticas, o seu uso exclusivo é inadequado, tendo em vista que a proporção entre galhas e ovos pode variar amplamente em função do hospedeiro e, no caso específico do tabaco infestado por *Meloidogyne incognita*, constataram que em baixos índices de galhas ocorria número de ovos abaixo do estimado e na extremidade da escala o número de ovos superava o esperado.

Neste trabalho o índice de galhas correlacionou-se positivamente com a população final de nematóides e ambos apresentaram correlações semelhantes em relação às demais características avaliadas. Portanto, incluiu-se o índice de galhas como parâmetro auxiliar na discussão do efeito dos níveis de infestação do solo e infecção das plantas sobre as características de crescimento e produção da alface.

4.3 Peso médio de plantas na colheita

Verificou-se efeito significativo do manejo do solo, que estabeleceu níveis crescentes de infestação por *Meloidogyne javanica*, para métodos de plantio/tratamento das mudas com abamectin e para a sua interação.

No caso do solo fumigado, portanto praticamente sem a interferência do nematóide, não houve efeito significativo dos métodos de plantio (Tabela 4). Este resultado é concordante com os obtidos por Ometto e Rengifo (1987) e Silva et al. (1979), os quais também não verificaram diferenças significativas no PMP de alface e chicória, respectivamente, quando comparado os métodos de semeadura direta e transplante de mudas de raiz nua. Entretanto, é discordante dos resultados obtidos por Mondin (1988) e Walworth, Garling e Michaelson (1982), que obtiveram resultados mais favoráveis com o transplante de mudas de raiz nua e de mudas formadas pelo sistema de “plugs”, respectivamente.

As possíveis variações nas respostas das culturas estabelecidas pelos diferentes métodos de plantio se deve, provavelmente, a condições adversas na fase de germinação (Grey, 1976; Guzman, Sanchez e Nagatal, 1989), ao estado fisiológico das mudas, intensidade de injúrias ao sistema radicular, duração e intensidade do estresse hídrico recebido pelas plantas na fase de adaptação pós-transplante (Jones e Schoemaker, 1952; McKee, 1981; Nieuwof, 1969 e Nissley, 1954). Portanto, ao que tudo indica, as condições micrometeorológicas criadas no cultivo protegido e os cuidados dispensados no estabelecimento das plantas permitiram, neste trabalho, reduzir o impacto de fatores adversos, resultando no desempenho semelhante para as plantas provenientes dos métodos de plantio avaliados.

TABELA 4. Efeito de sistemas de manejo do solo, métodos de plantio e do nematicida abamectin no peso médio de plantas de alface, expresso em gramas. Lavras - MG, 1994.

Manejos do solo	Métodos de Plantio e Tratamento das mudas			
	Semeadura direta	Transplante		
		Mudas de raiz nua	Mudas de bandeja	Mudas de bandeja + Abamectin
Fumigação	425 a A	403 a A	427 a A	408 a A
Alqueive	318 a B	383 a AB	396 a AB	388 a A
Sucessão tomate-alface	240 b C	337 a B	353 a B	384 a A

Médias seguidas da mesma letra maiúscula, nas colunas, e da mesma letra minúscula, nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Nas condições de solo submetido ao regime de alqueive e cultivo anterior do tomateiro, portanto com níveis de infestação crescentes do fitonematóide, os quais refletiram a intensidade de infecção deste patógeno, ocorreu tendência de redução do PMP. Sendo que o efeito mais pronunciado do nematóide ocorreu na sementeira direta, atingindo reduções de até 44% no PMP, seguido do transplante de mudas de raiz nua e do transplante de mudas de bandeja, com reduções de até 17%.

Estes resultados mostram claramente a maior suscetibilidade da alface à *M. javanica* na fase inicial do desenvolvimento e maior tolerância, adquirida com a idade, como demonstrado por Bergeson (1968); Brodie e Dukes (1972); Griffin (1981); Griffin e Hunt (1972); Jaffee e Mai (1979); McClure, Ellis e Nigh (1974); Ogbuyi (1976); Olthof (1982); Olthof (1983); Seinhorst e Kozlowska (1977); Shane e Barker (1986); Singh (1975); Wong e Mai (1973) para várias espécies de fitonematóides e de hospedeiros. Conseqüentemente, o método de sementeira direta mostrou maior vulnerabilidade à ocorrência de prejuízos quando a alface é cultivada em

solos infestados por *M. javanica*. Por outro lado, concordando com Hanna et al. (1993), o transplante de mudas com sistema radicular bem desenvolvido antes da sua exposição aos fitonematóides, principalmente quando combinado com outras medidas de controle, pode ser uma alternativa ao uso de agrotóxicos, com a finalidade de reduzir os prejuízos causados por estes parasitas.

Todavia, como no transplante de mudas de raiz nua normalmente causa-se algum nível de injúria ao sistema radicular, portanto este método apresenta dois inconvenientes, aqueles decorrentes do choque de transplante e a redução da tolerância aos fitonematóides, como demonstrado por Olthof (1983). Com isto, o método de transplante de mudas formadas em bandejas mostrou-se vantajoso tanto em condições de solo infestado como livre de nematóides.

A verificação de correlação negativa do índice de galhas e da população final do nematóide com o PMP (Tabela 3A do Apêndice) corroboram a interpretação dos resultados apresentados na Tabela 4, à medida que estabeleceram relação inversa entre a intensidade de infecção e os danos causados ao crescimento da alface. Resultados concordantes foram obtidos por Potter e Olthof (1974) e Schilt, Hartmann e Heimann (1973), enquanto que Olthof e Potter (1973) além de verificarem a existência de correlação negativa entre a população final de *Pratylenchus penetrans* e a produção comercial da alface, verificaram também a existência de correlação positiva entre as populações inicial e final do nematóide.

O tratamento com abamectin, apesar de ter retardado o crescimento das plantas nos primeiros dias após o transplante, não diferiu significativamente das plantas não tratadas, porém permitiu maior estabilidade no PMP sob o efeito de níveis crescentes de infestação (Tabela 4). Verifica-se, ainda, na Tabela 3 uma menor população final do nematóide, quando a alface tratada com abamectin sucedeu o tomateiro, o que mostra proteção parcial do produto.

Algum nível de fitotoxicidade e efeito de proteção apenas parcial também foram constatados por Garabedian e Gundy (1983); Jaehn, Ferreira e Catâneo (1988); Paiva e Tanaka (1986); Schenck e Apt (1987), usando o abamectin no tratamento do tomateiro, cenoura, alface e abacaxi para o controle de *Meloidogyne incognita* e *Rotylenchulus reniformis*.

O desempenho das plantas verificado neste trabalho, mesmo sob a influência do fitonematóide e durante período de temperaturas elevadas (Figura 1), exceto no caso da semeadura direta em sucessão ao tomateiro, foi bastante expressivo à medida que o peso médio das plantas as enquadram nas classes de tamanho mais valorizadas comercialmente, inclusive, pelos mercados mais exigentes e em épocas de grande oferta.

Isto mostra a vantagem do cultivo protegido que, além de permitir o controle de alguns fatores climáticos adversos, possibilita condições mais favoráveis ao crescimento da alface e a obtenção de plantas mais tenras e palatáveis, como também verificado por Segovia (1991). Este autor obteve alface da cultivar Brasil 202 com peso médio de 347 g na estufa e 271 g no ambiente natural, em experimentos realizados em Santa Maria - RS durante o inverno.

Por outro lado, o cultivo protegido apresenta um aparente paradoxo, dentro de um intervalo não determinado, à medida que as condições ambientais favorecem tanto o incremento populacional do nematóide quanto o crescimento da planta. Esta situação, provavelmente tenha subestimado o potencial de danos do nematóide, pois, de acordo com Christie (1959) citado por Lordello e Zamith (1960) as plantas infectadas em condições favoráveis de água e fertilidade podem suportar considerável infestação pelos nematóides das galhas sem ter o seu crescimento ou produção altamente afetados.

4.4 Coeficiente de variação do peso das plantas

O coeficiente de variação, usado como parâmetro de avaliação da homogeneidade do peso das plantas, apresentou efeito significativo para manejo do solo, métodos de plantio/tratamento das mudas com abamectin e sua interação.

As plantas de alface colhidas no solo fumigado apresentaram boa uniformidade, não se constatando diferenças significativas entre os métodos de plantio (Tabela 5). Isto demonstra que foram eficientes os cuidados tomados no sentido de controlar os fatores adversos nas fases de germinação, desenvolvimento das plântulas, transplante e estabelecimento da cultura, tais como: uso de sementes de qualidade, profundidade de semeadura uniforme, cobertura das sementes com vermiculita, manutenção da umidade no caso de semeadura direta; redução das injúrias do sistema radicular, seleção das mudas, transplante em horário apropriado e manutenção da umidade do solo em níveis adequados, no caso de transplante de mudas de raiz nua; uso de sementes de qualidade, controle do nível de salinidade do substrato, semeadura em profundidade uniforme, cobertura das sementes com vermiculita, controle de irrigação, no sentido de evitar deficiência hídrica, lixiviação e danos às plântulas, e proteção das mudas de bandeja, assim como nos demais casos, sob cobertura plástica.

Entretanto estes resultados contrariam aqueles obtidos por Lander, Scully e Storey (1989) com alface do tipo americana cultivada em condições de campo, onde o transplante resultou em melhor uniformidade do que a semeadura direta. Além disso, os autores verificaram grande redução do estande quando semeou diretamente no campo, em consequência de irregularidades na germinação. Portanto, a discrepância de resultados pode ser explicada pelo trabalho de Gray (1976), em que a ocorrência de fatores causadores de desuniformidade na

emergência das plântulas influencia de forma determinante o crescimento, a uniformidade das plantas e a época de colheita.

TABELA 5. Efeito de sistemas de manejo do solo, métodos de plantio e do nematicida abamectin no coeficiente de variação do peso das plantas de alface, expresso em porcentagem. Lavras - MG, 1994.

Manejos do solo	Métodos de Plantio e Tratamento das mudas			
	Semeadura direta	Transplante		
		Mudas de raiz nua	Mudas de bandeja	Mudas de bandeja + Abamectin
Fumigação	19,0 a C	25,7 a A	17,4 a A	15,1 a A
Alqueive	37,4 a B	16,5 b B	11,8 b A	11,1 b A
Sucessão tomate-alface	64,1 a A	29,6 b A	15,0 c A	15,3 c A

Médias seguidas da mesma letra maiúscula, nas colunas, e da mesma letra minúscula, nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

A desuniformidade das plantas, no entanto, não é uma exclusividade da sementeira direta e, segundo McKee (1981), ela pode também ocorrer com o transplante de mudas de raiz nua e varia em função do nível de injúria ocorrido no sistema radicular, condições fisiológicas da planta e variações na intensidade e duração do choque de transplante dentro de uma população de plantas.

Nas condições de alqueive e cultivo anterior do tomateiro, onde o solo foi manipulado no sentido de estabelecer populações iniciais crescentes do fitonematóide, o que, por sua vez, estabeleceu níveis crescentes de infecção, não resultou numa tendência clara de variação da uniformidade das plantas provenientes dos dois métodos de transplante utilizados. Todavia, o

método de semeadura direta mostrou relação direta entre a intensidade de infecção e o nível de desuniformidade das plantas, o que evidencia maior suscetibilidade das plântulas à interferência dos nematóides como demonstrado por Bergeson (1968); Brodie e Dukes (1972); Griffin e Hunt (1972); Jaffee e Mai (1979); McClure, Ellis e Nigh (1974); Ogbuy (1976); Olthof (1982); Seinhorst e Kozłowska (1977) e Wong e Mai (1973). Por outro lado, em experimentos de campo é previsível que a população dos nematóides não apresente distribuição homogênea no solo, o que, segundo Laughlin e Lordello (1977), permite que parte do sistema radicular se mantenha em espaços do solo não infestadas ou que algumas plantas sejam menos seriamente prejudicadas por algum tempo durante o ciclo, resultando em altura desuniforme das plantas. A possibilidade de variações na quantidade e localização dos nematóides determinando respostas diferenciadas das plantas e, portanto, desuniformidade da cultura foram também consideradas por Wong e Mai (1973).

O coeficiente de variação analisado separadamente, mostrou que no solo fumigado, portanto livre da interferência dos nematóides, a uniformidade das plantas não foi afetada pelos métodos de plantio e pelo uso do abamectin e que os métodos de transplante mantiveram boa uniformidade das plantas sob a interferência dos nematóides, o que não aconteceu no caso de semeadura direta.

4.5 Produção total

Verificou-se efeito significativo dos fatores simples e da interação entre manejo do solo e métodos de plantio/tratamento das mudas com abamectin para a produção total (PTO).

Em termos estatísticos, evidenciados pelo teste de médias, a produção total (Tabela 6) apresentou a mesma tendência observada no peso médio de plantas (Tabela 4), exceto no caso da produção obtida no solo submetido ao alqueive, onde a semeadura direta apresentou potencial de produção total inferior ao obtido com o transplante de mudas de bandejas, tratadas ou não com abamectin e, por sua vez, o transplante de mudas de raiz nua não diferiu estatisticamente dos demais métodos de plantio. A alta correlação positiva observada entre a PTO e o PMP ($r = 0,94^{**}$) justifica esta semelhança de resultados.

TABELA 6. Efeito de sistemas de manejo do solo, métodos de plantio e do nematicida abamectin na produção total da alface, expresso em toneladas por hectare. Lavras - MG, 1994.

Manejes do solo	Métodos de Plantio e Tratamento das mudas			
	Semeadura direta	Transplante		
		Mudas de raiz nua	Mudas de bandeja	Mudas de bandeja + Abamectin
Fumigação	37,4 a A	35,4 a A	37,6 a A	35,9 a A
Alqueive	28,0 b B	32,9 ab AB	34,8 a AB	34,2 a A
Sucessão tomate-alface	11,6 b C	29,0 a B	31,1 a B	33,8 a A

Médias seguidas da mesma letra maiúscula, nas colunas, e da mesma letra minúscula, nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

À medida que a produção total incorpora não só o peso médio de plantas, mas também o estande final, então o potencial de danos dos fitonematóides e a maior vulnerabilidade da semeadura direta a este patógeno se tornaram mais evidentes. Assim, enquanto a redução na produção total não ultrapassou os 18%, quando se adotou o transplante como método de plantio, na semeadura direta a redução atingiu 69%.

4.6 Porcentagem de sobrevivência de plantas

A utilização de vermiculita cobrindo as sementes peletizadas permitiu germinação rápida, uniforme e praticamente integral; com os cuidados tomados para reduzir o choque de transplante das mudas de raiz nua houve murcha e morte de algumas folhas, porém sem a ocorrência de morte das plantas; as mudas de bandeja não exibiram sintomas aparentes de choque de transplante. Portanto, com os cuidados tomados no estabelecimento e desenvolvimento das plantas foi possível obter estande final de 100% no caso do solo fumigado (Tabela 7).

TABELA 7. Efeito de sistemas de manejo do solo, métodos de plantio e do nematicida abamectin na porcentagem de sobrevivência de plantas de alface. Lavras - MG, 1994.

Manejos do solo	Métodos de Plantio e Tratamento das mudas			
	Semeadura direta	Transplante		
		Mudas de raiz nua	Mudas de bandeja	Mudas de bandeja + Abamectin
Fumigação	100,0	100,0	100,0	100,0
Alqueive	100,0	97,9	100,0	100,0
Sucessão tomate-alface	53,9	97,9	100,0	98,2

Houve pequena porcentagem de mortalidade das plantas oriundas de transplante, próximo ao período de colheita, em algumas sub-parcelas localizadas em solo não fumigado, em consequência da ocorrência de *Sclerotinia sclerotiorum*.

Ocorreu elevada porcentagem de mortalidade nas plântulas provenientes de semeadura direta em solo cultivado anteriormente com tomateiro, portanto sob alta infestação do nematóide. Neste caso, as plântulas apresentavam paralisação do crescimento, seguida de amarelecimento das folhas, murcha, tombamento e morte. No entanto, quando a redução do crescimento ocorria em plantas com maior idade, os sintomas não progrediam além da perda parcial da turgescência nas horas mais quentes do dia, porém não atingiam tamanho comercial.

A ocorrência de morte de plantas de pepino provenientes de semeadura direta também foi constatada por Huang e Blandina (1980) em solo esterilizado e inoculado densamente com *Meloidogyne incognita*. Entretanto, segundo Laughlin e Lordello (1977), esta ocorrência não é comum, mas possível em experimentos de campo com populações muito altas.

De acordo com Agrios (1988), os distúrbios causados às plantas por nematóides das galhas, freqüentemente são agravados por alguns fungos fitopatogênicos, os quais podem facilmente atacar os tecidos debilitados das raízes, bem como as células hipertrofiadas e não diferenciadas das galhas. Além disso, alguns fungos, como o *Pythium*, *Fusarium*, *Rhizoctonia*, *Phytophthora* e *Verticillium* crescem e se reproduzem mais rapidamente nas galhas, do que em outras partes das raízes, induzindo assim um colapso prematuro dos tecidos das raízes.

Portanto, a mortalidade de plantas constatada neste experimento pode ser atribuída tanto a ação direta do nematóide quanto a ação de patógenos oportunistas.

4.7 Produção comercial

Tal como no peso médio de planta (PMP) e na produção total (PTO), também na produção comercial (PCO) verificou-se efeito significativo dos fatores simples e das interações entre manejo do solo e métodos de plantio/tratamento das mudas com abamectin.

Além de apresentar comportamento semelhante nas análises de variância, as variáveis PMP, PTO e PCO apresentaram-se diretamente correlacionadas e comparando-se a PCO com a PTO e PMP (Tabelas 8, 6 e 4) constata-se que as tendências são semelhantes, porém mais indicativas do efeito deletério do nematóide. Ao desconsiderar-se as plantas com peso inferior a 170 g (Tabela 8), ocorreu redução da produção comercial da alface de 4,6% e 30,2% na semadura direta e de 0,6% e 6,2% no transplante de mudas de raiz nua, em relação à produção total, seguindo o alqueive e o plantio do tomateiro, respectivamente. Enquanto que não ocorreu descarte de plantas provenientes do transplante de mudas formadas em bandejas.

TABELA 8. Efeito de sistemas de manejo do solo, métodos de plantio e do nematicida abamectin na produção comercial da alface, expresso em toneladas por hectare. Lavras - MG, 1994.

Manejes do solo	Métodos de Plantio e Tratamento das mudas				
	Semeadura direta	Transplante			
		Mudas de raiz nua	Mudas de bandeja	Mudas de bandeja + Abamectin	
Fumigação	37,4 a A	35,4 a A	37,6 a A	35,6 a A	
Alqueive	26,7 b B	32,7 ab B	34,8 a AB	34,2 a A	
Sucessão tomate-alface	8,1 c C	27,2 b B	31,1 a B	33,8 a A	

Médias seguidas da mesma letra maiúscula, nas colunas, e da mesma letra minúscula, nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Este resultado, analisado conjuntamente com os anteriormente apresentados, mostrou que à medida que a infestação do fitonematóide aumenta ocorre redução do PMP, aumenta a desuniformidade das plantas, diminui a produção total e aumenta a produção de plantas com tamanho insuficiente para atender as exigências do mercado. Este comportamento é mais acentuado na semeadura direta, onde foi agravado pela mortalidade de plantas, e numa intensidade menor e decrescente no transplante de mudas de raiz nua e no transplante de mudas formadas em bandejas.

A redução de 78%, 23%, 17% e 5% na produção comercial obtida na semeadura direta, transplante de mudas de raiz nua, transplante de mudas de bandeja não tratadas e tratadas com abamectin, respectivamente, quando a alface sucedeu o tomateiro, em relação aos resultados obtidos no solo fumigado, mostrou o potencial de dano relativo do fitonematóide. Dessa forma a semeadura direta da alface mostrou-se notavelmente vulnerável à ocorrência de prejuízos, enquanto que o transplante se apresentou como uma possível medida complementar de manejo, visando o controle e a produção econômica da alface em solos infestados por *Meloidogyne javanica*. Hanna et al. (1973) também chegaram a resultados semelhantes ao estudarem métodos de plantio de pepino em solo naturalmente infestado por *Meloidogyne incognita*.

A correlação negativa verificada entre a população final de *M. javanica* e o índice de galhas, que refletiram a intensidade de infecção do nematóide, e a produção comercial mostraram comportamento semelhante aos estudos desenvolvidos por Olthof e Potter (1973), com *Pratylenchus penetrans*; por Potter e Olthof (1974) com *P. penetrans* e *M. hapla*; e por Schilt, Hartmann e Heimann (1973) com *M. incognita* em alface.

Exceto no caso da semeadura direta em solo cultivado anteriormente com o tomateiro, a produção comercial obtida neste trabalho, na maioria dos casos, superou as

produtividades alcançadas em regiões de cultivos tradicionais e de condições edafo-climáticas favoráveis, que segundo Filgueira (1982) varia de 20 a 30 t/ha para a alface do grupo manteiga.

Exceto no caso já mencionado, os resultados igualaram-se ou superaram também aos obtidos por Segóvia (1991), em que a produtividade verificada em estufa durante o inverno no Rio Grande do Sul foi de 27,2 t/ha. Portanto, se por um lado, os resultados obtidos mostraram bom desempenho da alface em condições de temperatura mais elevadas e sob cobertura plástica e, por outro lado, as condições de ambiente protegido, mais favoráveis ao crescimento das plantas, pode ter subestimado o efeito dos nematóides. Esta hipótese encontra respaldo no trabalho de Christie (1959), citado por Lordello e Zamith (1960), em que verificou-se que as plantas infectadas em condições favoráveis de água e fertilidade podem suportar considerável nível de infecção pelos nematóides das galhas sem ter o seu crescimento ou a produção seriamente afetados.

Os resultados alcançados com a conjugação do alqueive e do transplante de mudas formadas em bandejas, à medida que permitiram uma considerável redução populacional do nematóide e a obtenção de produção comercial semelhante a obtida no solo fumigado, indicam a sua aplicabilidade prática visando a exploração econômica de solos infestados com *Meloidogyne javanica* para o cultivo da alface.

4.8 Classificação das plantas quanto ao peso

As porcentagens de produção de plantas com peso superior a 600 g e com peso entre 200 e 400 g não foram influenciadas pelos sistemas de manejo de solo empregados e métodos de plantio, devido talvez ao escape a infecção. Contudo, a porcentagem de produção de

plantas com peso entre 410 e 600 g foi influenciada pelo manejo do solo; e a porcentagem de produção de plantas com peso inferior a 200 g foi afetada pelo manejo do solo, métodos de plantio/tratamento das mudas com abamectin e, neste caso, a interação mostrou-se significativa.

Mais de 90% da produção total está compreendida nas classes de peso entre 200 e 400 e 410 e 600 g (Tabelas 9 e 10). A participação das plantas com peso superior a 600 g na produção total foi pequena e não mostrou ser influenciada pelos tratamentos de solo e métodos de plantio/tratamento das mudas de bandeja com abamectin.

Houve pequena participação, também, das plantas com peso inferior a 200 g na produção total, exceto no caso de semeadura direta em solo cultivado anteriormente com o tomateiro, em que as plantas provenientes da semeadura direta apresentaram uma proporção considerável, seguida pelo transplante de mudas de raiz nua.

TABELA 9. Efeito de sistemas de manejo do solo, métodos de plantio e do nematicida abamectin na porcentagem de produção de plantas de alface com peso inferior a 200 g. Lavras - MG, 1994.

Manejos do solo	Métodos de Plantio e Tratamento das mudas			
	Semeadura direta	Transplante		
		Mudas de raiz nua	Mudas de bandeja	Mudas de bandeja + Abamectin
Fumigação	0,0 a C	0,0 a B	0,0 a A	0,8 a A
Alqueive	4,4 a B	0,7 a B	0,0 a A	0,0 a A
Sucessão tomate-alface	37,3 a A	6,4 b A	0,0 c A	0,0 c A

Médias seguidas da mesma letra maiúscula, nas colunas, e da mesma letra minúscula, nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.


TABELA 10. Efeito de sistemas de manejo do solo, métodos de plantio e do nematicida abamectin na porcentagem de produção de plantas de alface classificadas quanto ao peso. Lavras - MG, 1994.

Tratamentos	> 600 g	410 a 600 g	200 a 400 g
Fumigação	1,9 a	55,7 a	36,7 b
Alqueive	1,1 a	37,7 b	51,3 ab
Sucessão tomate-alface	0,0 a	24,0 c	57,7 a
Semeadura direta	2,2 a	32,8 a	37,1 a
Transplante de mudas de raiz nua	1,8 a	36,9 a	54,1 a
Bandeja	0,0 a	44,8 a	48,3 a
Bandeja + abamectin	0,0 a	35,9 a	54,7 a

Médias seguidas da mesma letra minúscula, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Vários trabalhos tem mostrado que este efeito é consequência da menor tolerância das plântulas à infecção do nematóide (Bergeson, 1968; Brodie e Dukes, 1972; Griffin, 1981; Griffin e Hunt, 1972; Jaffee e Mai, 1979; McClure, Ellis e Nigh, 1974; Ogbuyi, 1976; Olthof, 1982; Olthof, 1983; Seinhorst e Kozlowska, 1977; Shane e Barker, 1986; Singh, 1975; Wong e Mai, 1973), à maior intensidade da doença causada por níveis de infestação crescentes (Abawi e Mai, 1980; Huang e Blandina, 1980; Olthof e Potter, 1973; Potter e Olthof, 1974; Schilt, Hartmann e Heimann, 1973; Wong e Mai, 1973) e pela redução da tolerância nas mudas de raiz nua, em função de injúria causadas ao sistema radicular com a operação de transplante (Olthof, 1983).

Nas condições de solo fumigado, portanto praticamente sem a interferência dos nematóides, tornou-se possível avaliar as potencialidades dos métodos de plantio quanto à maior



proporção de produção nas classes de maior tamanho de planta, ou seja, as mais valorizadas comercialmente e que mais contribuíram para o aumento de produtividade (Figura 2). Assim sendo, o transplante de mudas de bandeja se mostrou mais vantajoso, seguido pela semeadura direta e pelo transplante de mudas de raiz nua. Aqui também torna-se possível constatar o efeito fitotóxico do abamectin, o qual diminuiu a velocidade de crescimento das plantas e aumentou a proporção de plantas menores, em relação às plantas provenientes de bandeja sem o produto.

Em solos infestados por nematóides, portanto, o transplante se mostra o método mais conveniente, principalmente quando se utiliza mudas produzidas em bandejas, pois estas apresentaram menor choque de transplante, maior tolerância ao nematóide e produziram somente plantas de tamanho comercializável.

Os coeficientes de correlação apresentados na Tabela 3A do Apêndice evidenciaram o efeito negativo que a produção de plantas de menor tamanho exerceu sobre a produção total e comercial, bem como a relação direta entre a população final do nematóide e o aumento da proporção de plantas menores produzidas.

4.9 Duração do ciclo vegetativo

O ciclo vegetativo da alface foi influenciado pelo manejo do solo e métodos de plantio/tratamento das mudas com abamectin e as suas interações mostraram-se significativas.

No caso do solo fumigado, portanto praticamente sem a interferência do nematóide, o transplante de mudas de raiz nua resultou em atraso de 3 ou 4 dias para atingir o ponto de colheita, em relação ao transplante de mudas formadas em bandeja e à semeadura



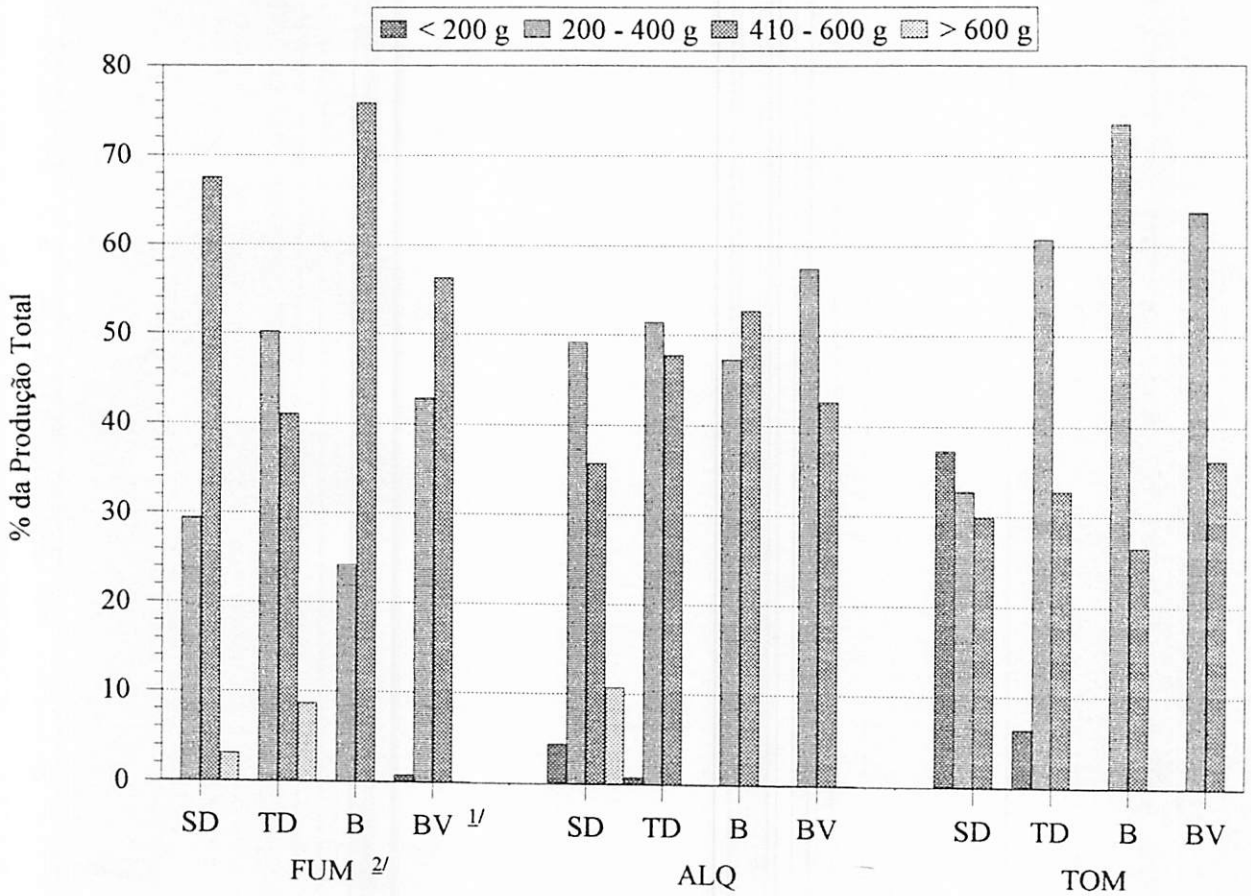
...de produção das células do tecido conjuntivo. O papel do ...
 ...e que ...
 ...o ...
 ...
 ...
 ...
 ...

...
 ...
 ...
 ...
 ...
 ...
 ...

...
 ...
 ...
 ...
 ...
 ...
 ...

...
 ...
 ...
 ...
 ...
 ...
 ...

...
 ...
 ...
 ...
 ...
 ...
 ...



^{1/} Métodos de plantio/tratamento das mudas: SD = semeadura direta; TD = transplante direto; B = transplante de mudas de bandeja; BV = transplante de mudas de bandeja tratadas com abamectin.

^{2/} Tratamentos de solo: FUM = solo fumigado; ALQ = solo alqueivado; TOM = solo cultivado anteriormente com o tomateiro.

FIGURA 2. Porcentagem de produção total das plantas classificadas quanto ao peso, em função do manejo do solo, métodos de plantio e tratamento das mudas de alface com o nematicida abamectin. Lavras - MG, 1994.

direta, respectivamente, que não diferiram entre si (Tabela 11). Este resultado é concordante com os obtidos por Andresen e Frenz (1977), Mondin (1988), Rebouças, Ribeiro e Galvão Filho (1989) e Walworth, Garling e Michaelson (1992), quanto à maior precocidade resultante da

semeadura direta, e também concorda com as divulgações do fabricante de bandejas e substratos (Grupo, 1990) quanto a maior precocidade das culturas transplantadas com mudas formadas em bandejas, em relação ao transplante de mudas de raiz nua.

TABELA 11. Efeito de sistemas de manejo do solo, métodos de plantio e do nematicida abamectin na duração do ciclo vegetativo da alface, expresso em dias. Lavras - MG, 1994.

Manejes do solo	Métodos de Plantio e Tratamento das mudas			
	Semeadura direta	Transplante		
		Mudas de raiz nua	Mudas de bandeja	Mudas de bandeja + Abamectin
Fumigação	53 b C	57 a B	54 b B	54 b B
Alqueive	55 b B	58 a AB	56 b A	56 b A
Sucessão tomate-alface	60 a A	59 a A	56 b A	55 b AB

Médias seguidas da mesma letra maiúscula, nas colunas, e da mesma letra minúscula, nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

O prolongamento do ciclo das plantas transplantadas diretamente, de acordo com McKee (1981), é uma das conseqüências do choque de transplante, o qual, em condições mais adversas, pode resultar até na morte de plantas.

Além de contornar o problema do choque de transplante, a utilização de mudas de bandeja resultou em precocidade equivalente a obtida com o método de semeadura direta, com a vantagem da cultura ocupar a área de plantio por menor tempo. Esta vantagem se traduz em aumento de produtividade, pela maior produção/área/ano, o que é importante, sobretudo, para os alfaceiros com limitações de área e no caso do cultivo protegido permite maximizar o uso

dos fatores de produção e potencializar o retorno do capital investido na construção das estufas ou abrigos.

Nas condições de solo submetido ao alqueive e cultivo anterior do tomateiro, portanto com populações crescentes do fitonematóide, o que reflete a intensidade de infecção deste patógeno, verificou-se tendência de prolongamento do ciclo vegetativo da alface, mais acentuada no caso da semeadura direta, inclusive, chegando a se igualar à duração do ciclo das plantas oriundas do transplante de mudas de raiz nua.

Estes resultados demonstraram a maior suscetibilidade da alface à *M. javanica* na fase inicial do desenvolvimento, como demonstrado por Bergeson (1968); Brodie e Dukes (1972); Griffin (1981); Griffin e Hunt (1972); Jaffee e Mai (1979); McClure, Ellis e Nigh (1974); Ogbuyi (1976); Olthof (1982); Olthof (1983); Seinhorst e Kozłowska (1977); Shane e Barker (1986); Singh (1975); Wong e Mai (1973) para várias espécies de fitonematóides e de hospedeiros. Bem como, a maior intensidade de danos ao crescimento das plantas à medida que se aumenta a população inicial dos nematóides e a intensidade de infecção, demonstradas por Abawi e Mai (1980); Huang e Blandina (1980); Olthof e Potter (1973); Potter e Olthof (1974) e Schilt, Hartmann e Heimann (1973).

Considerando que a infecção causada pelos fitonematóides causam estresse de natureza biótica, torna-se cabível a extensão das considerações propostas por McKee (1981), nas quais o prolongamento do ciclo da planta é considerado como consequência das condições causadoras de estresse.

Verifica-se na Tabela 3A do Apêndice que a duração do ciclo vegetativo da alface correlacionou-se positivamente com a população final de nematóides e com o índice de galhas, o que reflete uma relação direta entre a intensidade de infecção e os danos causados ao

crescimento da planta, expresso neste caso através do atraso para as plantas atingirem o ponto de colheita.

Embora tenha sido constatado retardamento do crescimento das plantas tratadas com abamectin nos primeiros dias após o transplante, os resultados mostraram que tal efeito foi temporário e que tais plantas foram capazes de se recuperarem e igualarem o ciclo vegetativo ao das plantas não tratadas.

4.10 Altura média de plantas

Para altura média de plantas verificou-se efeito significativo para manejo do solo, métodos de plantio/tratamento das mudas com abamectin e sua interação.

Nas condições de solo fumigado, as plantas transplantadas a partir de mudas de raiz nua apresentaram menor altura (Tabela 12), em relação àquelas semeadas diretamente e transplantadas por meio de mudas formadas em bandejas, sem no entanto diferirem significativamente daquelas plantas provenientes de bandejas e tratadas com abamectin. Isto evidencia a existência de danos ao crescimento em função do choque de transplante, conforme McKee (1981).

À medida que o alqueive e a sucessão tomate-alface favoreceram o estabelecimento de níveis de infestação crescentes, em relação ao solo fumigado, houve tendência de redução da altura das plantas semeadas diretamente, mais drástica do que nos demais métodos de plantio. Este resultado segue a mesma tendência dos verificados em outras características de crescimento e produção, positivamente correlacionados (Tabela 3A do Apêndice) entre si.

TABELA 12. Efeito de sistemas de manejo do solo, métodos de plantio e do nematicida abamectin na altura de plantas de alface, expresso em centímetros. Lavras - MG, 1994.

Manejos do solo	Métodos de Plantio e Tratamento das mudas			
	Semeadura direta	Transplante		
		Mudas de raiz nua	Mudas de bandeja	Mudas de bandeja + Abamectin
Fumigação	28,3 a A	23,8 b B	27,5 a A	26,5 ab A
Alqueive	25,3 a B	26,3 a A	25,5 a AB	26,8 a A
Sucessão tomate-alface	19,5 b C	25,5 a AB	25,0 a B	25,5 a A

Médias seguidas da mesma letra maiúscula, nas colunas, e da mesma letra minúscula, nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

4.11 Número e peso médio de folhas por planta

Verificou-se que o número e o peso médio das folhas na planta são influenciados pelos métodos de plantio/tratamento das mudas com abamectin e pelo manejo do solo, que se comportaram independentemente para o número médio de folhas, enquanto que para o peso médio das folhas a interação foi significativa.

Verificou-se que 91,4% do peso das plantas de alface da cv. Elisa corresponde às folhas e como pode-se observar na Tabela 3A do Apêndice existiu estreita relação entre o número de folhas, peso médio das folhas e peso médio das plantas.

O número de folhas aproveitáveis da alface foi significativamente reduzido pela infestação do nematóide no solo submetido ao alqueive e cultivo anterior do tomateiro,

comparado com a fumigação, e pela semeadura direta em relação aos métodos de transplante (Tabela 13).

TABELA 13. Efeito de sistemas de manejo do solo, métodos de plantio e do nematicida abamectin no número de folhas por planta de alface. Lavras - MG, 1994.

Tratamentos	Número de Folhas
Fumigação	33,3 a
Alqueive	31,4 b
Sucessão tomate-alface	30,5 b
Semeadura direta	29,5 b
Transplante de mudas de raiz nua	32,8 a
Bandeja	32,4 a
Bandeja + abamectin	32,2 a

Médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Na Tabela 14 observa-se que o peso médio das folhas das plantas semeadas diretamente decresceu com o aumento da população do nematóide e, quando cultivou-se o tomateiro antes da alface, houve menor peso médio das folhas das plantas semeadas diretamente, em relação às transplantadas com mudas de bandeja.

Portanto, estes resultados mostraram claramente o efeito deletério das infestações crescentes do nematóide sobre o crescimento das plantas de alface, principalmente quando estas foram cultivadas pelo método de semeadura direta. Neste caso a penetração do fitonematóide ocorreu durante o estágio de menor tolerância das plantas, ou seja, o contato do parasita com as raízes iniciou-se desde o processo de germinação das sementes.

TABELA 14. Efeito de sistemas de manejo do solo, métodos de plantio e do nematicida abamectin no peso médio das folhas de alface, expresso em gramas. Lavras - MG, 1994.

Manejos do solo	Métodos de Plantio e Tratamento das mudas			
	Semeadura direta	Transplante		
		Mudas de raiz nua	Mudas de bandeja	Mudas de bandeja + Abamectin
Fumigação	12,3 a A	11,3 a A	11,1 a A	11,0 a A
Alqueive	10,0 a B	10,5 a A	11,5 a A	11,3 a A
Sucessão tomate-alface	7,7 b C	9,5 ab A	10,7 a A	11,1 a A

Médias seguidas da mesma letra maiúscula, nas colunas, e da mesma letra minúscula, nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

A redução do número de folhas aproveitáveis para o consumo por planta e do peso médio destas folhas pode ser atribuído ao efeito deletério do nematóide nos processos fisiológicos da planta, resultando em menor expansão foliar e na indução da senescência prematura das folhas, conforme observações durante a colheita e avaliação do experimento.

Este efeito é consequência da doença causada pelos fitonematóides, a qual, segundo Agrios (1988), é um processo complexo, onde ocorre o decréscimo da capacidade funcional das raízes, responsável pelo desequilíbrio hídrico e nutricional da planta. Em alguns casos, entretanto, são as interações bioquímicas resultantes da relação entre a planta e o nematóide, as quais prejudicam como um todo os processos fisiológicos da planta, e o papel que os nematóides desempenham na entrada de outros patógenos que são os principais responsáveis pela ocorrência de danos às plantas. Enquanto que os danos mecânicos ou o consumo de alimentos das plantas pelos nematóides são, geralmente, menos importantes, mas pode assumir maior importância quando a população do nematóide torna-se muito alta..

5 CONCLUSÕES

Nas condições em que o trabalho foi realizado e com base na interpretação dos resultados obtidos e analisados, chegou-se às seguintes conclusões:

- a) A proteção da cobertura plástica permitiu a obtenção de produção qualitativa e quantitativamente acima dos padrões da cultura no ambiente natural em época de temperaturas mais elevadas, exceto no caso da semeadura direta em sucessão ao tomateiro, ou seja, com elevada infestação com *Meloidogyne javanica*.
- b) O plantio da alface após a fumigação do solo, alqueive e em sucessão ao tomateiro resultou em níveis populacionais de *Meloidogyne javanica* e índices de galhas diferenciados e crescentes;
- c) os efeitos prejudiciais do fitonematóide na produção da alface se mostraram dependentes da intensidade de infecção e do método de plantio, que causou diferenças na intensidade de infecção. Sendo que o cultivo sucedendo o tomateiro resultou nas maiores populações finais do nematóide, que foram semelhantes nos três métodos de plantio, mas afetou mais seriamente as plantas provenientes de semeadura direta;

- d) o fitonematóide, de modo geral, reduziu o número de folhas por planta, o peso médio de planta, a produção total e comercial, prolongou o ciclo da alface, diminuiu a porcentagem de plantas com peso entre 410 g e 600 g e aumentou a porcentagem de plantas com peso entre 200 g e 400 g, de forma mais acentuada no método de semeadura direta;
- e) no caso específico da semeadura direta, o fitonematóide reduziu o estande, a altura das plantas, o peso médio das folhas por planta e a homogeneidade das plantas e aumentou a porcentagem de plantas com peso inferior a 200 g;
- f) o transplante de mudas reduziu o tempo de permanência das plantas na área de cultivo, o que permite maior número de colheitas por área durante o ano, em relação à semeadura direta;
- g) o uso de mudas de bandeja em relação ao transplante de mudas de raiz nua apresentou-se mais vantajoso pelo reduzido choque de transplante, maior precocidade para a colheita, maior uniformidade das plantas e maior potencial de produção à medida que aumentou a intensidade de infecção do nematóide;
- h) na ausência do nematóide (solo fumigado) os métodos de plantio apresentaram produções semelhantes, no entanto os métodos de semeadura direta e transplante de mudas formadas em bandejas de isopor produziram maiores porcentagens de plantas maiores, as mais valorizadas comercialmente;
- i) embora não tenha afetado significativamente a produção, o abamectin retardou o crescimento das plantas temporariamente após a sua aplicação e não apresentou eficiente efeito nematicida.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

1. Os resultados obtidos com o tratamento das mudas com abamectin se mostraram preliminares e inconclusivos, necessitando, portanto, estudos mais detalhados quanto a dosagens, métodos de aplicação, necessidade de reaplicação, persistência de resíduos na planta, intensidade da fitotoxidez, determinação do limiar de infestação na qual se justificaria técnica e economicamente a sua integração às medidas de controle dos fitonematóides.
2. Considerando que na instalação e condução do experimento foram dadas as condições mais favoráveis possíveis e disponíveis, a extrapolação dos resultados deve levar em consideração as possíveis variações ambientais e tecnológicas.
3. À medida que a temperatura, umidade do solo e cultivo sucessivo de plantas hospedeiras favorecem o aumento populacional do nematóide e, por outro lado, as condições ambientais favorecem o crescimento e produção da alface em ambiente protegido, então os resultados sugerem a realização de novos experimentos para avaliar o efeito de intensidades de infestação e táticas de manejo de fitonematóides em ambiente natural e protegido.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABAWI, G.S.; MAI, W.F. Effects of initial population densities of *Heterodera schachtii* on yield of cabbage and table in New York State. **Phytopathology**, St. Paul, v.70, n.6, p.481-485, 1980.
- AGRIOS, G.N. **Plant Pathology**. 3.ed. San Diego: Academic Press, 1988. 803p.
- ALAM, M.M.; SAXENA, S.K.; KHAN, A.M. Influence of different cropping sequences on soil population of plant parasitic nematodes. **Nematologia Mediterranea**, Bari, v.5, p.65-72, 1977.
- ALVES, M.I.F.; MACHADO, A.A.; ZONTA, E.P. Tópicos especiais de estatística experimental utilizando o SANEST (Sistema de Análise Estatística para Microcomputadores). In: SIMPÓSIO DE ESTATÍSTICA APLICADA À EXPERIMENTAÇÃO AGRONÔMICA, 5, e REUNIÃO DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 38, Porto Alegre, 1993. **Trabalho apresentado...** Porto Alegre: UFRS, 1993. 110p.
- ANDRESEN, F.; FRENZ, F.W. Comparison between direct sowing and transplanting of head lettuce. **Gemüse**, v.12, n.5, p.163-165, 1976. In: HORTICULTURAL ABSTRACTS, Farnham Royal, v.47, n.8, p.622, 1977. (Abst. 7395).
- ARISMENDI, L.G. Efeito de métodos de produção de mudas de população no rendimento de repolho (*Brassica oleracea* var. *capitata*). Viçosa: UFV, 1975. 69p. (Tese - Mestrado em Fitotecnia).
- BARKER, K.R.; OLTHOF, T.H.A. Relationships between nematode population densities and crop responses. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v.14, p.327-353, 1976.
- BERGESON, G.B. Evaluation of factors contributing to the pathogenicity of *Meloidogyne incognita*. **Phytopathology**, St. Paul, v.58, p.49-53, jan. 1968.
- BITTENCOURT, C.; REIFSCHNEIDER, F.J.B.; CORDEIRO, C.M. **Índice de doenças de hortaliças no Brasil**. Brasília: EMBRAPA-CNPQ, 1985. v.3, 88p. (Nematóides).
- BONETTI, J.I.S.; FERRAZ, S. Modificações do método de Hussey & Barker para extração de ovos de *Meloidogyne incognita* em raízes de cafeeiro. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.6, n.3, p.553, 1981.

- BRODIE, B.B.; DUKES, P.D. The relationship between tobacco yield and time of infection with *Meloidogyne javanica*. *Journal of Nematology*, Lawrence, v.4, n.2, p.80-83, Apr. 1972.
- CAMPOS, V.P. Danos e prejuízos causados por fitonematóides. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v.16, n.172, p.14-15, 1992.
- X CAMPOS, V.P. Doenças causadas por nematóides. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v.11, n.122, p.21-28, fev. 1985.
- CAMPOS, V.P. Doenças causadas por nematóides em alface, alcachofra, quiabo, chicória e morango. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, (no prelo).
- CAMPOS, V.P. Sobrevivência de *Meloidogyne javanica* no solo e em raízes de tomateiro. *Summa Phytopathologica*, Jaguariúna, v.13, n.3-4, p.191-196, 1987.
- X CAMPOS, V.P.; STURHAN, D. Ocorrência e distribuição de nematóides em hortaliças em Minas Gerais. *Nematologia Brasileira*, Piracicaba, v.11, p.153-158, 1987.
- CASALI, V.W.D.; SILVA, R.F. de; RODRIGUES, J.J.V.; SILVA, J.F. da; CAMPOS, J.P. de. **Anotações de aula teórica sobre produção de alface**. Viçosa: UFV, 1979. 21p. (mimeografado).
- CASTRO NETTO, P.; SEDIYAMA, G.C.; VILELA, E.A. de. Probabilidade de ocorrência de períodos secos em Lavras, Minas Gerais. *Ciência e Prática*, Lavras, v.4, n.1, p.45-55, jan./jun. 1980.
- COBBE, R.V.; JABUONSKI, R.E. A importância econômica e social das plantas olerícolas. In: FERREIRA, M.E.; CASTELLANE, P.D.; CRUZ, M.C.P. da (eds). **Nutrição mineral de hortaliças**. Piracicaba: POTAFOS, 1993. p.1-14. (Anais do Simpósio sobre nutrição e adubação de hortaliças, Jaboticabal, 1990).
- COELHO, R.G. **Métodos de produção e idade de transplante de mudas de alface (*Lactuca sativa* L.)**. Viçosa: UFV, 1980. 117p. (Tese - Doutorado em Fitotecnia).
- COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 4ª aproximação**. Lavras, 1989. 159p.
- COOLEN, W.A.; D'HERDE, C.J. **A method for the quantitative extraction of nematodes from plant tissue**. Ghent: State Agricultural Centre, 1972. 77p.
- DI VITO, M.; GRECO, N.; CARELLA, A. Population densities of *Meloidogyne incognita* and yield of *Capsicum annuum*. *Journal of Nematology*, Lawrence, v.17, n.1. p.45-49, 1985.
- EYSINGA, J.P.N.L.R.V.; BES, S.S. de. Bromine in glasshouse lettuce as affected by chemical soil disinfectants and steam sterilization. *Acta Horticulturae*, Wageningen, n.145, p.262-269, 1984.

- FARIAS, J.R.B. **Respostas do feijão-de-vagem à disponibilidade hídrica associada a alterações micrometeorológicas em estufa plástica.** Porto Alegre: UFRGS, 1991. 177p. (Tese - Doutorado em Agronomia).
- FERRAZ, S. Reconhecimento das espécies de fitonematóides presentes nos solos do Estado de Minas Gerais. *Experientiae*, Viçosa, v.26, n.11, p.255-328, 1980.
- FERREIRA, C.M. **Efeito de métodos de produção de mudas na produção comercial de repolho (*Brassica oleracea* var. *capitata*).** Viçosa: UFV, 1978. 46p. (Tese - Mestrado em Fitotecnia).
- FILGUEIRA, F.A.R. **Manual de olericultura: "cultura e comercialização de hortaliças".** São Paulo: CERES, 1981. v.1., 338p.
- FILGUEIRA, F.A.R. **Manual de olericultura: "cultura e comercialização de hortaliças".** São Paulo: CERES, 1982. v.2., 357p.
- FONTES, R.R. **Efeitos de seis métodos de produção de mudas no crescimento inicial das plantas e na produção do tomateiro (*Lycopersicon esculentum*, Mill.).** Viçosa: UFV, 1976. 42p. (Tese - Mestrado em Fitotecnia).
- GARABEDIAN, S.; GUNDY, D.V. Use of avermectins for the control of *Meloidogyne incognita* on tomatoes. *Journal of Nematology*, Lawrence, v.15, n.4, p.503-510, Oct. 1983.
- GRAY, D. The effect of time to emergence on head weight and variation in head weight at maturity in lettuce (*Lactuca sativa*). *Annals of Applied Biology*, London, v.82, p.569-575, 1976.
- GRIFFIN, G.D. The relationship of plant age, soil temperature, and populations density of *Heterodera schachtii* on the growth of sugarbeet. *Journal of Nematology*, Lawrence, v.13, n.2, p.184-190, Apr. 1981.
- GRIFFIN, G.D.; HUNT, O.J. Effect of plant age on resistance of alfafa to *Meloidogyne hapla*. *Journal of Nematology*, Lawrence, v.4, n.2, p.86-90, Apr. 1972.
- GRUPO EUCATEX. **Sistemas e insumos plantmax para a agricultura.** São Paulo, 1990. n.p.
- GUZMAN, V.L.; SANCHEZ, C.A.; NAGATAL, R.T. A comparison of transplanted and direct-seeded lettuce at various levels of soil fertility. *Proceedings Soil and Crop Science Society of Florida*, Clearwater, v.48, p.26-28, 1989.
- HANNA, H.Y.; COLYER, P.D.; KIRKPATRICK, T.L.; ROMAINE, D.J.; VERNON, P.R. Improving yield of cucumbers in nematode-infested soil by double-cropping with a resistant tomato cultivar, using transplants and nematicides. *Proceeding of the Florida State Horticultural Society*, Delan, v.106, p.163-165, 1993.
- HARRIOTT, B.L. A packaged environment system for precision planting. *Transaction of the ASAE*, St. Joseph, v.13, n.5, p.550-553, 1970.

- HUANG, C.S.; BLANDINA, F.V. Relação entre níveis de inóculo pré-plantio de *Meloidogyne incognita* com o desenvolvimento do pepino. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.5, n.3, p.401-402, out. 1980. (resumo, 48).
- HUANG, C.S.; CHARCHAR, J.M.; TENENTE, R.C.V. Controle de nematóides das galhas em cenoura através de rotação. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.5, n.3, p.329-335, out. 1980.
- HUANG, S.P. Efeito do alqueive na população do nematóide das galhas (*Meloidogyne javanica*). **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.9, n.2, p.423, jun. 1984. (resumo, 228).
- HUSSEY, R.S.; BARKER, K.R. A comparison of methods for collecting inocula of *Meloidogyne* spp. including a new technique. **Plant Disease Reporter**, Washington, v.57, n.12, p.1025-1028, Dec. 1973.
- JAEHN, A.; FERREIRA, L.; CATÂNEO, A. Eficiência do abamectin MK-936 (1,8% CE) no controle de *Meloidogyne incognita* em tomateiro, alface e cenoura. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v.12, p.130-139, 1988.
- JAFFEE, B.A.; MAI, W.F. Growth reduction of apple seedlings by *Pratylenchus penetrans* as influenced by seedling age at inoculation. **Journal of Nematology**, Lawrence, v.11, n.2, p.161-165, Apr. 1979.
- JANICK, J. **A ciência da horticultura**. São Paulo: Freitas Bastos, 1968. 485p.
- JENKINS, W.R. A rapid centrifugal-flotation technique for separating nematodes from soil. **Plant Disease Reporter**, Washisgton, v.48, n.9, p.692, 1964.
- JONES, T.H.; SHOEMAKER, J.S. **Growing vegetable transplants**. Ontario: Ontario Department of Agriculture, 1952. 24p. (Bulletin, n. 485).
- JORGENSON, E.C.; MUSSELMAN, J.R. Influence of seedling age on susceptibility of sugar beet to *Heterodera schachtii*. **Phytophology**, St. Paul, v.56, p.883-884, Aug. 1966. (Abstract).
- LANDER, C.; SCULLY, B.; STOREY, J.B. The evaluation of production practies in early season lettuce. **Journal of the Rio Grande Valley Horticultural Society**, v.42, p.99, 1989. In: HORTICULTURAL ABSTRACTS, Farnham Royal, v.60, n.9, p.827, 1990.(Abstr. 7190).
- LAUGHLIN, C.W.; LORDELLO, L.G.E. Sistemas de manejo de nematóides: relações entre a densidade de população e os danos causados à planta. In: REUNIÃO DE NEMATOLOGIA, 2, Piracicaba, 1976. **Trabalhos apresentados...** Piracicaba: Sociedade Brasileira de Nematologia, 1977. p.15-24. (Publicação, 2)
- LORDELLO, J.G.E.; MARINI, P.R. Alguns nematóides parasitas de plantas do Rio Grande do Sul. **Revista de Agricultura**, Piracicaba, v.49, p.15-18, 1974.
- LORDELLO, L.G.E. **Nematóides das plantas cultivadas**. 8.ed. São Paulo: Nobel, 1988. 314p.

- LORDELLO, L.G.E.; ZAMITH, A.P.L. Incidência de nematóides em algumas culturas de importância econômica. *Divulgação Agrônômica*, São Paulo, n.2, p.27-33, 1960.
- McCLURE, M.A.; ELLIS, K.C.; NIGH, E.L. Resistance of cotton to the root-knot nematode *Meloidogyne incognita*. *Journal of Nematology*, Lawrence, v.6, n.1, p.17-20, Jan. 1974.
- McKEE, J.M.T. Physiological aspects of transplanting vegetables and other crops. I. Factors which influence re-establishment. *HORTICULTURAL ABSTRACTS*, Farnham Royal, v.51, n.5, p.265-272, May. 1981.
- MATTOS, J.K. de A.; TENENTE, R.C.V.; ARAUJO, M. de T.; PONTE, J.J. da. Importância das infestações de *Meloidogyne* spp. para a olericultura no Distrito Federal. *Revista de Olericultura*, Santa Maria, v.16, p.135-136, 1974.
- MONDIN, M. **Influência de espaçamentos, métodos de plantio e de sementes nuas e peletizadas, na produção de duas cultivares de alface (*Lactuca sativa* L.).** Lavras: ESAL, 1988. 59p. (Dissertação - Mestrado em Fitotecnia).
- NIEUWOF, M. **Cole crops.** London: Leonard Hill Book, 1969. 353p.
- NISSLEY, C.H. **Vegetable plants: from seedbed to field.** N. Jersey Agricultural Extension, 1954. 12p. (leaflet, n. 118)
- OGBUYI, R.O. Influence of host age of four crop plants on infectiveness of *Meloidogyne arenaria* in Nigeria. *Plant Disease Reporter*, Washington, v.60, n.9, p.759-761, Sept. 1976.
- OLTHOF, T.H.A. Effect to age of alfalfa root on penetration by *Pratylenchus penetrans*. *Journal of Nematology*, Lawrence, v.14, n.1, p.100-105, Jan. 1982.
- OLTHOF, T.H.A. Effect of plant age and transplanting damage on sugar beet infected by *Heterodera schachtii*. *Journal of Nematology*, Lawrence, v.15, n.4, p.555-559, Oct. 1983.
- OLTHOF, T.H.A.; POTTER, J.W. Effects of population densities of *Meloidogyne hapla* on growth and yield of tomato. *Journal of Nematology*, Lawrence, v.9, n.4, p.296-300, 1977.
- OLTHOF, T.H.A.; POTTER, J.W. The relationship population densities of *Pratylenchus penetrans* and crop losses in summer-maturing vegetables in Ontario. *Phytopathology*, St. Paul, v.63, p.577-582, May. 1973.
- OMETTO, J.C.; RENGIFO, A.M. Estudo sobre o rendimento energético em alface (*Lactuca sativa* L.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, Belém. *Anais...* Belém: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 1987. p.340-347.
- PAIVA, F.A.; TANAKA, M.A.S. Efeito do avermectin MK-936 (1,8% EC) no controle de *Meloidogyne incognita* em tomateiro. *Fitopatologia Brasileira*, Brasília, v.11, n.2, p.315, 1986. (Resumo, 70).

- PONTE, J.J. da; CASTRO, F.E. Lista adicional de plantas hospedeiras de nematóides das galhas, *Meloidogyne* spp., no Estado do Ceará (Brasil), referente a 1969/74. **Fitossanidade**, Fortaleza v.1, n.2, p.29-30, 1975.
- PONTE, J.J. da. Comparação entre dois métodos de alqueive, químico e mecânico, no controle de nematóides das galhas. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v.12, p.93-102, 1988.
- PONTE, J.J. da; MATTOS, J.K. de A.L.; TENENTE, R.C.V.; LEMOS, J.W.V.; GUILHERME, R.L. Segunda lista de hospedeiros de *Meloidogyne* no Distrito Federal. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.1, n.2, p.105-110, 1976.
- POTTER, J.W.; OLTHOF, T.H.A. Yield losses in fall-maturing vegetables relative to populations densities of *Pratylenchus penetrans* and *Meloidogyne hapla*. **Phytopathology**, St. Paul, v.64, n.8, p.1072-1075, 1974.
- RADEWALD, J.D.; MOWBRAY, P.G.; PAULUS, A.O.; SHIBUYA, F.; RIBLE, J.M. Preplant soil fumigation for California head lettuce. **Plant Disease Reporter**, Washington, v.53, n.5, p.385-389, 1969a.
- RADEWALD, J.D.; OSGOOD, J.W.; MAYBERRY, K.S.; PAULUS, A.D.; OTTO, H.W.; SHIBUYA, F.; Results of a preplant fumigation trial for the control of *Longidorus africanus* on lettuce. **Plant Disease Reporter**, Washington, v.53, n.7, p.519-523, 1969b.
- REBOUÇAS, T.N.H.; RIBEIRO, R.C.; GALVÃO FILHO, C.J. Avaliação do comportamento de cultivares de alface (*Lactuca sativa* L.) em dois métodos de plantio, em Vitória da Conquista - BA. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.7, n.1, p.73, 1989. (Resumo, 202).
- RIOS, C.M.D. **Quantificação da patogenicidade de *Meloidogyne incognita***. Lavras: ESAL, 1990. p.75. (Dissertação - Mestrado em Fitossanidade).
- SANTOS, H.S. Avaliação de cultivares de alface em Maringá, PR. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.7, n.1, p.75, 1989. (Resumo, 215).
- SANTOS, H.S.; SOUZA, R.J. Competição de cultivares de alface em condições de verão e sob cobertura plástica. I. Avaliação da parte aérea das plantas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.12, n.1, p.100, 1994a. (Resumo, 194).
- SANTOS, H.S.; SOUZA, R.J. Competição de cultivares de alface em condições de verão e sob cobertura plástica. II. Avaliação da ocorrência de *Meloidogyne javanica* e ajustamento das médias pela covariância. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.12, n.1, p.100, 1994b. (Resumo, 195).
- SASSAKI, O.K. **Influência da densidade de infestação na reprodutividade de *Meloidogyne javanica* em plantas olerícolas**. Lavras: ESAL, 1988. 68p. (Dissertação - Mestrado em Fitossanidade).

- SASSER, J.N. Economic importance of *Meloidogyne* in tropical countries. In: LAMBERTI, F.; TAYLOR, C.E. (eds). **Root-knot nematode (*Meloidogyne* species)**. Systematics, biology and control. New York: Academic, 1979. p.359-374.
- SASSER, J.N.; KIRKPATRICK, T.L.; DYBAS, R.A. Efficacy of avermectins for root-knot control in tobacco. **Plant Disease**, Washington, v.66, p.691-693, Aug. 1982.
- SCHENCK, S.; APT, W. Application of avermectin B₁ through drip irrigation for control of *Rotylenchulus reniformis* on pineapple. **Journal of Nematology**, Lawrence, v.19, n.4, p.556, Oct. 1987. (Abstract).
- SCHILT, H.; HARTMANN, H.S.; HEIMANN, M. The influence of different population densities of *Meloidogyne incognita* on the growth of aerial and subterranean parts of lettuce. **Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz**, v.80, n.11-12, p.662-670, 1973. In: HORTICULTURAL ABSTRACTS, Farnham Royal, v.44, n.10, p.677, 1974. (Abst.7567).
- SEGOVIA, J.F.O. **Influência da proteção ambiental de uma estufa de polietileno transparente sobre o crescimento da alface**. Santa Maria: UFSM, 1991. 74p. (Dissertação - Mestrado em Produção Vegetal).
- SEINHORST, J.W. The relationships between population increase and population density in plant parasitic nematodes. V. Influence of damage to the host on multiplication. **Nematologica**, Leiden, v.13, p.481-492, 1967.
- SEINHORST, J.W.; KOZLOWSKA, J. Damage to carrots by *Rotylenchus uniformis*, with a discussion on the cause of increase of tolerance during the development of the plant. **Nematologica**, Leiden, v.23, p.1-23, 1977.
- SGANZERLA, F. **Nova agricultura: a fascinante arte de cultivar com os plásticos**. 2.ed. Porto Alegre: Petroquímica Triunfo, 1990. 303p.
- SHANE, W.W.; BARKER, K.R. Effects of temperature, plant age, soil texture, and *Meloidogyne incognita* on early growth of soybean. **Journal of Nematology**, Lawrence, v.18, n.3, p.320-327, July. 1986.
- SILVA, R.F. da; SILVA, J.F.da; CAMPOS, J.P. de; MEDINA, P.V.L. Efeito de diferentes métodos de semeadura e de transplante sobre a cultura da chicória (*Cichorium endivium* L.). **Revista de Olericultura**, Viçosa, v.27, p.227-232, 1979.
- SINGH, N.D. Effect of inoculum level and plant age on pathogenicity of *Meloidogyne incognita* and *Rotylenchulus reniformis* to tomato and lettuce. **Plant Disease Reporter**, Washington, v.59, n.11, p.905-908, Nov. 1975.
- SOUZA, J.A. de; SOUZA, R.J. de; COLLICHIO, E.; GOMES, L.A.A.; SANTOS, H.S. **Instruções práticas para construção da estufa "Ana Dias"**. Lavras:ESAL, 1994. 20p. (Circular, n.17).
- TIHOHOD, D. **Nematologia agrícola aplicada**. Jaboticabal: FUNEP, 1983. 372p.

- VAN DER PLANCK, J.E. **Plant diseases: epidemics and control**. New York:Academic Press, 1963. 348p.
- VIEIRA, J.V. **Efeitos de métodos de produção e idade de transplante de mudas no rendimento do repolho (*Brassica oleracea* var. *capitata*)**. Viçosa: UFV, 1977. 43p. (Tese - Mestrado em Agronomia).
- VIEIRA, O.V. **Produção de mudas de alface (*Lactuca sativa* L.) em bandejas multicelulares**. Porto Alegre: UFRGS, 1990. 64p. (Dissertação - Mestrado em Fitotecnia).
- VILELA, E.A. de; RAMALHO, M.A.P. A análise das temperaturas e precipitações pluviométricas de Lavras, Minas Gerais. **Ciência e Prática**, Lavras, v.3, n.1, p.71-79, jan./jun. 1979.
- WALWORTH, J.L.; GARLING, D.E.; MICHAELSON, G.J. Nitrogen sources and rates for direct-seeded and transplanted head lettuce. **HortScience**, Alexandria, v.27, n.3, p.228-230, Mar. 1992.
- WANG, J.K.; KRATKY, B.A. Seedling transplant and its effects on mechanized greenhouse lettuce production. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v.19, n.4, p.661-664, 1976.
- WELCH, N.C.; HART, W.H.; LEAR, B. Response of lettuce to soil fumigation for nematode control in central coastal districts. **California Agriculture**, Berkeley, v.25, n.6, p.6-7, 1971.
- WONG, T.K.; HARPER, F.C.; MAI, W.F. Soil fumigation for controlling root knot of lettuce on organic soil. **Plant Disease Reporter**, Washington, v.54, n.5, p.368-370, 1970.
- WONG, T.K.; MAI, W.F. Pathogenicity of *Meloidogyne hapla* to lettuce as affected by inoculum level, plant age at inoculation, and temperatura. **Journal of Nematology**, Lawrence, v.5, n.2, p.126-129, Apr. 1973.

APÊNDICE

TABELA 1A. Resumo das análises de variância, quadrados médios, dos parâmetros índice de galhas, porcentagem da produção de plantas com peso superior a 600 g, entre 410 e 600 g e entre 200 e 400 g e número de folhas por plantas, em função dos tratamentos do solo e métodos de plantio da alface. Lavras - MG, 1994.

Causas de Variação	GL	QM				
		Índice de Galhas	% Prod. > 600 g	% Prod. 410 - 600 g	% Prod. 200 - 400 g	Número de Folhas
Tratamento do Solo (T)	2	34,9940**	0,1221	1,7444**	1855,5768	0,2656*
Blocos	3	0,2114	0,1948	0,9493*	1832,3341	0,0513
Resíduo (a)	6	0,3437	0,0724	0,1443	505,0149	0,0375
Método de Plantio (M)	3	0,3869	0,1403	0,1304	796,8292	0,2140**
T × M	6	0,2492	0,1253	0,1846	534,9391	0,0480
Resíduo (b)	27	0,1340	0,0965	0,3561	559,5700	0,0398
CV (%) (a)		26,10	11,24	9,84	46,30	3,42
CV (%) (b)		16,30	12,97	15,47	48,73	3,51

* significativo pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade.

** significativo pelo teste F ao nível de 1% de probabilidade.

TABELA 2A. Resumo das análises de variância, quadrados médios, dos parâmetros população de nematóides, peso médio das plantas, coeficientes de variação dos pesos médios das plantas, população total, produção comercial, porcentagem da produção de plantas com peso inferior a 200 g, duração do ciclo vegetativo, altura de planta e peso médio das folhas, em função dos tratamentos dos tratamentos do solo e métodos de plantio - desdobramento das interações. Lavras - MG, 1994.

Causas de Variação	GL	QM							
		Pop. de nematóides	Peso médio das plantas	Coef. de Variação dos pesos médios de plantas	Produção Total	Produção Comercial < 200 g	Ciclo	Altura de Planta	Peso médio das folhas
Tratamentos de Solo (T)	2	49,3738**	30150,6458**	5,5279**	420,4075**	535,3602**	0,9951**	30,5625*	11,4640*
Métodos de Plantio (M)	3	1,6075**	11244,0764**	15,5426**	212,8752**	293,5574**	0,8828**	9,0764	3,8458
T × M	6	0,4576*	4968,1181*	3,6362**	116,8633**	154,5658**	0,5373**	21,2847**	4,5478*
T × M sem. direta	2	14,4096**	34495,7500**	13,2496**	681,9733**	882,4900**	2,313**	79,0833**	21,1600**
T × M transpl. direto	2	14,9771**	4498,5833	2,0790*	41,9575*	70,6758**	0,2695**	6,5833	3,1608**
T × M bandeja	2	13,5539**	5442,5833	0,5454	42,2108*	42,2108*	0,0000	7,0000	0,6408
T × M bandeja + abamectin	2	7,8061**	618,0833	0,5625	4,8558	3,6808	0,0061	1,7500	0,1458
M × T fumigação	3	0,0150	591,1667	0,8837	4,6573	5,1823	0,0046	15,5000**	1,3825
M × T pousio	3	1,5096**	5083,4167	6,8925**	37,9190*	54,6825**	0,0859	1,8958	2,1017
M × T tomateiro	3	0,9980**	15505,7292**	15,0389**	404,0256**	542,8242**	1,8669**	34,2500**	9,4573**
Blocos	3	0,3309	7234,8542	0,6220	41,0869	51,6074	0,0489	6,1875	2,8035
Resíduo (a)	6	0,0992	2488,1458	0,3147	16,1758	15,1133	0,0568	3,4792	1,4556
Resíduo (b)	27	0,1787	1787,5116	0,5536	9,2582	9,7769	0,0418	3,3449	1,3220
CV (%) (a)		7,38	13,42	12,24	12,64	12,46	9,54	7,34	11,34
CV (%) (b)		9,91	11,37	16,23	9,57	10,02	8,18	7,19	10,81

* significativo pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade.
 ** significativo pelo teste F ao nível de 1% de probabilidade.

TABELA 3A. Estimativas dos coeficientes de correlação entre as características avaliadas, sob o efeito de tratamentos de solo, métodos de plantio e tratamento de mudas de alface cultivadas sob cobertura plástica e em solo naturalmente infestado por *Meloidogyne javanica*. Lavras - MG, 1994.

Características	IGA	PMP	PTO	PCO	CVP	CL1	CL2	CL3	CL4	CIC	NUF	ALT	PMF
POP	0,82**	-0,61**	-0,62**	-0,62**	0,37**	-0,16	-0,45**	0,32*	0,47**	0,56**	-0,47**	-0,42**	-0,50**
IGA		-0,52**	-0,55**	-0,56**	0,36*	-0,13	-0,38**	0,24	0,49**	0,51**	-0,35*	-0,44**	-0,46**
PMP			0,94**	0,92**	-0,71**	0,11	0,76**	-0,40**	-0,76**	-0,45**	0,70**	0,73**	0,90**
PTO				0,99**	-0,79**	0,12	0,63**	-0,23	-0,85**	-0,53**	0,67**	0,76**	0,85**
PCO					-0,80**	0,13	0,61**	-0,19	-0,90**	-0,56**	0,65**	0,76**	0,86**
CVP						0,20	-0,26	-0,17	0,80**	0,45**	-0,48**	-0,67**	-0,68**
CL1							0,10	-0,28	-0,13	-0,06	-0,08	-0,21	0,18
CL2								-0,78**	-0,43**	-0,21	0,57**	0,53**	0,64**
CL3									-0,09	0,03	-0,29*	-0,14	-0,29*
CL4										0,57**	-0,47	-0,69**	-0,77**
CIC											-0,53**	-0,09	-0,55**
NUF												0,50	0,33*
ALT													0,69**

* significativo pelo teste t ao nível de 5% de probabilidade.
 ** significativo pelo teste t ao nível de 1% de probabilidade.

POP = População de nematóides; IGA = Índice de galhas; PMP = Peso médio de plantas; PTO = Produção total; PCO = Produção comercial; CVP = Coeficiente de variação do peso das plantas; CL1 = Porcentagem de plantas com peso superior a 600 g; CL2 = % de plantas com peso entre 410 e 600 g; CL3 = % de plantas com peso entre 200 e 400 g; CL4 = % de plantas com peso inferior a 200 g; CIC = Ciclo vegetativo; NUF = Número de folhas por planta; ALT = Altura de planta; PMF = Peso médio das folhas.