INFLUÊNCIA DE SISTEMAS DE CULTIVO NA CULTURA DO MORANGO (*Fragaria X ananassa* Duch.)

FRANCISCO ANTONIO PASSOS
Engenheiro Agrônomo

Orientador: Prof. Dr. Keigo Minami

Tese apresentada à Escola Superior
de Agricultura "Luiz de Queiroz", da
Universidade de São Paulo, para
obtenção do título de Doutor em
Agronomia, Área de concentração:
Fitotecnia.

PIRACICABA
Estado de São Paulo - Brasil
Janeiro - 1997

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - Campus "Luiz de Queiroz" / USP

Passos, Francisco Antonio

Influência de sistemas de cultivo na cultura do morango (*Fragaria X ananassa*
Duch.) / Francisco Antonio Passos. - - Piracicaba, 1997.
105 p.: il.

Tese (doutorado) - - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 1997.
Bibliografia.

1. Morango 2. Sistema de cultivo I. Título.

CDD 634.75

INFLUÊNCIA DE SISTEMAS DE CULTIVO NA CULTURA DO MORANGO (*Fragaria X ananassa* Duch.)

FRANCISCO ANTONIO PASSOS

Aprovada em: 18/03/97

Comissão Julgadora:

Prof. Dr. Keigo Minami

ESALQ/USP

Prof. Dr. João Tessarioli Neto

ESALQ/USP

Prof. Dr. Cyro Paulino da Costa

ESALQ/USP

Dra. Maria Aparecida de Souza Tanaka

IAC

Dr. Paulo Espíndola Trani

IAC

Prof. Dr. Keigo Minami
Orientador

Aos meus pais, *Antonio e Otília*,
pelo exemplo de vida, dedicação
e carinho, **MINHA GRATIDÃO**

Aos meus sogros, *Fernando e Wilma*,
por inspirarem a admiração
de toda a família, **MINHA AFEIÇÃO**

À minha esposa, *Ilene*,
Aos meus filhos, *Mateus Yuri e Indira Clara*,
pelo amor que nos une
DEDICO

*Ao Sr. Duílio Maziero (em memória), pela
relevante contribuição à cultura do
morango, principalmente
através do seu pioneirismo,
liderança e altruísmo, bem
como pelo seu apoio à
pesquisa científica regional,*

*Aos Pesquisadores João Baptista
Fomasier (em memória) e Rogério
Salles Lisboa (em memória), pelo
incentivo, apoio e amizade,*

À Sagrada Família: Jesus, Maria e José,

HOMENAGEM

AGRADECIMENTOS

- Ao Professor *Dr. Keigo Minami* pela orientação, apoio e estímulo.
- Ao *Instituto Agronômico de Campinas (IAC)* e à *Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" (ESALQ)*, que tornaram possível minha participação no Curso de Pós-Graduação.
- Ao *Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq)* e à *Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES)* pela concessão de bolsa de estudo.
- À *Chefia da Seção de Hortaliças de Frutos - IAC*, nas pessoas do *Dr. Hiroshi Nagai* e *Dr. Paulo Espíndola Trani* e ao *Dr. Carlos Eduardo Ferreira de Castro*, ex-Diretor da Divisão de Horticultura, pelo apoio efetivo.
- Ao *Departamento de Horticultura da ESALQ*, pelos ensinamentos e acolhida.
- Às *Seções de Climatologia Agrícola, Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas, Fitopatologia, Irrigação e Drenagem do IAC; Laboratório de Nematologia da Coordenadoria de Assistência Técnica Integral (CATI)*; pela colaboração.
- Aos *Pesquisadores Científicos Dr^a. Celi Teixeira Feitosa, Dr^a. Maria Aparecida de Souza Tanaka, Dr. Mário José Pedro Júnior, Regina Célia de Matos Pires e Salima Gibrin Pinheiro da Silveira*, pela valiosa colaboração na obtenção dos dados experimentais, sugestões apresentadas e apoio constantes.
- À *Dr^a Sonia Maria de Stefano Piedade*, pela orientação nas análises estatísticas.

- Ao Dr. *Eduardo Antonio Bulisani*, pela revisão do Summary, e à bibliotecária *Kátia M. Andrade Ferraz*, pela revisão das referências bibliográficas.
- À *Associação de Produtores de Morango e Hortifrutigranjeiros de Atibaia, Jarinu e Região*, às firmas *Job Produtos Agrícolas* e *HORTEC*, aos irmãos *Osvaldo José Maziero, José Benedito Maziero e Luiz Donizetti Maziero*, pelo apoio logístico à realização da Tese.
- Ao Engenheiro Agrônomo *Péricles Capello Cruz*, aos Pesquisadores Científicos *Emilio Sakai* e *Mamor Fujiwara*, e ao Dr. *Antonio Augusto Lucchesi*, pela colaboração e apoio.
- Ao Técnico Agrícola *Aparecido Pereira Bueno*, pela valiosa colaboração e dedicação na execução do trabalho de campo.
- Ao pessoal de apoio do IAC, em especial ao Sr. *Romilson César Moraes Yamamura, Denilson Cristiano Moraes, Sérgio Carlos Pereira de Assunção, Ilza Rosa Balbo Lorena* e aos técnicos de laboratório da *Seção de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas* e da *Seção de Fitopatologia*, pela colaboração prestada.
- A todos que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

RESUMO.....	viii
SUMMARY.....	x
1. INTRODUÇÃO.....	01
2. REVISÃO DE LITERATURA	03
2.1. Efeito da água e do método de irrigação na cultura do morango.....	03
2.1.1. Efeito da água na cultura do morango.....	03
2.1.2. Efeito dos métodos de irrigação.....	05
2.2. Cultivo protegido	07
2.3. Cobertura do solo	10
2.3.1. Evolução no uso da cobertura do solo.....	10
2.3.2. Efeito das coberturas do solo na produtividade	11
2.3.3. Efeitos das coberturas do solo na incidência de doenças.....	16
2.4. Época de plantio.....	17
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	20
3.1. Local.....	20
3.2. Clima.....	20
3.3. Solo.....	20
3.4. Cultivar.....	23
3.5. Experimentação instalada em 1994.....	23
3.5.1. Delineamento experimental.....	23
3.5.1.1. Época de plantio.....	23
3.5.1.2. Coberturas de solo.....	24

3.5.1.3. Irrigação.....	26
3.5.1.4. Ambientes protegidos.....	28
3.5.2. Condução da cultura.....	29
3.5.3. Floração.....	31
3.5.4. Concentração de nutrientes nas folhas.....	31
3.5.5. Fertilidade e reação do solo no final do ciclo.....	31
3.5.6. Incidência de fungos.....	32
3.5.7. Incidência de nematóides.....	33
3.5.8. Produção de “frutos” e seus componentes.....	34
3.5.9. Desenvolvimento vegetativo no final do ciclo.....	35
3.5.10. Medidas físicas do ambiente.....	36
3.5.10.1. Impedimento físico do solo à penetração.....	36
3.5.10.2. Temperatura do solo e do ar	36
3.6. Experimentação instalada em 1995.....	37
3.6.1. Incidência de fungos.....	38
3.6.2. Produção de “frutos” e seus componentes.....	38
3.6.3. Desenvolvimento vegetativo.....	38
3.7. Análise estatística dos dados.....	39
3.7.1. Análise de variância com teste F e comparações múltiplas pelo teste de Tukey.....	39
3.7.2. Análise de correlação linear.....	40
3.7.3. Análise descritiva.....	40
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	41
4.1. Ambiente físico.....	41
4.1.1. Temperatura do solo e do ar.....	41
4.1.2. Impedimento físico do solo à penetração.....	46
4.2. Floração	48
4.3. Concentração de nutrientes nas folhas	52
4.4. Fertilidade e reação do solo no final do ciclo.....	59
4.5. Desenvolvimento vegetativo no final do ciclo.....	61
4.6. Incidência de fungos.....	69

4.6.1. Avaliações realizadas em 1994.....	69
4.6.2. Avaliações realizadas em 1995.....	76
4.7. Incidência de nematóides.....	83
4.8. Produção de “frutos” e seus componentes.....	83
5.CONCLUSÕES.....	94
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	96

INFLUÊNCIA DE SISTEMAS DE CULTIVO NA CULTURA DO MORANGO (*Fragaria X ananassa* Duch.)

Autor: Francisco Antonio Passos

Orientador: Prof. Dr. Keigo Minami

RESUMO

Neste trabalho, avaliou-se a influência de alguns sistemas de cultivo, na cultura do morango, cultivar Campinas IAC-2712, na região de Atibaia-SP.

Foram conduzidos quatro experimentos em 1994. Três desses experimentos foram irrigados por gotejamento (diferentes lâminas de água), sendo dois deles protegidos por cobertura plástica. O quarto experimento foi irrigado por aspersão. Em cada experimento três coberturas de solo (polietileno preto, farpas de madeira e ausência de cobertura) e duas épocas de plantio (12-13 de abril e 13 de maio) foram comparadas no esquema fatorial. Visando a complementação do trabalho, três coberturas de solo (polietileno preto, farpas de madeira e a junção deles) foram comparadas no ano seguinte.

As conclusões obtidas foram:

a) A cobertura do solo apresentou pequeno efeito na temperatura do mesmo e nos teores de nutrientes das folhas. Contudo, houve efeito negativo da cobertura plástica, aumentando a incidência de doenças causadas por fungos de solo (*Rhizoctonia* spp., *Fusarium* spp., *Pythium* spp., *Colletotrichum fragariae* e *Verticillium dahliae*) a partir de outubro. Outro efeito negativo da cobertura plástica

foi o de reduzir o peso da matéria seca da planta, a área foliar, a produção e o peso médio dos "frutos" comerciáveis, em relação à cobertura orgânica. Por outro lado, a cobertura plástica favoreceu a emissão de estolhos.

b) A maior lâmina de água (gotejamento) aumentou os teores de nutrientes das folhas, a produção no período inicial (até agosto) e o peso médio dos "frutos" comerciáveis durante o ciclo de produção. A irrigação por aspersão favoreceu o desenvolvimento de doenças causadas por fungos de solo até o início de outubro, reduzindo a produção comerciável.

c) O sistema de cultivo protegido, do tipo guarda-chuva não afetou a temperatura do ar e do solo, o desenvolvimento vegetativo da planta, a produção e o peso médio dos "frutos" comerciáveis, sob a condição de escassez de chuva. Contudo, favoreceu a infestação de *Meloidogyne hapla*, a partir de outubro.

d) A primeira época de plantio proporcionou desempenho superior da cultura do morango quanto ao peso da matéria seca da planta, área foliar, produção e peso médio dos "frutos" comerciáveis. A emissão de estolhos foi favorecida pela segunda época de plantio.

INFLUENCE OF CROPPING SYSTEMS UPON STRAWBERRY CULTURE (*Fragaria X ananassa* Duch.)

Author: Francisco Antonio Passos

Adviser: Prof. Dr. Keigo Minami

SUMMARY

This research was carried out at Atibaia-SP, Brazil, aiming to study the influence of some cropping systems on strawberry cv. Campinas IAC-2712.

Four field experiments were conducted during the 1994 strawberry growing period: three were drip-irrigated (different water rates), being two of them protected by side open polyethylene covered ("umbrella effect"), and the fourth sprinkler-irrigated. In each experiment mulching (black polyethylene, wood splinters and unmulched) and planting time (April 12th to 13th and May 13th) were tested in a factorial scheme.

The conclusions which can be withdrawn are the following:

a) Soil cover weakly influenced soil temperature and leaf nutrient content. Soil covering with plastic enhanced soil-borne diseases caused by *Rhizoctonia* spp., *Fusarium* spp., *Pythium* spp., *Colletotrichum fragariae* and *Verticillium dahliae*, starting in October, as well as a reduction of plant dry matter weight, leaf area, marketable yield and average berry weight, in relation to the organic cover. Oppositely, the plastic cover increased the runner emission.

b) The biggest water rate increased leaf nutrient content, earlier yield and average berry weight. Sprinkler irrigation favoured soil-borne diseases up to October, with reduction of marketable fruits.

c) The "umbrella effect" of plastic cover did not affect the air and soil temperature, plant growth, marketable yield and average berry weight under the dry growing season. Nevertheless, it favored root-knot nematode (*Meloidogyne hapla*) occurrence.

d) Early planting was favorable to plant dry matter production, leaf area, marketable yield and average berry weight. On the other hand, runner emission was favored by late planting.

1. INTRODUÇÃO

O morangueiro cultivado *Fragaria X ananassa* Duch. é um híbrido interespecífico relativamente novo, obtido há menos de 300 anos na Europa, a partir das espécies *Fragaria virginiana* Duch. e *Fragaria chiloensis* (L.) Duch. . Atualmente, alguns cultivares, também incluem *Fragaria ovalis* (Lehn.) Rydb. (*F. virginiana glauca* Staudt). Todas essas espécies são originárias do continente americano (Otterbacher & Skirvin, 1978; Galletta & Bringhurst, 1990).

A partir da segunda metade deste Século, tem ocorrido um grande avanço tecnológico na cultura do morango, proporcionado pelo advento de cultivares melhorados, acompanhado do desenvolvimento de melhores sistemas de cultivo (Voth & Bringhurst, 1990). Segundo a FAO(1995), os cinco maiores produtores mundiais de morango, em 1994, foram: EUA (737.580 t), Espanha (217.300 t), Japão (207.000 t), Itália (188.676 t) e Polónia (141.602 t).

O início dessa cultura no Brasil não é bem conhecido (Camargo & Passos, 1993). Entretanto, ela começou a crescer a partir de 1960, com o advento do cultivar Campinas IAC-2712, de expressão ainda hoje. Isso levou São Paulo a liderar a produção nacional de morangos. Segundo Secretaria de Agricultura e Abastecimento (1996), baseando-se em levantamento subjetivo de safras realizado por IEAVCATI, em 1995, São Paulo produziu 27.546 toneladas de morango, correspondendo a cerca de 80% da produção do país. O município paulista maior produtor dessa infrutescência é Atibaia (43,6% da produção). O valor da safra paulista de morango, baseado no preço obtido pelo produtor, é bastante significativo, atingindo cerca de 26,3 milhões de dólares em 1993 (Câmara Setorial de Olericultura, 1995).

Há indícios de que diversos fatores podem estar comprometendo o desempenho da cultura. Por exemplo, há alguns anos o plantio em Atibaia normalmente era realizado em março. Atualmente, é feito mais tarde, de abril a maio, principalmente quando o produtor depende de viveiristas para o fornecimento de mudas (Cruz¹ ; Maziero²). O plantio tardio, de acordo com CARBONARI (1973), é prejudicial ao desenvolvimento e à produção de morango. As doenças, segundo alguns relatos (Ramos *et al.*, 1991; Cruz¹; Maziero²) podem chegar à condição epidêmica. Entre as mais comuns nesse município estão as podridões de raízes e da coroa (rizoma), bem como as murchas, causadas por fungos de solo.

No início desta década foram introduzidos em Atibaia a irrigação por gotejamento e o cultivo protegido, objetivando o controle da antracnose em flores e “frutos” jovens (“flor preta”). Contudo, ainda são pouco conhecidos os efeitos dessas técnicas no controle de outras moléstias e no desempenho da cultura.

Desse modo, atendendo a reivindicação de agricultores locais, foi realizado o presente trabalho, com o intuito de avaliar a influência de diversos sistemas de cultivo, incluindo o convencional (canteiros cobertos com polietileno preto e irrigação por aspersão), na cultura do morango.

¹ CRUZ, P.C. (CATI, Casa da Agricultura, Atibaia) Comunicação pessoal, 1994.

² MAZIERO, O. (Associação de Produtores de Morango e Hortifrutigranjeiros de Atibaia e Região, Atibaia) Comunicação pessoal, 1994.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Efeito da água e do método de irrigação na cultura do morango

2.1.1. Efeito da água na cultura do morango

O morangueiro é uma planta exigente em água, especialmente na diferenciação floral e no desenvolvimento de flores e frutos (Blasse et al., 1984). A estimulação do botão floral parece depender mais da frequência de irrigação, do que da lâmina de água aplicada (Kramer et al., 1984). Diversos autores relatam resposta positiva da produção de "frutos" à irrigação (Cannell et al., 1961; Locascio & Myers, 1975; Locascio et al., 1977; Blatt, 1984; Gehrmann, 1985; Serrano et al., 1992; Mannini & Gallina, 1994). Para o cultivar Chandler, Serrano et al. (1992) verificaram, que a produção máxima foi obtida quando o potencial matricial da água no solo atingiu -0,01 MPa; na faixa de -0,03 a -0,07 MPa, o decréscimo na área foliar levou à redução na taxa de assimilação total e na produção. Esta decorre da diminuição no peso médio e no número de "frutos", conforme as conclusões de Gehrmann (1985) para o cultivar Korona e de Serrano et al. (1992), para o cultivar Chandler. Outros autores, também relatam diminuição no peso médio, como Mannini & Gallina (1994) e Yasuba et al. (1995). O déficit hídrico reduz o número de folhas e de "frutos", bem como o acúmulo de matéria seca e a área foliar, nos cultivares Campinas e AGF80, principalmente neste último (Iuchi, 1993). A relação raiz/parte aérea não foi modificada pelos níveis de água no solo. Ainda, segundo esse autor, na capacidade de campo ocorreu maior evapotranspiração, devido a maior área foliar, associada à disponibilidade de água no solo e à menor resistência estomática. Sob estresse hídrico, pode haver maturação acelerada do "fruto", resultando em "frutos" pequenos (Gehrmann, 1985).

Por outro lado, o morangueiro também é sensível ao excesso de água e à saturação prolongada do solo. O desenvolvimento radicular e a absorção mineral dependem do suprimento de oxigênio do solo (Maas, 1984). No caso de excesso de água de curta duração, ocorre adaptação estrutural das raízes de absorção, sendo que no processo de renovação, elas são substituídas por outras mais curtas e mais espessas. Ainda segundo Maas (1984), as raízes de absorção formadas em condições de boa aeração, morrem pelo excesso de água, que exclui o ar. Esse problema é mais relevante em solo pesado. Nos períodos de altas temperaturas, devido a transpiração elevada, a perda de raízes de absorção pode causar colapso, enquanto que sob temperaturas amenas pode haver redução no crescimento e na produção.

Olitta & Minami (1974) associaram o melhor desenvolvimento e a melhor produtividade do morangueiro 'Campinas' irrigado a cada três dias, ao maior volume de raízes induzido pela diminuição na frequência das irrigações, do que diariamente ou a cada dois dias.

Rotem & Palti (1969) comentam, que os altos níveis de umidade no solo são favoráveis principalmente aos patógenos dependentes da água para disseminação de zoósporos, como os fomicetos. A tolerância aos baixos níveis de oxigênio varia com o microorganismo; assim, enquanto *Pythium ultimum* é tolerante, *Rhizoctonia solani* é exigente em oxigênio para o seu crescimento. Segundo Paulus (1990), a podridão negra das raízes causada por *Rhizoctonia fragariae*, *Idriella lunata*, *Pythium* spp., *Cylindrocarpon destructans*, e pelos gêneros *Pyrenochaeta* e *Fusarium*, geralmente está associada aos solos com alto teor de argila. Contudo, a ocorrência desses prováveis patógenos nem sempre acarreta doença (Wing et al.³, citados por Wing et al., 1995). Os fatores que comprometem o desenvolvimento radicular podem predispor o morangueiro à infecção, como compactação do solo, textura fina, ausência de canteiros, herbicida terbacil em altas concentrações, cultivo do morangueiro como planta perene ou a sua

³ WING, K.B.; PRITTS, M.P.; WILCOX, W.F. Strawberry black root rot. **Adv. Strawberry Res.**, v.13, p.13-19, 1994.

monocultura, falta de uso do fungicida metalaxyl (Wing et al., 1995). Desse modo, a sanidade das mudas e do solo, bem como o manejo cultural, desempenham papel importante na resposta à irrigação, principalmente quando a produtividade máxima é obtida com alto potencial de água no solo.

2.1.2. Efeito dos métodos de irrigação

No Estado de São Paulo a irrigação é uma prática essencial na cultura do morangueiro. Praticamente todo o plantio é feito com mudas de raízes nuas, em época de temperaturas elevadas (fevereiro ao início de abril), em canteiros sem cobertura morta, sendo que o agricultor chega a fazer até quatro irrigações diárias, por aspersão, para propiciar o pegamento.

Na Califórnia e na Flórida, também se emprega a irrigação por aspersão, na fase de estabelecimento das plantas (Galletta & Bringhurst, 1990). Na Flórida, a irrigação por aspersão, nessa fase, dura de 10 a 14 dias, e tem a finalidade de evitar a dessecação da planta, uma vez que esta não pode absorver água suficiente até que novas raízes estejam disponíveis, o que ocorre de 5 a 10 dias após o transplante (Albregts et al., 1996). O uso de canteiros, facilita a drenagem, propiciando melhor distribuição das raízes em profundidade, entretanto favorece o surgimento de deficiências hídricas, além de maior variação das temperaturas do solo (Goulart & Funt, 1986).

O período de molhamento da parte aérea do morangueiro influencia o desenvolvimento de diversas moléstias causadas por fungos e bactéria. Nesse sentido, a irrigação por aspersão, a chuva e a neblina desempenham papel fundamental. A disseminação de muitos patógenos da parte aérea depende dos respingos provocados pelo impacto das gotas de água. No caso do *Colletotrichum* spp., agente causal da antracnose, Paulus (1990) menciona que a disseminação dos esporos se dá pelo impacto da água, insetos e outros contatos. Ainda com relação a antracnose em "frutos", Wilson et al. (1990) verificaram que a temperatura ótima para infecção esteve entre 25 e 30°C, ocorrendo mais de 80%

de incidência da doença, após 13 h de umidade. Yang et al. (1990b) detectaram aumento na disseminação de *Colletotrichum acutatum* com o aumento da intensidade de chuva, produzida por um simulador de chuva, especialmente em solo revestido com plástico. Yang et al. (1992) verificaram que o tamanho e a altura de queda de gotas incidentes, influenciaram significativamente o número, a massa e o percurso das gotículas resultantes.

Trabalho pioneiro no país foi realizado em Piracicaba na década de setenta, mostrando vantagens da irrigação por gotejamento em relação à irrigação por sulcos (Olitta & Minami, 1974). Pires (1992) relata que esse sistema não interfere com os tratamentos fitossanitários, economiza água, energia, mão-de-obra e fertilizantes. Segundo Myers & Locascio (1972), a irrigação por gotejo evita realmente o aparecimento do estresse hídrico, apesar de necessitar aproximadamente a metade da quantidade de água utilizada com aspersão e sulco. Locascio & Myers (1975) e Locascio et al. (1977) relatam economia de água de até 67% por esse método em relação à aspersão. Voth & Bringham (1990) afirmam, que a irrigação por gotejamento tem sido extremamente importante para a produção de morangos na Califórnia, devido a racionalização do uso da água, controle da salinidade e aumento da produtividade. Na Flórida, esse método teve impulso no final da década de oitenta, com economia de água de 70% (Albregts et al., 1996). Shoemaker⁴, citado por Olitta (1980), previu que, apesar do gotejamento exigir o remanejamento do equipamento a cada plantio, o acréscimo na produção, além da safra prolongada, deveriam compensar os custos, e salientou a economia de água e a menor incidência de doenças foliares. Apesar disso, McNiesh et al. (1985) dão ênfase à necessidade de informações técnicas na Califórnia, para o estabelecimento de um programa prático de irrigação por gotejamento, para exploração de todo o seu potencial.

O manejo da irrigação pode ser realizado pelo monitoramento da água no solo e/ou pela estimativa do consumo de água pela cultura e realização de

⁴ SHOEMAKER, J.S. **Small fruit culture**. 4.ed. Westport: The Avi Publ., 1975. 339p.

balanço hídrico (Pires et al., 1995). Os tensiômetros indicam o momento das irrigações, devendo ser instalados na metade da profundidade efetiva das raízes (Pires, 1992). No Brasil, Inforzato & Camargo (1973) estudaram o desenvolvimento do sistema radicular do cultivar Campinas, em Latossolo Vermelho Amarelo, concluindo que 73 e 90% do peso da matéria seca das raízes foram encontrados até 5 cm de profundidade, respectivamente aos 105 e 201 dias após o plantio das mudas. Maas (1984), McNiesh et al. (1985) e Serrano et al. (1992) consideram 30 cm como a profundidade efetiva das raízes, ou seja, onde atinge a maior parte das raízes absorventes.

2.2. Cultivo protegido

Os sistemas de cultivo protegido oferecem uma variedade de práticas e esquemas de manejo (Galletta & Bringhurst, 1990). O mercado norte-americano é abastecido quase o ano todo pela Califórnia, Flórida e México, entretanto, há espaço para o cultivo protegido devido a demanda dos estados mais frios, do leste e do centro, na entressafra. Esses autores relacionam os seguintes problemas do cultivo protegido: desenvolvimento e polinização inadequados das flores, nutrição inadequada, infestações por ácaros e oídio e, quando se usa a hidroponia as doenças de raízes podem ser limitantes. Ainda, segundo esses autores, em países frios, como o Japão, no sistema convencional a safra ocorre de maio a junho, e a produtividade é de 10-15 t/ha. No cultivo protegido, aliado ao manejo da época de plantio, com indução de floração através de dias curtos e baixas temperaturas, ou aplicando-se aos botões florais induzidos ácido giberélico e dias longos, consegue-se quebrar a safra em duas partes, começando em dezembro-março seguida por abril-junho ou de novembro-fevereiro seguida por abril-junho. Utilizando-se essas duas técnicas de estímulo obtém-se a produtividade de 55 t/ha.

Embora o túnel de cultivo forçado seja pouco conhecido no Brasil, ele é usado em grande escala na Europa, Israel e nos Estados Unidos (Sganzerla, 1995). No caso do morango, esse autor comenta que no sul do Brasil o sistema de

cultivo de túnel baixo (altura mínima de 60 cm), com irrigação por gotejamento, vem crescendo rapidamente. As seguintes vantagens são relatadas: aumento de produtividade e do período de colheita; melhor sabor, melhor firmeza, melhor coloração (devido a colheita de "frutos" mais amadurecidos: até 95% da superfície) e melhor durabilidade; menor incidência de pragas e doenças; eliminação dos riscos de geada, chuva, granizo, vento e desequilíbrio brusco de temperatura. Esse autor alerta para a necessidade de arejamento das plantas na floração, para evitar a queda ou o abortamento das flores, decorrentes da alta temperatura e da elevada umidade do ar. A produção de mudas de morangueiro no Rio Grande do Sul, também já começa a ser feita sob proteção plástica e irrigação por gotejamento, reduzindo o uso de defensivos. Segundo Perrella et al. (1983), o problema decorrente das altas temperaturas, bem como da inversão térmica, em túneis baixos, podem ser solucionados com o uso de plásticos perfurados (600-800 perfurações/m²).

Para as condições do sul da Espanha, Domínguez Vivancos (1993) relata as produtividades de 20-35 t/ha e 35-50 t/ha, no cultivo convencional e no protegido com túneis baixos, respectivamente.

Na Argentina, segundo Scaglia et al. (1995), no cultivo do morango, além dos túneis baixos (cobrem-se apenas um canteiro) são utilizados, também túneis altos (cobrem-se vários canteiros). Estes, geralmente, tem largura de 4,55 m e altura máxima de 2,25 m na parte central (abrangendo cinco canteiros) ou, então, largura de 5,05 m e altura de 2,50 m na parte central (com cinco ou seis canteiros). Os túneis são cobertos com polietileno transparente, de 50 a 100 micra (ou micromilímetros) para os túneis baixos e 100 micra (0,1mm) para os túneis altos. No caso dos túneis altos o vento se constitui num grande fator de risco.

O uso do plástico na cobertura do solo e no cultivo protegido aumenta a produção de estolhos. Na Califórnia, Cannell et al. (1961) verificaram que os seguintes fatores aumentaram a produção de estolhos: diminuição da umidade do solo, aumento do nível de nitrogênio e cobertura do solo com filme plástico

transparente. Este último propiciou a mudança de reprodução sexuada para assexuada cerca de quatro semanas mais cedo do que no solo desnudo, diminuindo a produção de morango na fase tardia. Em Lavras, MG, Resende et al. (1995) verificaram que mudas vernalizadas (4°C, durante 3 meses) e plantadas em agosto, apresentaram baixa produção de "frutos". Entretanto, sob túnel alto (2,2 m de altura, plástico transparente de 100 micra) e solo revestido com plástico preto, houve aumento na emissão de estolhos, em relação ao cultivo sem proteção e, também em relação ao bagaço de cana para cobertura do solo. Os autores recomendam essa técnica para obtenção precoce de mudas, sendo que o plástico deve ser removido do solo após a emissão dos estolhos, para enraizamento das mudas, ou, então, os estolhos devem ser cortados e o enraizamento feito em viveiros.

A radiação solar no interior de uma estufa é sempre menor do que no ambiente não protegido, segundo Seeman⁵, citado por Pezzopane (1994), devido a reflexão e absorção da luz pelo material da cobertura plástica. Montero et al. (1985) relatam que a reflexão é determinada pelas condições da superfície da cobertura (período de utilização, deposição de poeira, etc.) e pelo ângulo de incidência da radiação solar sobre a cobertura. Este depende da posição do sol, da inclinação da cobertura, da forma e da orientação geográfica da estrutura. Para o polietileno de baixa densidade houve redução de 10 a 35% na transmissividade, segundo Farias et al. (1993a) e Montero et al. (1985). Pezzopane (1994), em Campinas, SP, estudando estufa desse material, aditivado, com espessura de 100 micra, teto em arco, 3,10m de altura máxima, orientada no sentido noroeste-sudeste, encontrou perda de transmissividade de 17% em julho e 33% em setembro, no período das 9 às 15 horas. Apesar da redução na radiação solar global, ocorre aumento na porcentagem de radiação difusa dentro da estufa (Farias et al., 1993a), inclusive de melhor aproveitamento pelas plantas (Robledo de Pedro⁶, citado por Pezzopane, 1994). As condições microclimáticas em um

⁵ SEEMAN, J. Greenhouse climate. In: SEEMAN, J. et al., ed. **Agrometeorology**. New York: Springer-Verlag, 1979. p.167-178.

⁶ ROBLEDOS DE PEDRO, F. **Laminas de polietileno y copolimero EVA para usos en agricultura**. Madrid: 1987. 20p. (Hojas Divulgadoras, 2).

guarda-chuva se aproximam das estufas em que as cortinas estão sempre levantadas. Farias et al. (1993b), relatam que no caso das cortinas estarem abertas, ocorre diminuição da umidade relativa no interior da estufa, devido a falta de retenção de vapor d'água e devido a elevação de temperatura sob a cobertura plástica. Martins et al. (1994) verificaram, em Jaboticabal, SP, no verão, que as temperaturas do ar foram ligeiramente mais elevadas (cerca de 1 a 2°C) sob o guarda-chuva (8 x 25m e altura de 1,70m), em relação ao campo aberto. O aumento excessivo de temperatura, também pode ser evitado pelas aberturas na estufa (Verheye & Verlodt, 1990; Pezzopane, 1994).

2.3. Cobertura do solo

2.3.1. Evolução no uso da cobertura do solo

A cobertura do solo é um item importante no manejo da cultura do morango, destinando-se a diversos propósitos, sendo que o desempenho depende do sistema de cultivo e das condições climáticas. Afeta o microclima do campo pela modificação do suprimento de radiação da superfície e redução da evaporação da água do solo. Ham et al. (1993) mencionam, que esses fatores microclimáticos afetam fortemente a temperatura e a umidade do solo na zona radicular, podendo influenciar o desenvolvimento da planta e a produtividade.

Assim, Galletta & Bringham (1990) relatam, que na Califórnia, no cultivo de inverno, aplica-se plástico transparente logo após o plantio para aquecer o solo e promover o desenvolvimento do morangueiro. O uso desse plástico só é possível devido ao sistema utilizado, no qual se faz fumigação em pré-plantio com cloropicrina e brometo de metila, para controle da murcha de *Verticillium*, nematóides e mato. Na Flórida não há problemas com baixas temperaturas, sendo o plástico preto normalmente utilizado.

Tessarioli Neto (1993) menciona, que antes do advento do plástico, no final da década de cinquenta, a cobertura do solo para o cultivo do morango era feita com material orgânico. Eram utilizados palhas de cereais, acículas de pinus, folhas de árvores, serragem, maravalhas, gramíneas secas, cascas de arroz, bagaços de cana-de-açúcar, sabugos de milho picados, etc.. Camargo (1973), ressalta a importância do uso da cobertura do solo, inclusive para evitar a morte das raízes superficiais. No tocante às possíveis vantagens dos plásticos de colorações diferentes, Martins (1983) verificou no RS, que o transparente, o azul translúcido e o preto opaco não diferiram entre si, quanto à produtividade, sendo todos superiores ao solo descoberto. No Brasil, segundo Tessarioli Neto (1993), o uso do plástico preto para cobertura de canteiros de morangueiro se consolidou na década de setenta, por auferir melhor controle do mato, evitar a perda excessiva de água por evaporação do solo, facilitar a colheita e a comercialização do “fruto”, pois o produto é produzido limpo. As primeiras pesquisas no Brasil com cobertura plástica foram feitas no Departamento de Horticultura da ESALQ, pelo Prof. Tosiaki Kimoto, em meados dos anos 60. Em 1969, vários produtores de morango de Atibaia utilizaram o plástico, mas, deixaram parte da cultura no sistema antigo. Em 1970, em razão dos resultados favoráveis, todos os produtores que testaram o plástico, aderiram 100% a ele (Minami⁷). Albregts & Howard (1972), alertam para os problemas decorrentes de enterrar ou queimar o polietileno residual, por não ser degradável no solo. A esse respeito, Grossman (1991) informa que já existe nos EUA a reciclagem dos plásticos usados na agricultura, bem como o desenvolvimento de plásticos foto e biodegradáveis.

2.3.2. Efeito das coberturas do solo na produtividade

As coberturas de solo para cultivo do morango, tanto de origem orgânica como sintéticas, permeáveis ou impermeáveis, de modo geral proporcionam maiores produções de “frutos”, em relação ao solo descoberto. Entretanto, não há concordância em relação ao desempenho, quando se

⁷ MINAMI, K. (Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Depto. Horticultura, Piracicaba) Comunicação pessoal, 1996.

comparam as diversas coberturas, provavelmente devido às diferenças edafoclimáticas e de manejo.

As temperaturas nas raízes influenciam o desenvolvimento da planta (Galletta & Bringham, 1990). Assim, a temperatura ótima para o desenvolvimento radicular é de 12,8°C, para o desenvolvimento da coroa é de 18,3°C, para o desenvolvimento foliar é de 23,8°C e para o desenvolvimento do “fruto” 7,2°C. A relação da temperatura com a acumulação dos nutrientes varia com o cultivar, parte da planta e, também com os nutrientes considerados. As coberturas orgânicas, de modo geral, diminuem a temperatura do solo, enquanto que as coberturas plásticas tem efeito variável.

Quanto aos efeitos na umidade do solo, Sganzerla (1995) comenta que devido a sua impermeabilidade, os filmes plásticos evitam a evaporação, favorecendo um suprimento constante e regular de água e nutrientes para as culturas, além de eliminar, em certos casos, a presença de mato. Waggoner et al.⁸, citados por Martins (1983), relatam aumento de nitrato disponível ao morangueiro cultivado em solo coberto com plástico, devido a maior mineralização do nitrogênio em ambiente quente e úmido, em relação ao solo descoberto. Haynes (1987) também detectou maiores teores de nitrato e sulfato disponíveis no solo, com o uso de cobertura plástica clara ou preta, em relação à cobertura branca e ao solo descoberto. Entretanto, não houve resposta da planta em relação aos conteúdos de nitrogênio, enxofre e fósforo. Gupta & Acharya (1993) detectaram maior absorção de nutrientes no cultivo com plástico preto, do que no solo descoberto.

Em Campinas, em Latossolo Vermelho Amarelo, Camargo & Igue (1973) verificaram que a 5 cm de profundidade, em dias ensolarados de outubro, entre 15 e 16 horas, sob plástico preto e solo desnudo, as temperaturas variaram de 30 a 34°C. Sob as coberturas orgânicas (casca de arroz, restos de plantas de

⁸ WAGGONER, P.E.; MILLER, P.M.; DE ROO, H.C. **Plastic mulching: principles and benefits.** New Haven: Connecticut Agricultural Experimental Station, 1960. 43p. (Bulletin, 634).

arroz picados, capim favorito picado, bagaço de cana-de-açúcar picado e restos de madeira de marcenaria picados), nas mesmas condições, as temperaturas do solo variaram de 24 a 28°C. Nos dois primeiros meses de colheita a cobertura do solo teve efeito positivo na produção de "frutos" do cultivar Campinas. No período total de colheitas as coberturas orgânicas foram superiores às demais. A cobertura com plástico preto foi prejudicial na época de temperaturas elevadas (a partir de agosto), propiciando o desenvolvimento de antracnose. Martins (1983), em Viamão, RS, verificou resultados semelhantes, pois a casca de arroz, as acículas de pinus e a maravalha reduziram a temperatura do solo (máxima e média), enquanto que a cobertura plástica (transparente, azul translúcido e preto opaco) aumentou; entretanto, houve pequeno efeito na produtividade dos cultivares Campinas e Monte Alegre. O saldo de radiação foi menor sobre a cobertura com casca de arroz e maravalha do que sobre acículas de pinus e solo desnudo. Olitta & Minami (1975), em Piracicaba, SP, verificaram que a cobertura do solo com plástico preto aumentou a produção de frutos do cultivar Monte Alegre em 18% e a cobertura com farpas de madeira em 8,5%, em relação ao solo descoberto. Deve-se levar em conta, que neste experimento, as colheitas foram realizadas apenas até o início de setembro, escapando, portanto do período de temperaturas mais elevadas.

Quanto às mantas permeáveis, desenvolvidas mais recentemente, Tessarioli Neto (1993), em Monte Alegre do Sul, SP, verificou que o material permeável preto proporcionou menor precocidade e produtividade de "frutos" do que o impermeável preto, porém, foi superior à ausência de cobertura do solo. Com a cobertura de polietileno preto a área foliar e o peso da matéria seca da parte aérea foram maiores. Este material conferiu valores mais altos para a umidade e para a temperatura máxima do solo, bem como maior variação das amplitudes térmicas diárias. Essas amplitudes foram menores sob a manta permeável. Os menores valores de temperatura mínima e de umidade do solo foram obtidos quando não se usou cobertura. Neste experimento, como o plantio foi realizado um tanto tardiamente (15 de abril), o aquecimento do solo proporcionado pelo plástico deve ter contribuído efetivamente para maior produção nos primeiros meses de colheita. Há concordância, deste trabalho, também com Hanks et al. (1961), que

constataram menor umidade em solo descoberto do que no caso de cobertura com plástico, palha ou cascalho.

Na literatura estrangeira, também se verifica discordância de resultados. Himelrick et al. (1993), no Alabama, detectaram, maiores temperaturas do solo até 10 cm de profundidade para o plástico claro, seguido pelo marrom, preto/branco, preto, branco/preto e solo descoberto. Esses autores verificaram, que não houve diferença entre esses tratamentos, quanto a produção total e precoce, para o cultivar Chandler, quando as condições ambientais eram frescas e secas. Entretanto, quando as condições eram quentes e úmidas, a cobertura plástica foi superior ao solo descoberto, para a produção total, e com exceção da cobertura branco/preto, também foi superior em precocidade. Praticamente, não houve influência no peso médio do "fruto".

De modo diferente, Voth & Bringham (1990) relatam, para as condições da Califórnia, que o plástico preto, o branco e o branco/preto reduzem a penetração de energia radiante no solo, sendo que a temperatura mínima e a máxima com essas três coberturas, a 7,6 cm de profundidade, é menor do que no caso do solo descoberto. Voth (1972) relata aumento de produção de morango de no mínimo 70% no plantio de inverno californiano (outubro-dezembro), devido ao aumento da temperatura do solo proporcionado pelo plástico transparente. Contudo, esse autor salienta que a época de aplicação do plástico é crítica, pois quando realizada muito tardiamente (fevereiro) reduz a produção de morango e estimula a emissão precoce de estolhos.

Deve ser salientado, que a escolha da cobertura morta depende também da época de plantio. Nesse sentido, Fear & Nonnecke (1989), em plantio realizado no final da primavera (junho), em Iowa, utilizando cultivares neutros ao fotoperiodismo, verificaram que a floração e a produção de morango foram favorecidas com o uso de coberturas que moderaram a temperatura do solo no verão. Assim, a palha e o plástico branco/preto foram superiores aos plásticos

transparente e branco. Por outro lado, a cobertura mais favorável ao desenvolvimento vegetativo foi o plástico transparente.

O efeito da cobertura plástica na temperatura do solo, na temperatura da superfície e no balanço de radiação é determinado, principalmente, pelas propriedades óticas do material (Ham et al., 1993). Avaliando oito plásticos usados como cobertura morta esses autores concluíram, que a maior capacidade de reflexão foi verificada para os plásticos branco e aluminizado. A maior transmitância de infravermelho esteve com o plástico preto fotodegradável e a menor com o material aluminizado. A 5 cm acima da superfície, as temperaturas foram semelhantes para todos os plásticos, atingindo durante o dia, de 3 a 5°C acima da temperatura do ar medida a 1,5 m de altura (estação climatológica). À noite, ocorreu fenômeno semelhante, devido ao fluxo de calor emitido pela superfície plástica. Ao meio dia, as temperaturas de um solo areno-argiloso, a 10 cm de profundidade, atingiram maiores valores sob cobertura com material de alta absorvância de ondas curtas (plásticos pretos) ou, então, com alta transmitância de ondas curtas acoplada com baixa transmitância de ondas longas. À noite, as temperaturas foram mais elevadas sob os plásticos, devido à bolsa de ar entre estes e o solo reduzir a transferência de calor convectivo. Os plásticos aprisionam uma porção da radiação de ondas longas emitida do solo, além de evitar o resfriamento evaporativo. As temperaturas aparentes da superfície foram estimadas em 70 a 80°C ao meio dia, com os valores mais altos para as coberturas com alta absorção de ondas curtas, como o plástico preto. As temperaturas aparentes resultam da composição da radiação emitida pela cobertura plástica e da radiação emitida pelo solo, transmitida através do plástico. As temperaturas noturnas foram mais elevadas nos plásticos, devido a bolsa de ar entre eles e o solo reduzir a transferência de calor convectivo. Os autores comentam, que o sombreamento da cobertura pela folhagem, provavelmente, modera as diferenças entre as mesmas. Neste trabalho as temperaturas do solo foram mais elevadas para o plástico preto do que para o transparente, discordando do que ocorre na Califórnia (Voth & Bringham, 1990). Desse modo, Ham et al. (1993) alertam para a importância da metodologia usada na colocação dos plásticos (com ou sem bolsas

de ar), as quais podem afetar o aquecimento do solo. A espessura do plástico parece não influir no desempenho, de acordo com Eulenstein (1983), na Alemanha, que comparou plástico de 50 micra com outro de 80 micra, usando o cultivar Fratina.

Quanto aos efeitos na qualidade, Gupta & Acharya (1993) detectaram maior tamanho, maior teor de açúcar e menor acidez dos "frutos", quando se revestiu o solo com plástico preto, comparativamente ao plástico transparente, capim cortado e acículas de pinus.

2.3.3. Efeitos das coberturas do solo na incidência de doenças

Camargo & Igue (1973) verificaram que a cobertura do solo com plástico preto contribuiu para reduzir o tamanho das plantas, a partir de outubro, provavelmente devido ao maior aquecimento, conferindo maior desuniformidade às mesmas e o aparecimento de maior número de indivíduos raquíticos atacados por *Colletotrichum fragariae*. Smith & Black (1987) relatam que a reação a esse patógeno é influenciada pelas condições ambientais, sendo que a 35°C a severidade da doença foi maior do que a 25 ou 30°C, com umidade relativa próxima a 100%. Segundo Okayama (1989), acima de 40 horas em ambiente saturado de umidade, há aumento na ocorrência dessa doença. O nitrogênio é outro fator importante, sendo que cultivares resistentes se tomam suscetíveis, quando o seu teor nas folhas é maior que 2% (Smith, 1987). Para o cultivar Campinas, Tanaka et al. (1995) detectaram aumento significativo de incidência de antracnose no rizoma, favorecido por doses crescentes de nitrato de amônio ou esterco de curral.

Waggoner et al.⁸, citados por Martins (1983), relatam, que sob cobertura de solo com plástico preto, translúcido ou aluminizado houve maior incidência de *Rhizoctonia solani* nas raízes, do que em solo desnudo. No plástico preto e no aluminizado, houve maior severidade devido às condições predisponentes: solo úmido, sem muito aquecimento. Maas (1984) relata, para esse patógeno, que as temperaturas na faixa de 2 a 18°C favorecem a infecção de

raízes, ao passo que na faixa de 18 a 32°C há favorecimento da infecção da coroa e do pecíolo. Um outro patógeno de raízes, morfológicamente semelhante a *R. solani* é a *Rhizoctonia fragariae*, a qual, segundo LaMondia & Martin (1989) pode ser patogênica tanto a 10 como a 24°C, dependendo do grupo de anastomose.

Yoshino & Hashimoto (1978) verificaram, que o desenvolvimento da podridão radicular causada por *Fusarium oxysporum fragariae* foi reduzido com teores altos de potássio ou baixos de nitrogênio no solo. O hidróxido de cálcio controlou a doença, aplicado na formação das mudas. O filme de vinil claro ou verde promoveu a infecção, enquanto que o vinil preto ou o polietileno prateado tiveram efeito contrário.

Yang et al. (1990b) utilizando um simulador de chuva verificaram, que a cobertura plástica do solo aumentou a dispersão do fungo *Colletotrichum acutatum*, agente causal da antracnose dos "frutos", a 30 e 60 cm de distância do inóculo. Com a palha ou sem cobertura do solo, a incidência geralmente foi menor a 60 cm, principalmente com a primeira. Em outro trabalho Yang et al. (1990a) confirmaram esses resultados, concluindo que a dispersão foi inversamente proporcional à rugosidade (gradiente topográfico) e à área foliar. Esses autores lançam a hipótese que a topografia da superfície é um fator importante de controle da dispersão por impacto, devido ao seu efeito nas trajetórias de gotículas e perda de inóculo.

2.4. Época de plantio

Dumer & Poling (1988), em trabalho de revisão de literatura, discorrem sobre as complexidades da fisiologia da floração e do crescimento vegetativo do morangueiro. Os cultivares, geralmente, podem ser classificados em três grupos: de dias curtos, de dias longos e neutros ao fotoperiodismo. A transição do crescimento vegetativo para o floral é regulada pelo fotoperíodo e/ou pela temperatura. Os cultivares de dias curtos iniciam a floração no final do outono, através de um estímulo fotoperiódico, conferido pelo comprimento da noite e,

provavelmente, o fitocromo seja o mediador. A substância que regula a floração do morangueiro ainda não foi descoberta. Provavelmente, estejam envolvidos inibidores produzidos sob dias longos ou temperaturas elevadas, ou mesmo pela interrupção da noite, e promotores produzidos sob dias curtos ou temperaturas frescas. A quantidade de cada substância é diretamente proporcional à área foliar da planta, sob dia curto ou longo. A propagação vegetativa é estimulada pelos dias longos e temperaturas elevadas. Os cultivares neutros ao fotoperiodismo são menos sensíveis à inibição da floração pelas temperaturas elevadas, mas 30°C parece ser o limite.

A data ótima para coleta de mudas de cultivares de dias curtos (Douglas, Tufts, Pajaro e Chandler), deve ser baseada no fotoperíodo, que aumenta a indução e a iniciação floral. O número de horas de frio ($t \leq 4,4^{\circ}\text{C}$) aumenta a diferenciação e as produções precoces, para os cultivares Douglas, Pajaro e Chandler, quando as mudas são coletadas antes ou na data de fotoperíodo ótimo, (Dumer et al., 1987).

Assim, de acordo com Galletta & Bringhurst (1990), na Califórnia e na Flórida, dois importantes estados produtores de morango nos EUA, os sistemas de cultivo de inverno são diferentes. Na Califórnia, exige-se a vernalização precoce das mudas, que é feito em viveiros instalados em altitudes elevadas. De acordo com Voth & Bringhurst (1990), nesses viveiros as mudas recebem de 500 a 1000 horas de frio ($t < 7,2^{\circ}\text{C}$). Ainda de acordo com Galletta & Bringhurst (1990), as mudas são colhidas em outubro (o ótimo de vernalização varia com o cultivar), sendo mais vigorosas, mais produtivas e de "frutos" de melhor qualidade, embora um pouco mais tardias. Na Flórida, as mudas são colhidas em pleno estágio vegetativo, sem remoção de folhas, bem enraizadas, sendo a vernalização recebida no campo; a colheita das mesmas também ocorre no outono (de 5 de outubro a meados de novembro), variando com o cultivar. Albregts et al. (1992) explicam que as mudas produzidas em altitudes elevadas, além de serem induzidas à floração, acumulam amido nas raízes, sendo capazes de crescerem mais rápido. Para as mudas produzidas na Flórida, o número de folhas inicial é de

extrema importância, devido à correlação com a produção; o número ótimo depende do cultivar.

Para o cultivar Campinas (de dias curtos), o mais utilizado em São Paulo para mesa, o fotoperíodo indutivo da floração é 12 horas, de acordo com Carbonari & Cunha (1975). A temperatura tem influência muito grande na determinação da época de plantio (Carbonari, 1973). Estimula o desenvolvimento vegetativo, se for elevada, retardando a produção. Quando se faz o plantio tardio, normalmente ocorre fraco desenvolvimento vegetativo, insuficiente para suportar a floração. Para o cultivar Campinas, em Botucatu, esse autor recomenda o plantio de 20 de fevereiro a 20 de março, objetivando a produção no ciclo, e entre 06 e 20 de março para a produção precoce (dois primeiros meses de colheitas). De acordo com Voth & Bringham (1990), para que ocorra desenvolvimento vegetativo, a temperatura mínima do solo deve ser 10°C. Os drenos preferenciais mudam durante o ciclo de cultivo do morangueiro (Luchi, 1993). Assim, no início do crescimento os assimilados são alocados preferencialmente nas raízes, a seguir nas folhas; com o surgimento de flores e "frutos", estes passam a ser os drenos preferenciais até o final do ciclo.

Em São Paulo, segundo Passos (1990), nas regiões frescas (Piedade, Atibaia, Cabreúva, Itupeva, Jundiaí) o transplante é feito em fevereiro-março; nas regiões quentes, é feito em abril. Em Piedade, com plantios mensais até maio-junho, consegue-se melhor oferta de morangos de boa qualidade. Filgueira (1982) menciona que, apesar do morangueiro ser uma planta típica de clima temperado, os cultivares paulistas adaptam-se a localidades mais quentes, desde que o período de outono-inverno seja relativamente frio.

Para o Rio Grande do Sul, segundo Santos (1986), o melhor período de plantio é abril-maio, havendo diferenças varietais.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Local

A experimentação foi realizada no Sítio São João, localizado no bairro Campo dos Aleixos, Atibaia (latitude: 25°07'S, longitude: 46°50'W e altitude: 744m, Alfonsi⁹), em cultivo comercial da família Maziero.

3.2. Clima

Segundo a classificação internacional de Köppen (Alfonsi⁹), o clima da região é enquadrado no subgrupo Cfa, significando subtropical de altitude, com verão quente (temperatura do mês mais quente superior a 22°C) e sem estação seca pronunciada (chuva do mês mais seco superior a 30 mm).

Os dados relativos aos parâmetros climáticos, medidos durante a experimentação, encontram-se na Tabela 1.

3.3. Solo

A experimentação foi realizada em Latossolo Vermelho Amarelo, textura argilosa.

⁹ ALFONSI, R.R. (IAC, Seção de Climatologia Agrícola, Campinas) Comunicação pessoal, 1996.

TABELA 1 - Temperatura e umidade relativa do ar, médias e chuva, medidas no local da experimentação, no período de junho de 1994 a janeiro de 1995.

Período	Temperatura (°C)		Umidade (%)		Chuva (mm)
	máxima	mínima	máxima	mínima	
11 a 20/06	25,3	10,1	100,0	35,4	0,0
21 a 30/06	21,6	8,4	99,0	47,1	37,5
01 a 10/07	21,8	13,4	96,4	45,2	16,0
11 a 20/07	25,0	8,4	97,2	31,3	0,0
21 a 31/07	26,9	11,4	96,3	34,1	79,4
01 a 10/08	23,5	9,7	96,1	39,2	0,0
11 a 20/08	24,4	12,1	96,4	40,4	0,0
21 a 31/08	26,6	11,3	95,9	31,3	0,0
01 a 10/09	23,2	13,0	93,6	43,6	0,0
11 a 20/09	26,9	12,1	94,2	32,4	0,0
21 a 30/09	27,8	11,7	90,3	27,7	0,0
01 a 10/10	28,8	15,8	90,3	33,9	0,0
11 a 20/10	29,3	16,7	93,2	37,9	27,2
21 a 31/10	25,3	17,0	94,9	59,2	91,8
01 a 10/11	30,1	17,7	97,1	38,7	27,1
11 a 20/11	27,2	16,6	96,3	49,0	47,1
21 a 30/11	25,1	14,5	94,3	48,6	37,1
01 a 10/12	29,3	17,6	95,5	44,3	5,0
11 a 20/12	29,3	18,3	97,2	48,5	138,7
21 a 31/12	28,7	18,3	96,9	45,6	172,3
01 a 10/01	27,3	19,4	96,7	57,2	61,7
11 a 20/01	30,7	19,2	96,4	38,6	0,0

Os resultados das análises físicas da camada superficial do solo (entre 0 e 20 cm), dos locais irrigados por aspersão e gotejo, em 1994, são apresentados na Tabela 2. Cada amostra estudada foi composta de 20 pontos tomados ao acaso e analisada no Laboratório Agronômico S/C Ltda (LAGRO). A separação das frações areias grossa e fina, limo (silte) e argila foi realizada pelo "método da pipeta", modificado por Grohmann & Raij (1974), e disperso com NaOH 0,1N. A classificação textural seguiu Medina & Grohmann (1967).

TABELA 2 - Características físicas do solo dos locais dos experimentos instalados em 1994.

Variáveis físicas	<u>locais A,B e C</u> (Gotejamento)	<u>local D</u> (Aspersão)
<u>Composição granulométrica a/</u>		
areia grossa (%)	17,60	16,10
areia fina (%)	17,50	17,70
limo (silte) (%)	6,30	9,10
argila (%)	58,60	57,10
cascalho (%)	0,00	0,00
<u>Densidade</u>		
aparente (g/cm ³)	1,09	1,09
real (g/cm ³)	2,20	2,22
Porosidade total (%)	50,33	50,89
Classe	Argilosos	Argilosos
Sub-classe	Argiloso	Argiloso

a/ dimensões (mm): cascalho (20 a 2), areia grossa (2 a 0,20), areia fina (0,20 a 0,02), limo (0,02 a 0,002), argila (<0,002).

3.4. Cultivar

Utilizou-se o cultivar Campinas IAC-2712, de dias curtos, o mais utilizado em Atibaia. Esse cultivar foi desenvolvido pelo Dr. Leocádio de Souza Camargo, do Instituto Agrônômico (IAC), a partir do cruzamento dos cultivares norte-americanos Donner e Tahoe, e lançado no início da década de sessenta (Camargo & Passos, 1993).

3.5. Experimentação instalada em 1994

3.5.1. Delineamento experimental

Foram instalados quatro experimentos no esquema fatorial 2 x 3 (época de plantio e cobertura de solo), em blocos ao acaso, com três repetições. As parcelas constaram de 44 plantas, dispostas no espaçamento de 0,3 x 0,3 m, correspondendo a 3,96 m² de área cultivada. Três desses experimentos foram irrigados por gotejamento e o outro por aspersão. Inicialmente, os experimentos foram conduzidos sem proteção. A partir de julho, dois deles irrigados por gotejo, e contrastantes quanto à lâmina de irrigação recebida, foram conduzidos dentro de estufa. Estas, diferiram quanto à espessura da cobertura plástica.

Desse modo, foram constituídos quatro ambientes, discriminados a seguir: **A** (estufa coberta com plástico de 150 micra ou e gotejamento), **B** (estufa coberta com plástico de 75 micra e gotejamento), **C** (sem proteção e com gotejamento) e **D** (sem proteção e com aspersão). As figuras 1 e 2 mostram aspectos dos ambientes irrigados por gotejamento. O cultivo em campo aberto, bem como a irrigação por aspersão, são predominantes na região.

3.5.1.1. Época de plantio

Foram estudadas duas épocas, 12/13 de abril e 13 de maio de 1994, correspondendo ao plantio normal e tardio, em relação à Atibaia.

FIGURA 1 - Detalhe do ambiente **B** (estufa de 75 micra e irrigação por gotejamento) em julho de 1994. Atibaia (SP).

3.5.1.2. Coberturas de solo

Foram estudados três tipos: filme de polietileno preto (30 micra de espessura), farpas de madeira (camada de 5 cm) e solo descoberto. O plástico preto é a cobertura padrão. As farpas de madeira (predominância de fitas finas, de aproximadamente 2,5 x 1,5cm) eram normalmente utilizadas antes do advento da plasticultura. O solo descoberto foi incluído no estudo devido a possibilidade de seu uso no cultivo protegido.

A cobertura de solo com farpas de madeira foi feita por ocasião do pegamento das mudas, ou seja 15 e 08 dias após o transplante, respectivamente para a primeira e segunda época de plantio.

FIGURA 2 - Detalhe do ambiente C (não protegido e irrigação por gotejamento) em julho de 1994. Atibaia (SP).

A cobertura de solo com plástico preto, nos ambientes irrigados por gotejo, foi feita nas mesmas datas de aplicação de farpas de madeira. No ambiente irrigado por aspersão, o plástico foi aplicado tardiamente, 60 e 48 dias após o transplante, respectivamente para a primeira e segunda época de plantio.

3.5.1.3. Irrigação

Até o final de abril de 1994 a irrigação foi feita diariamente por aspersão, visando o estabelecimento das mudas transplantadas. A seguir, ela foi diferenciada. O monitoramento contou com a colaboração da Seção de Irrigação, IAC.

A partir da linha principal de irrigação foram tomadas linhas laterais no sentido do comprimento dos canteiros de cultivo, em nível. Foram colocados dois tubogotejadores de polietileno flexível ao longo dos canteiros de quatro fileiras de plantas, ficando cada um deles entre duas fileiras, com exceção da central. Os tubogotejadores utilizados são do modelo Super Typhoon 125, com diâmetro interno de 15,9 mm, sendo a distância entre os gotejadores de 30 cm.

A análise de intervalos de confiança pelo teste t, ao nível de 5% de probabilidade, mostrou que a lâmina de água, em cada um dos blocos dos experimentos irrigados por gotejamento, foi homogênea. Entre os ambientes houve diferenças no tocante à lâmina de água aplicada. Isso decorre da disposição do equipamento no campo, uma vez que ele foi reutilizado, de forma diferente do dimensionamento original. Os ambientes **A**, **B** e **C** estavam inseridos no campo de produção comercial de morango irrigado por gotejo. Um dos problemas da utilização desse sistema de irrigação no morangueiro tem sido o caráter itinerante da cultura, exigindo o redimensionamento a cada ciclo.

No ambiente irrigado por aspersão (**D**) a lâmina de água foi avaliada e considerada uniforme pelo teste t (5%).

A Tabela 3 apresenta a lâmina total de água de cada ambiente, a quantidade de chuva e o intervalo médio entre irrigações de 12/04/94 a 20/01/95.

Foram instalados tensiômetros para acompanhamento das irrigações, que eram realizadas pelo produtor, na primeira época de plantio. Para tanto, na

Tabela 3 - Lâmina total de água (irrigação e chuva) nos quatro ambientes estudados, chuva e intervalo médio entre irrigações, de 12/04/94 a 20/01/95. a/

Período	Lâmina total (mm)			Chuva (mm)	Intervalo (dias)	
	A	B	C		gotejamento	aspersão
12-30 abril	130,6	130,6	130,6	-	0,0	1,0
maio	257,3	568,8	395,5	35,0	2,1	3,9
junho	228,0	495,0	346,5	37,5	2,8	2,6
julho	184,2	458,3	394,1	95,4	2,5	5,8
agosto	98,0	196,8	129,6	0,0	2,1	4,7
setembro	84,1	133,3	84,1	0,0	2,6	3,9
outubro	61,5	97,5	180,5	119,0	2,5	2,7
novembro	57,4	175,2	168,7	111,3	2,5	4,0
dezembro	61,5	364,8	377,5	316,0	2,1	2,8
01-20 janeiro	46,5	73,7	108,2	61,7	2,2	3,5
maio-julho	800,1	1.652,7	1.266,7	167,9	2,5	4,1
agosto-novembro	301,0	602,8	562,9	230,3	2,4	3,8
maio-novembro	1.101,1	2.255,5	1.829,6	398,2	2,4	3,9
maio-20 janeiro	1.209,1	2.694,0	2.315,3	775,9	2,4	3,8

a/ o ambiente **A** funcionou como estufa a partir de 01/07/94; o ambiente **B** funcionou como estufa de 14/07 a 11/11/94; **A**,

B e **C**, foram irrigados por gotejamento; **D** foi irrigado por aspersão.

área de campo aberto (gotejo e aspersão) no dia 10 de junho de 1994, foram instalados tensiômetros a 10, 15 e 30 cm de profundidade nos tratamentos de farpas de madeira e plástico preto. Nos experimentos de cultivo protegido, os tensiômetros foram instalados no dia 06 de julho de 1994, nas mesmas profundidades citadas anteriormente, nos três tratamentos de cobertura de solo.

Em julho de 1994, observados os resultados dos tensiômetros, que mostravam excesso de água aplicada, e aliado ao aumento da incidência de doenças no ambiente **D**, interferiu-se no manejo das irrigações. A partir daí solicitou-se que o potencial matricial de água no solo não fosse maior que -0,01 MPa, e ficasse em torno de -0,01 a -0,02 MPa, no tensiômetro instalado a 10 cm de profundidade, evitando assim excesso de água, em todos os experimentos.

3.5.1.4. Ambientes protegidos

Foram construídos dois ambientes protegidos com teto em arco, sendo toda a estrutura de madeira, assemelhando-se a estufa modelo Arco Pampeana descrita por Sganzerla (1995). Cada estufa teve as seguintes dimensões: 33,7 m de comprimento, 2,87 m de largura e 2,91 m de altura máxima. O maior lado da estufa, assim como os canteiros, foi orientado no sentido noroeste-sudeste.

Como cobertura foram utilizados filmes de polietileno transparente, aditivado, com espessura de 150 micra para o ambiente **A** e 75 micra para o ambiente **B**. Nas laterais e nas extremidades foram colocadas cortinas do mesmo material. As cortinas foram mantidas levantadas para arejamento interno, exceto nos dias de chuva. O ambiente **A** passou a funcionar como ambiente protegido a partir de 01/07/94. O ambiente **B** funcionou como tal de 14/07 a 11/11, sendo recuperado em 27/12/94.

3.5.2. Condução da cultura

O local dos experimentos recebeu calagem e adubação de pré-plantio, respectivamente em novembro de 1993 e 15/02/94. Na calagem usou-se calcário dolomítico (6,6 t/ha) e na adubação de pré-plantio a fórmula 04-14-08 (8 t/ha) e farinha de ossos (2 t/ha), seguindo o mesmo procedimento utilizado pelos proprietários no cultivo comercial. Os resultados das análises químicas do solo dos quatro locais estudados, realizadas na Seção de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas, IAC, encontram-se na Tabela 4. Para cada um deles tomou-se uma amostra composta (20 pontos ao acaso sem incluir as parcelas referentes às farpas de madeira), em 30/05/94. As análises seguiram os métodos descritos por Raij & Zullo (1977).

Visando o enraizamento e redução do estresse no transplante, fez-se o enviveiramento das mudas em 23 a 25/03/94, no espaçamento de 15 x 5 cm, seguindo a recomendação de Camargo (1973). Foram utilizadas mudas de estolho de tamanho médio. Por ocasião da primeira época de plantio, uma amostra de 21 mudas apresentou as seguintes características (média e desvio padrão da média): número de folhas $3,9 \pm 0,2$; diâmetro do colo (cm) $0,99 \pm 0,04$; peso da matéria fresca (g) $11,288 \pm 1,259$; comprimento máximo da parte aérea (cm) $23,29 \pm 0,69$ e comprimento máximo do sistema radicular (cm) $15,57 \pm 1,08$.

O plantio foi feito em canteiros de 1,20 m de largura e 0,30 m de altura, separados entre si por cerca de 0,50 m. O espaçamento utilizado foi de 0,30 x 0,30 m, padrão no cultivo do morango e recomendado por Camargo (1973).

Em pós-plantio, foram feitas as seguintes adubações conforme o procedimento utilizado pelos proprietários no cultivo comercial: a) coberturas com a fórmula 15-07-28 (5 g/planta) em 25/04/94 e 12-06-12 (10 g/planta) em 20/08/94; b) via foliar, Nutrimins CaB2 (200 cc/100 l de água) em 13/06/94, 29/06/94, 13/09/94 e 10/10/94 e, Policálcio (250 cc/100 l de água) em 15/06/94 e 30/07/94.

As plantas daninhas foram retiradas manualmente, sempre que necessário. Os defensivos utilizados são os normalmente disponíveis no mercado.

TABELA 4 - Características químicas do solo dos locais dos experimentos em 30/05/1994.a/

Variáveis de química do solo	Locais			
	A	B	C	D
pH em CaCl_2	5,30	5,30	5,40	6,10
matéria orgânica (%)	4,30	4,30	4,30	4,30
P resina (mg/cm^3)	472,00	416,00	488,00	376,00
K ($\text{meq}/100\text{cm}^3$)	0,27	0,28	0,31	0,31
Ca ($\text{meq}/100\text{cm}^3$)	7,40	6,70	8,10	9,30
Mg ($\text{meq}/100\text{cm}^3$)	1,60	1,20	1,60	3,20
H+Al ($\text{meq}/100\text{cm}^3$) <u>b/</u>	3,80	3,80	4,30	2,50
S ($\text{meq}/100\text{cm}^3$) <u>c/</u>	9,30	8,20	10,00	12,80
T ($\text{meq}/100\text{cm}^3$) <u>d/</u>	13,10	12,00	14,30	15,30
V (%) <u>e/</u>	71,00	68,00	70,00	84,00

a/ resultados expressos por volume de terra fina seca ao ar;

b/ acidez potencial; c/ soma de bases= $\text{Ca}+\text{Mg}+\text{K}$; d/ capacidade de troca de cátions= $\text{S}+(\text{H}+\text{Al})$; e/ saturação de bases (%)= 100 S/T .

Os "frutos" foram colhidos manualmente, com pedicelo curto, quando 75% de sua superfície estava avermelhada, conforme é o usual na região para o consumo ao natural, visando os mercados da capital paulista. Devido a ocorrência de geada no final de junho, a produção da primeira florada ficou comprometida. O período útil de colheita ficou compreendido entre meados de junho a meados de dezembro. Os "frutos" de cada parcela, foram classificados em "comerciáveis" e "não-comerciáveis", compreendendo estes os "frutos" com podridões,

desenvolvimento e amadurecimento incompletos, bem como danos causados por pássaros e insetos, conforme Camargo (1973) e Passos (1982). Para cada classe fez-se a contagem e a pesagem dos "frutos".

3.5.3. Floração

Avaliou-se , em cada parcela e em cada uma das quatro floradas, a porcentagem de plantas com flores em antese.

3.5.4. Concentração de nutrientes nas folhas

Foi avaliada na segunda florada, pois de acordo com Souza et al. (1981a e 1981b), a absorção máxima de macro e micronutrientes nas folhas ocorre depois de cinco ou seis meses do transplante e, também na quarta florada, fase em que ocorreu alta incidência de doenças. As análises foram realizadas na Seção de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas, IAC.

As amostragens para análise química foram realizadas quando a maior parte das parcelas apresentava acima de 50% de plantas floridas. Para a segunda florada, todas as parcelas foram amostradas (21/07/94), enquanto que para a quarta florada apenas as parcelas da primeira época de plantio satisfizeram o critério adotado (04/11/94). Seguiu-se a metodologia de Trani et al. (1983), coletando-se a terceira folha expandida, a partir do ápice; foram amostradas todas as plantas do centro da parcela. Os limbos foliares foram lavados com água destilada e desmineralizada, secados em estufa a 70°C, moidos e analisados quimicamente para N, P, K, Ca, Mg, B, Zn, Mn, Fe e Cu, segundo os métodos descritos em Bataglia et al. (1983).

3.5.5. Fertilidade e reação do solo no final do ciclo

Em 13-14/12/94 as parcelas da primeira época de plantio foram amostradas, coletando-se solo de dez pontos ao acaso, na faixa de 0 a 20 cm de

profundidade, para comporem uma amostra composta por parcela. As análises químicas do pH, matéria orgânica, P, K, Ca, Mg e (H + Al), foram realizadas na Seção de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas, IAC, e seguiram os métodos descritos por Raij & Zullo (1977).

3.5.6. Incidência de fungos

As plantas doentes, exibindo um complexo de sintomas de declínio, em fase terminal, foram levadas à Seção de Fitopatologia, IAC, em 24/06, 31/08, 29/09, 04/10, 17/10, 24/10, 04/11, 07/11 e 22/11/94, para identificação dos fungos associados às mesmas. Inicialmente, eliminou-se o excesso de solo aderido às raízes e examinou-se o material, em microscópio estereoscópico, para observação da presença de sinais de fungos que permitissem a sua identificação e o diagnóstico das doenças. A seguir, as plantas foram lavadas em água corrente e os rizomas cortados longitudinalmente para se verificar a presença de lesões no seu interior. Desse material, uma parte foi incubada em câmara úmida, no interior de caixas gerbox forradas com papel mata-borrão, umedecido com água destilada esterilizada, durante três a quatro dias, em temperatura ambiente de laboratório. Uma amostra das plantas doentes foi destinada aos isolamentos dos fungos fitopatogênicos. Para tanto, foram retirados pequenos segmentos de tecidos lesionados, que foram desinfestados superficialmente em solução etanólica a 70%, durante 1 minuto e hipoclorito de sódio a 1%, durante 1 a 2 minutos (dependendo da espessura do tecido). Em seguida, foram colocados equidistantemente na superfície de meio BDA (batata 200 g, dextrose 20 g, ágar 20 g, água destilada 1 l), contido em placas de Petri de 9 cm de diâmetro (cinco segmentos por placa), procedendo-se à incubação a 28°C, no escuro, durante cinco a oito dias. A identificação dos patógenos a nível de espécie foi feita para *Colletotrichum* e *Verticillium*, com base na literatura pertinente (Figueiredo et al., 1971; Cruz et al., 1972; Maas, 1984; Smith & Black, 1990; Gunnell & Gubler, 1992; Howard et al., 1992), levando-se em conta também os sintomas e as características morfo-fisiológicas.

A partir de julho de 1994 teve início a diferenciação dos ambientes estudados, no tocante à incidência de doenças causadas por fungos de solo. Fêz-se a contagem do número de plantas doentes em cada parcela, em 12/07, 06/09, 04/10, 04/11 e 08/12/94, baseando-se nos seguintes sintomas da parte aérea: sub-desenvolvimento, avermelhamento, apodrecimento do ápice da coroa, das estípulas e da base dos pecíolos, seca de folhas e murchamento.

Na fase de alta ocorrência de doenças (novembro), procurou-se caracterizar os três tratamentos de cobertura do solo, quanto à prevalência de fungos. Para tanto, fêz-se amostragem em cada um dos quatro experimentos, coletando-se 12 plantas doentes por tratamento. A identificação seguiu os mesmos procedimentos utilizados para as plantas em estado terminal. Neste caso, foi feita a identificação de *Rhizoctonia* a nível de espécie, pelas características morfo-fisiológicas e contagem do número de núcleos das células do micélio, de acordo com a técnica de Herr (1979).

A ocorrência de mancha de micosferela foi avaliada apenas em 08/12/94, pois anteriormente as condições não foram favoráveis ao seu desenvolvimento. Foi estabelecido o nível da doença pela observação visual do conjunto representado por todas as plantas da parcela, e baseado na metodologia utilizada por Menten et al. (1978).

3.5.7. Incidência de nematóides

Plantas doentes em estado terminal e suspeitas de estarem infestadas por nematóides no sistema radicular foram levadas ao Setor de Laboratório de Nematologia, Coordenadoria de Assistência Técnica Integral (CATI), em 04/10, 11/10 e 17/10/94, para exame.

Objetivando verificar se os tratamentos de cobertura do solo diferiam quanto à infestação de nematóides, coletou-se 12 plantas por tratamento (2 plantas por parcela, ao acaso) em cada um dos ambientes, em novembro de 1994. No

laboratório, removeu-se a parte aérea das plantas e as raízes foram lavadas cuidadosamente. Foram pesadas cinco gramas das raízes e examinadas sob microscópio estereoscópico. Aos resultados obtidos foram atribuídas notas de 0 a 5, segundo a escala proposta por Taylor & Sasser (1978), na qual a correspondência entre o grau e o número de galhas ou ootecas é a seguinte: grau 0 ... 0, grau 1 ... 1-2, grau 2 ... 3-10, grau 3 ... 11-30, grau 4 ... 31-100 e grau 5 ... mais de 100.

Na extração dos ovos foi utilizado o método de Hussey & Barker, modificado por Boneti & Ferraz (1981). Cinco gramas de raízes lavadas foram picadas e trituradas em liquidificador com 250 ml de solução de hipoclorito de sódio a 1%, por vinte segundos. Os ovos foram coletados em peneira de malha 500, sendo 1 ml da suspensão colocado em lâmina de Peter e procedida a contagem em microscópio.

O número de larvas do solo foi obtido pelo método do Funil de Baermann. Em uma peneira provida de papel de filtro colocou-se 100 ml de solo, sendo o conjunto colocado no funil quase cheio de água, por 12 horas. A seguir, abriu-se a presilha da extremidade do funil e coletou-se 20 ml da suspensão. Desta, retirou-se 1 ml, procedendo-se a contagem em lâmina de Peter, em microscópio.

3.5.8. Produção de "frutos" e seus componentes

A porcentagem de "frutos" não-comerciáveis foi baixa, exceto em junho, sendo a geada o principal agente de danos. Visando estimar a produção precoce, utilizou-se o somatório do número de "frutos" colhidos até julho e do número de "frutos" e de flores danificados pela geada. Segundo Dias & Goto (1996), no período de 1986 a 1995, as melhores cotações de morango na CEAGESP ocorreram em abril-maio, vindo a seguir junho-julho.

A produção comerciável em peso, bem como os seus componentes número de "frutos" e peso médio do "fruto" (relação entre os dois anteriores), foram avaliados por parcela nos seguintes períodos: a) até agosto; b) setembro; c) outubro; d) novembro-dezembro; e) junho-dezembro.

3.5.9. Desenvolvimento vegetativo no final do ciclo

a) Área foliar, peso da matéria seca da parte aérea e subterrânea

A avaliação foi realizada em 23/12/94, procurando seguir os procedimentos utilizados por Tessarioli Neto (1993). Coletaram-se três plantas por parcela, representativas do centro das mesmas. Essas plantas foram retiradas com auxílio de pá, a fim de não haver danos ao sistema radicular. Imediatamente foram lavadas, secadas, embaladas em sacos plásticos e identificadas. No laboratório da Seção de Hortaliças, IAC, foram lavadas novamente e separadas a parte aérea e a subterrânea, tendo por base o colo da planta.

Para cada planta foram destacados os folíolos expandidos e funcionais. Destes foram retirados 50 discos de 1,11 cm (7/16") de diâmetro, sem incluir as nervuras principais, para estimar a relação entre a área foliar e o peso foliar seco. Os discos, o restante dos folíolos destacados, o restante da parte aérea e a parte subterrânea de cada planta, foram colocados individualmente em sacos de papel, identificados, e postos a secar em estufa FANEM com circulação de ar, a $70,6 \pm 0,6^{\circ}\text{C}$, até peso constante.

A área foliar de cada planta corresponde ao somatório da área dos discos e da área do restante dos folíolos. Esta foi estimada pelo produto do peso destes secos pela relação área foliar/peso foliar seco. O peso da parte aérea seca corresponde ao somatório do peso dos discos secos, do peso do restante dos folíolos secos e do peso do restante da parte aérea seca.

Com base nos valores da área foliar, do peso da parte aérea seca e do peso da parte subterrânea seca das três plantas amostradas por parcela estimaram-se as médias. Esses três parâmetros foram submetidos a estudos de correlação.

b) Produção de estolhos

Segundo Waggoner et al.⁸, citados por Martins (1983), a produção de estolhos é um indicador de vigor das plantas. Desse modo, a partir de 24/11/94 (próximo do final das colheitas) deixou-se de retirar os estolhos recém emitidos. Fêz-se a contagem em cada parcela, em 17/01/95, do número de plantas com estolhos e do número de estolhos por planta.

3.5.10. Medidas físicas do ambiente

3.5.10.1. Impedimento físico do solo à penetração

Através do penetrômetro de impacto modelo IAA/Planalsucar, foi investigado pela Seção de Irrigação, IAC, o aspecto de impedimento físico do solo à penetração até a profundidade de 70 cm no ambiente irrigado por aspersão. Dezesseis parcelas foram submetidas ao penetrômetro no início de setembro/94, e os resultados foram elaborados conforme Stolf et al. (1983).

3.5.10.2. Temperatura do solo e do ar

Nos ambientes **A**, **C** e **D**, utilizando-se uma das repetições da primeira época de plantio, registrou-se graficamente, nos centros das parcelas, a temperatura a 5 cm de profundidade para as três coberturas de solo e a temperatura do ar a 20 cm de altura (próxima à folhagem) para a cobertura plástica. Os termógrafos utilizados eram da marca FOXBORO, tendo sido colocados em instalações protegidas. Os dados foram registrados a cada duas horas.

Diariamente anotaram-se as temperaturas máxima e mínima. Para cada período (de 01 a 10, de 11 a 20 e, de 21 a 30 ou 31 conforme o mês) estimaram-se as médias dos parâmetros estudados.

3.6. Experimentação instalada em 1995

Em 1995, a experimentação visou a complementação do trabalho realizado no ano anterior, especialmente quanto ao aspecto fitopatológico.

Desse modo, foi realizado um experimento comparando três coberturas de solo, no delineamento de blocos ao acaso, com sete repetições. Dentre as coberturas de solo, o plástico preto e as farpas de madeira constituem-se em repetição de tratamento do ano anterior. O terceiro tratamento constituiu-se da junção dos dois anteriores, ou seja, o solo foi coberto com uma camada de 5 cm de farpas de madeira sobre a qual aplicou-se o plástico preto. Neste tratamento objetivou-se verificar se era possível moderar a temperatura do solo e, ao mesmo tempo, impedir o desenvolvimento de plantas daninhas.

As parcelas foram compostas por 40 plantas dispostas em quatro fileiras, no espaçamento de 0,30 x 0,30 m, correspondendo a 3,60 m² de área cultivada.

O plantio foi feito tardiamente em 09/06/95, utilizando-se mudas enviveiradas em 23/03/95. As coberturas de solo foram instaladas em 26/06/95. A irrigação foi feita por gotejo (SuperTyphoon 125), seguindo o mesmo procedimento utilizado pelos proprietários no cultivo comercial. As adubações e o controle fitossanitário assemelharam-se ao que foi feito no ano anterior. As colheitas foram realizadas nos centros das parcelas, quebrando-se os pedicelos dos "frutos" 3/4 maduros.

3.6.1. Incidência de fungos

Na segunda quinzena de setembro de 1995 teve início o desenvolvimento de doenças causadas por fungos de solo. Fez-se a contagem do número de plantas doentes em cada parcela, em 25/09, 11/10 e no período de 22/11 a 02/12/95, baseando-se nos sintomas da parte aérea descritos no item 3.5.6.. Visando a identificação dos fungos associados aos sintomas fez-se a coleta de exemplares típicos em 07/11/95. Para *Colletotrichum*, *Rhizoctonia* e *Verticillium* fez-se a identificação a nível de espécie.

Na segunda quinzena de novembro, anotou-se para cada planta da parcela os sintomas da parte aérea. Baseando-se nesses sintomas e nos fungos prevalentes a eles associados, estimou-se para cada parcela a ocorrência de fungos. Esse estudo foi aperfeiçoado para o tratamento "cobertura do solo com farpas de madeira", no qual as plantas dos centros das parcelas tiveram o seu sistema radicular e o rizoma examinados em dezembro. Baseando-se nos fungos prevalentes associados a cada sintoma da parte aérea e da parte subterrânea, estimou-se a ocorrência dos mesmos.

3.6.2. Produção de "frutos" e seus componentes

As colheitas foram realizadas no período de 12/08 a 06/11/95, isto é, esperou-se cerca de 45 dias de ação das coberturas, estendendo-se até o período de máxima incidência de doenças causadas por fungos de solo. Os "frutos" comerciáveis foram pesados, contados e estimado o peso médio.

3.6.3. Desenvolvimento vegetativo

A avaliação da área foliar e do peso da matéria seca da parte aérea e subterrânea foi realizada em 01/11/95, seguindo os mesmos procedimentos utilizados no item 3.5.9.

No tratamento "cobertura do solo com farpas de madeira" obteve-se o peso da matéria seca da parte aérea e da parte subterrânea de cada planta dos centros das parcelas, os quais em conjunto com os correspondentes dados de altura e largura máxima da parte aérea foram submetidos a estudos de correlação.

3.7. Análise estatística dos dados

3.7.1. Análise de variância com teste F e comparações múltiplas pelo teste de Tukey

Os dados referentes à floração, concentração de nutrientes nas folhas, fertilidade e reação do solo, produção de "frutos", desenvolvimento vegetativo e incidência de doenças foram submetidos ao teste de Hartley (5%). Em geral não se detectou heterocedasticidade, não havendo pois necessidade de transformação dos dados.

A análise de variância foi realizada inicialmente dentro de cada um dos experimentos e posteriormente foi feita a análise conjunta. Os fatores épocas de plantio e coberturas de solo e, também experimentos, foram considerados como de efeitos fixos.

Os seguintes parâmetros foram avaliados considerando o efeito de épocas de plantio: concentração de nutrientes nas folhas na segunda florada, produção de "frutos", desenvolvimento vegetativo e incidência de doenças. A floração foi avaliada dentro de épocas de plantio. A concentração de nutrientes nas folhas na quarta florada, bem como a fertilidade e reação do solo no final do ciclo, foram avaliados apenas na primeira época de plantio. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey (5%).

3.7.2. Análise de correlação linear

Foram feitas estimativas das correlações simples entre as variáveis peso da matéria seca da parte aérea, área foliar e peso da matéria seca da parte subterrânea, em cada um dos experimentos, e em conjunto.

O mesmo procedimento foi utilizado para as variáveis altura da planta, largura máxima da planta, peso da matéria seca da parte aérea e peso da matéria seca da parte subterrânea, no tratamento "cobertura do solo com farpas de madeira", em 1995. As estimativas das correlações foram submetidas ao teste t (5%).

3.7.3. Análise descritiva

Os dados referentes a temperatura do ar e do solo agrupados em períodos de 10 a 11 dias, à floração, bem como ao impedimento físico do solo à penetração, foram submetidos a análise descritiva para estimação dos intervalos de confiança. As diferentes coberturas de solo e/ou ambientes estudados foram comparados através desses intervalos (teste t a 5%), conforme proposto por Snedecor & Cochran (1973).

Para todas as análises foi utilizado o pacote estatístico SANEST.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Ambiente físico

4.1.1. Temperatura do solo e do ar

As médias das temperaturas máximas e mínimas do solo, a 5 cm de profundidade, e do ar, a 20 cm de altura (próxima à folhagem), nos diversos períodos estudados, de 11/06/94 e 20/01/95, são apresentadas nas Figuras 3 a 5.

No tocante à temperatura máxima, foram obtidos os seguintes resultados:

a) a temperatura do solo e do ar, com o polietileno preto, não diferiram entre si em 95%, 79% e 77% dos casos (períodos), respectivamente nos ambientes **A**, **C**, e **D** (**A** protegido, **C** e **D** campo aberto; **A** e **C** irrigados por gotejamento, **D** por aspersão);

b) a cobertura com polietileno preto e o solo desnudo não diferiram entre si em 67%, 89% e 95% dos casos, respectivamente em **A**, **C** e **D**;

c) as farpas de madeira proporcionaram temperaturas menores que o polietileno preto em 72% e 82% dos casos, respectivamente nos ambientes **A** e **C** (irrigados por gotejamento), sendo que em **D** (aspersão) não diferiram entre si em 65% dos casos;

FIGURA 3 - Médias das temperaturas máximas e mínimas do solo (a 5cm) e do ar (a 20cm) no ambiente A (gotejamento e protegido desde 01/07/94), de 11/06/94 a 20/01/95.

TEMPERATURA (°C)

FIGURA 4 - Médias das temperaturas máximas e mínimas do solo (a 5cm) e do ar (a 20cm) no ambiente C (gotejamento) de 11/06/94 a 20/01/95.

TEMPERATURA (°C)

FIGURA 5 - Médias das temperaturas máximas e mínimas do solo (a 5cm) e do ar (a 20cm) no ambiente D (aspersão), de 11/06/94 a 20/01/95.

d) as farpas de madeira proporcionaram temperaturas menores que o solo desnudo, em 71% dos casos, no ambiente **C**, não diferindo entre si em 61% e 75% dos casos, respectivamente em **A** e **D**.

No tocante à temperatura mínima, foram obtidos os seguintes resultados:

a) a temperatura do solo e do ar no polietileno preto não diferiram entre si em 75% dos casos no ambiente **A** (protegido), entretanto, em **C** e **D** (campo aberto), a temperatura do ar foi menor, respectivamente em 79% e 82% dos casos;

b) o polietileno preto e o solo desnudo não diferiram entre si em 94%, 100% e 90% dos casos, respectivamente em **A**, **C** e **D**;

c) as farpas de madeira não diferiram do polietileno preto em 72% e 90% dos casos, respectivamente em **A** e **D**, enquanto que em **C** a ocorrência foi de 53%;

d) as farpas de madeira não diferiram do solo desnudo em 94% e 85% dos casos, respectivamente em **A** e **D**, enquanto que no ambiente **C** a ocorrência foi de 47%.

Desse modo, o solo coberto com polietileno preto, farpas de madeira (sob as duas menores lâminas de água nos ambientes **A** e **D**) e descoberto, tenderam a apresentar temperaturas semelhantes entre si. A cobertura orgânica, sob lâmina maior (ambiente **C**) tendeu a diminuir a temperatura máxima no ciclo e elevar a mínima nos meses mais frios.

Os dados do ambiente **B** (protegido e irrigado por gotejamento) são muito restritos, servindo apenas como complemento. De 01/10 a 10/11/94 a temperatura do solo, em canteiro coberto com polietileno preto, foi inferior à do ar

no caso da máxima e variou de igual a superior no caso da mínima.

Os ambientes (protegido e campo aberto) não diferiram entre si, na maioria dos períodos estudados, em relação à temperatura do ar a 20 cm de altura do solo revestido com plástico preto. Uma vez que as estufas (ambientes **A** e **B**) ficaram com as cortinas levantadas a maior parte do período de experimentação, devido a escassez de chuva até meados de outubro (Tabela 1), não houve aumento excessivo de temperatura. Esse método, também foi utilizado com eficiência por Martins et al. (1994) e por Pezzopane (1994).

Os dados do período de 01 a 10 de outubro, do ambiente **D**, irrigado por aspersão (Figura 5), assemelham-se àqueles obtidos por Camargo & Igue (1973), onde, em dias ensolarados de outubro, as temperaturas medidas entre 15:00 e 16:00 horas, sob plástico preto e solo desnudo, foram superiores às obtidas sob coberturas orgânicas. Esses autores utilizaram em Campinas, SP, o mesmo tipo de solo do presente trabalho.

A redução da temperatura máxima pela cobertura orgânica, em relação à plastica, nos ambientes **A** e **C** concorda com Martins (1983), se bem que este autor usou a irrigação por aspersão.

Quando se comparam os dados do solo desnudo e os do solo coberto com plástico preto obtidos por Tessarioli Neto (1993), em Monte Alegre do Sul, SP, com os do ambiente **D** (mesmo sistema de irrigação), observa-se certa discordância, provavelmente devido às diferenças edáficas, ano agrícola e de manejo. De acordo com Ham et al. (1993), o modo de aplicar o plástico, com ou sem bolsas de ar, pode afetar o aquecimento do solo.

4.1.2. Impedimento físico do solo à penetração

Os valores obtidos para a resistência do solo, no ambiente irrigado por aspersão, são apresentados na Tabela 5.

Tabela 5 - Resistência à penetração (kg/cm²) em função da profundidade do solo, sem cobertura ou revestido com farpas de madeira ou polietileno preto, em duas épocas de plantio, no ambiente D (aspersão).

Bloco	Profundidade (cm)	Sem cobertura		Farpas de madeira		Polietileno preto	
		1ª Ep.	2ª Ep.	1ª Ep.	2ª Ep.	1ª Ep.	2ª Ep.
I	0 - 5	1,0	1,0	1,0	4,5	1,0	1,0
I	5 - 10	1,0	1,0	1,0	4,5	1,0	1,0
I	10 - 15	1,0	1,0	1,0	4,5	1,0	1,0
I	15 - 20	1,0	15,0	1,0	4,5	1,0	1,0
I	20 - 25	29,0	36,0	15,9	19,7	3,0	15,0
I	25 - 30	43,0	31,3	20,0	24,3	11,0	12,7
II	0 - 5	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
II	5 - 10	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
II	10 - 15	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
II	15 - 20	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
II	20 - 25	1,0	3,3	11,5	7,2	3,8	1,0
II	25 - 30	7,2	12,7	21,3	8,8	15,0	1,0
III	0 - 5	-	-	1,0	1,0	1,0	1,0
III	5 - 10	-	-	1,0	1,0	1,0	1,0
III	10 - 15	-	-	1,0	1,0	1,0	1,0
III	15 - 20	-	-	1,0	1,0	1,0	1,0
III	20 - 25	-	-	1,0	3,8	1,0	1,0
III	25 - 30	-	-	6,6	10,0	15,0	4,5

Cada faixa de profundidade do solo não diferiu estatisticamente da seguinte, dentro de cada bloco. Contudo, na faixa de 15-20 cm, os valores diferiram dos valores da faixa de 25-30 cm. Os intervalos de confiança (5%) para as faixas 15-20 e 25-30 cm foram em kg/cm^2 , respectivamente [-1,97;9,80] e [11,07;36,36] no bloco I, [1,0] e [3,67;18,33] no bloco II e, [1,0] e [1,74;16,3] no bloco III. Deve ser lembrado, que a profundidade efetiva das raízes, ou seja, onde atinge a maior parte das raízes absorventes do morangueiro, é de 30 cm (Maas, 1984; McNiesh et al., 1985; Serrano et al., 1992).

Wing et al. (1995), na avaliação da resistência do solo cultivado com morangueiro, utilizaram a média dos valores a 10, 18 e 26 cm de profundidade, obtendo a média de $11 \pm 4 \text{ kg/cm}^2$, valor máximo de 17 kg/cm^2 e mínimo de 3 kg/cm^2 . Esses autores detectaram correlação positiva entre a compactação e a ocorrência da síndrome conhecida como podridão negra das raízes. No presente trabalho, considerando-se os valores de 10 a 30 cm, detectou-se diferença estatística entre o bloco I (média $12,25 \text{ kg/cm}^2$, intervalo de confiança [6,82;17,67]) e o bloco II (média $4,41 \text{ kg/cm}^2$, intervalo de confiança [2,03;6,78]).

4.2. Floração

As porcentagens de plantas floridas referentes às duas épocas de plantio são apresentadas nas Tabelas 6 e 7.

Para a primeira época de plantio (12-13/04/94), foram obtidos os seguintes resultados :

a) na 1ª florada, entre os ambientes irrigados por gotejamento, aos 48 dias após o transplante, a maior precocidade ocorreu no ambiente **A** (menor lâmina de água) com 60,1% de plantas floridas, sendo que aos 62 dias os três ambientes não diferiram entre si (floração média de 95,0%);

Tabela 6 - Porcentagens de plantas floridas (médias) nos quatro ambientes estudados, referentes à primeira época de plantio (12-13/04/94).

Estádios <u>a/</u>	Gotejamento		Aspersão <u>d/</u>
	<u>A</u> (protegido) <u>b/</u>	<u>B</u> (protegido) <u>c/</u> Campo aberto	
1 ^a Florada			
48 dias	60,1	33,1	-
55 dias	88,4	71,7	-
62 dias	97,4	93,4	-
2 ^a Florada			
91 dias	73,7	89,7	71,6
100 dias	82,0	92,7	75,9
111 dias	91,9	93,7	78,6
3 ^a Florada			
133 dias	72,4	70,9	35,8
4 ^a Florada			
202 dias	65,1	54,1	31,5

a/ florada e número de dias após o transplante (48 dias... 30/05; 55 dias ... 06/06; 62 dias... 13/06; 91 dias ...12/07; 100 dias 21/07; 111 dias ... 01/08; 133 dias ... 23/08; 202 dias ...31/10/94).

b/ protegido a partir de 01/07/94.

c/ protegido de 14/07 a 11/11/94.

d/ não são apresentados os valores da 1^a florada, pois o polietileno preto foi aplicado posteriormente às avaliações.

Tabela 7 - Porcentagens de plantas floridas (médias) nos quatro ambientes estudados, referentes à segunda época de plantio (13/05/94).

Estádios a/	Gotejamento			Aspersão d/
	A(protegido) b/	B(protegido) c/	Campo aberto	
1ª Florada				
24 dias	11,4	7,3	22,7	-
31 dias	27,5	14,1	37,6	-
38 dias	48,2	32,8	49,0	-
2ª Florada				
60 dias	70,6	65,7	51,3	40,3
69 dias	87,1	77,9	75,7	58,3
80 dias	89,6	84,4	87,1	60,7
3ª Florada				
144 dias	61,2	68,4	58,5	50,8

a/ florada e número de dias após o transplante (24 dias... 06/06; 31 dias ... 13/06; 38 dias... 20/06; 60 dias ...12/07; 69 dias 21/07; 80 dias ... 01/08; 144 dias ... 04/10/94).

b/ protegido a partir de 01/07/94.

c/ protegido de 14/07 a 11/11/94.

d/ não são apresentados os valores da 1ª florada, pois o polietileno preto foi aplicado posteriormente às avaliações.

b) na 2ª florada, a maior precocidade ocorreu no ambiente **B** (maior lâmina de água) com 89,7% de plantas floridas aos 91 dias, sendo que aos 111 dias os três ambientes irrigados por gotejamento não diferiram entre si (floração média de 91,9%);

c) na 3ª e na 4ª floradas, os três ambientes irrigados por gotejamento não diferiram entre si, respectivamente aos 133 dias (floração média de 72,0%) e aos 202 dias (floração média de 63,5%), mas foram superiores ao ambiente irrigado por aspersão.

Para a segunda época de plantio (13/05/94), foram obtidos os seguintes resultados:

a) os ambientes irrigados por gotejamento não diferiram entre si aos 38 dias (1ª florada, com floração média de 43,3%), na 2ª florada (média de 62,5%, 80,2 % e 87,0%, respectivamente aos 60, 69 e 80 dias) e na 3ª florada (média de 62,7% aos 144 dias);

b) na 2ª florada ocorreu algum caso de menor floração no ambiente irrigado por aspersão.

Desse modo, as épocas de plantio apresentaram comportamento diferenciado, inclusive a nível de florada e ambiente. A principal diferença entre os ambientes é a lâmina de água aplicada e o intervalo médio entre irrigações (Tabela 3), visto que os teores de macronutrientes e o pH (Tabela 4), bem como as temperaturas do ar a 20 cm de altura foram semelhantes (Figuras 3 a 5). Quanto à temperatura do solo, a cobertura com polietileno preto teve comportamento semelhante à ausência de cobertura. Entretanto, as farpas de madeira apresentaram influência variável com a lâmina de água, podendo ser também um componente da diferença de ambientes.

Tomando-se as médias de floração nos três ambientes irrigados por gotejamento, verifica-se semelhança de valores na primeira florada entre 48 dias da

primeira época (43,1%) e 38 dias da segunda época (43,3%), bem como na segunda florada entre 91 dias da primeira época (80,2%) e 69 dias da segunda época (80,2%). Desse modo, no plantio tardio, o tempo para emissão das duas primeiras floradas foi menor. Carbonari (1973) explica, que no plantio tardio ocorre fraco desenvolvimento vegetativo, devido às temperaturas amenas, insuficiente para suportar a floração. Com o surgimento de flores e "frutos", estes passam a ser os drenos preferenciais, segundo Luchi (1993). A temperatura mínima do solo para ocorrer o desenvolvimento vegetativo é de 10°C, de acordo com Voth & Bringham (1990). No período de 11/06 a 10/07/94 a temperatura do solo esteve próxima desse limite (Figuras 3 a 5).

Por outro lado, o tempo para emissão da terceira florada foi maior na segunda época de plantio. Quanto à quarta florada, ela foi inexpressiva na segunda época de plantio, provavelmente devido às temperaturas elevadas em novembro (Figuras 3 a 5). A esse respeito, Durner & Poling (1988) explicam que 30°C parece ser o limite para a floração nos cultivares neutros ao fotoperiodismo, sendo estes menos sensíveis à temperatura que os cultivares de dias curtos como Campinas IAC-2712, estudado no presente trabalho.

4.3. Concentração de nutrientes nas folhas

Os resultados da avaliação da concentração de nutrientes nas folhas na segunda e na quarta florada são apresentados nas Tabelas 8 a 11.

Na segunda florada (Tabelas 8 e 9) foram obtidos os seguintes resultados:

- a) houve efeito de ambiente para os dez nutrientes estudados;
- b) houve efeito de cobertura do solo para P, Ca e Fe;
- c) houve efeito de época de plantio, exceto para K e Cu;

Tabela 8. Teores de macronutrientes no limbo foliar (%) na 2ª florada (21/07/94). a/ b/ c/

Ítems	N	P	K	Ca	Mg
Ambiente					
A (gotejamento)	3,61 ab	0,238 b	1,99 b	0,79 c	0,284 c
B (gotejamento)	3,69 a	0,329 a	2,12 a	1,15 a	0,324 b
C (gotejamento)	3,52 b	0,322 a	1,99 b	0,99 b	0,336 ab
D (aspersão)	3,13 c	0,312 a	1,76 c	0,95 b	0,369 a
D.M.S. (5%)	0,13	0,041	0,11	0,09	0,035
Coberturas					
Desnudo	3,46 a	0,287 b	1,97 a	0,98 ab	0,325 a
Farpas	3,47 a	0,322 a	1,94 a	0,91 b	0,323 a
Plástico	3,53 a	0,292 ab	1,98 a	1,02 a	0,337 a
D.M.S. (5%)	0,10	0,033	0,09	0,07	0,028
Épocas de plantio					
Abril	3,36 b	0,336 a	1,97 a	0,92 b	0,301 b
Maior	3,61 a	0,265 b	1,96 a	1,02 a	0,356 a
D.M.S. (5%)	0,07	0,022	0,06	0,05	0,019
C.V. (%)	4,01	15,44	6,39	10,74	11,97

a/ teor em porcentagem equivale a g do nutriente/kg de matéria seca dividido por 10.

b/ dentro de cada item as médias de cada nutriente seguidas da mesma letra não diferem entre si (Tukey, 5%).

c/ a interação entre ambientes e épocas de plantio foi altamente significativa no caso do N e significativa no caso do P.

Tabela 9 - Teores de micronutrientes no limbo foliar (ppm ou mg do nutriente/kg de matéria seca) na 2ª florada (21/07/94). a/ b/

Ítem	Mn	Cu	Zn	B	Fe
Ambiente					
A (gotejamento)	92,0 b	1,80 b	16,4 b	52,9 ab	149,2 c
B (gotejamento)	146,9 a	2,26 a	23,4 a	51,2 b	188,6 bc
C (gotejamento)	118,6 ab	2,03 ab	20,0 ab	50,8 b	204,4 b
D (aspersão)	44,2 c	2,30 a	16,3 b	55,5 a	394,9 a
D.M.S. (5%)	45,1	0,40	4,4	4,0	48,5
Cobertura					
Desnudo	102,2 a	2,17 a	19,0 a	54,4 a	343,6 a
Farpas	114,9 a	2,00 a	20,3 a	51,5 a	141,9 c
Plástico	84,2 a	2,11 a	17,8 a	51,8 a	217,3 b
D.M.S. (5%)	35,5	0,32	3,5	3,1	38,2
Épocas de plantio					
Abril	73,4 b	2,10 a	15,7 b	54,9 a	170,5 b
Maior	127,4 a	2,09 a	22,3 a	50,2 b	298,0 a
D.M.S. (5%)	24,1	0,22	2,6	2,1	25,9
C.V. (%)	50,28	21,59	26,00	8,48	23,20

a/ dentro de cada ítem as médias de cada nutriente seguidas da mesma letra não diferem entre si (Tukey, 5%).

b/ todas as interações foram altamente significativas no caso do Fe.

Tabela 10-Teores de macronutrientes no limbo foliar (%) na 4ª florada (04/11/94), referentes à primeira época de plantio. a/ b/ c/.

Ítems	N	P	K	Ca	Mg
Ambientes					
A (gotejamento e protegido)	2,71a	0,238a	1,43ab	1,11b	0,406a
B (gotejamento e protegido)	2,71a	0,251a	1,57a	1,30a	0,303b
C (gotejamento)	2,74a	0,204b	1,21b	1,05b	0,339b
D (aspersão)	2,68a	0,226ab	1,32b	1,07b	0,364ab
D.M.S. (5%)	0,26	0,033	0,23	0,10	0,066
Coberturas					
Desnudo	2,72a	0,223a	1,42ab	1,17a	0,343a
Farpas	2,71a	0,242a	1,47a	1,10a	0,340a
Plástico	2,70a	0,224a	1,25b	1,13a	0,376a
D.M.S. (5%)	0,20	0,026	0,18	0,08	0,051
C.V. (%)	7,10	10,54	12,33	6,65	13,77

a/ teor em porcentagem equivale a g do nutriente/kg de matéria seca dividido por 10.

b/ dentro de cada ítem as médias de cada nutriente seguidas da mesma letra não diferem entre si (Tukey, 5%).

c/ a interação entre ambientes e coberturas foi significativa no caso do K.

Tabela 11 - Teores de micronutrientes no limbo foliar (ppm ou mg do nutriente/kg de matéria seca) na 4ª florada (04/11/94), referentes à primeira época de plantio. a/ b/.

Ítem	Mn	Cu	Zn	B	Fe
Ambientes					
A (gotejamento e protegido)	149,6b	3,31ab	16,2c	65,8b	821,4ab
B (gotejamento e protegido)	187,4b	3,08ab	20,4b	76,0a	1.106,0a
C (gotejamento)	272,6a	2,93b	28,8a	66,6ab	528,1bc
D (aspersão)	174,6b	3,77a	22,7b	61,2b	462,3c
D.M.S. (5%)	71,7	0,71	4,1	9,6	323,7
Coberturas					
Desnudo	184,3a	3,32a	20,2b	68,0ab	1.006,0a
Farpas	196,1a	3,45a	20,2b	62,5b	611,2b
Plástico	207,7a	3,05a	25,6a	71,7a	571,3b
D.M.S. (5%)	56,0	0,55	3,2	7,5	252,7
C.V. (%)	27,09	16,08	13,73	10,53	32,87

a/ dentro de cada ítem as médias de cada nutriente seguidas da mesma letra não diferem entre si (Tukey, 5%).

b/ a interação entre ambientes e coberturas foi altamente significativa no caso do Zn.

d) houve efeito de interação entre ambiente e época de plantio para N, P e Fe;

e) para o Fe todas as interações foram significativas;

f) o ambiente **B** (maior lâmina de água, Tabela 3) ficou entre os melhores, exceto para Mg, B e Fe, diferindo dos ambientes **A** e **D** (menores lâminas de água), respectivamente em 70% e 80% dos casos;

g) a cobertura do solo com farpas de madeira favoreceu o teor de P e a cobertura do solo, de modo geral, diminuiu o teor de Fe;

h) o plantio em maio provocou aumento nos teores de N (quando irrigado por gotejamento), Ca, Mg, Mn, Zn e Fe, enquanto que o plantio em abril aumentou os teores de P (o ambiente **B** foi exceção) e de B.

Estudando-se o Fe em cada ambiente, devido a interação tripla, verifica-se que na ausência de cobertura do solo os teores foram mais elevados no ambiente **A** no plantio de abril e nos ambientes **C** e **D** no plantio de maio.

Na quarta florada (Tabela 10 e 11), para o plantio de abril foram obtidos os seguintes resultados:

a) houve efeito de ambiente, exceto para o N;

b) houve efeito de cobertura do solo para K, Zn, B e Fe;

c) houve efeito de interação entre ambiente e cobertura do solo para K e Zn;

d) o ambiente **B** (maior lâmina de água e protegido, Tabela 3) ficou entre os melhores, exceto para Mg, Mn e Zn, diferindo mais em relação ao ambiente **C** (lâmina intermediária de água) em 55% dos casos;

e) o plástico favoreceu o teor de Zn e, do mesmo modo que as farpas de madeira, diminuiu o de Fe;

f) no caso do K houve diferença de ambientes apenas para o solo descoberto e, de coberturas apenas em A e C, apresentando as farpas de madeira valores mais elevados;

g) no caso do Zn houve diferença de ambientes, quando se cobriu o solo e, diferença de coberturas nos ambientes C e D, apresentando o plástico preto valores mais elevados.

De acordo com Ulrich et al. (1980), a concentração de nutrientes no limbo de folhas jovens do morangueiro, para não haver sintomas de deficiências, é a seguinte: N(%) 3; P(%) 0,15-1,30; K(%) 1-6; Ca(%) 0,4-2,7; Mg(%) 0,3-0,7; Mn(ppm) 30-700; Cu(ppm) 3-30; Zn(ppm) 20-50; B(ppm) 35-200; Fe(ppm) 50-3000.

Para o cultivar Campinas, Souza et al. (1981a e 1981b) encontraram a seguinte concentração de nutrientes, utilizando todas as folhas das plantas, respectivamente aos 76, 116 e 216 dias após o transplante: N(%) 2,4-3,1-2,5; P(%) 0,5-0,4-0,4; K(%) 1,6-1,7-1,6; Ca(%) 1,2-1,0-0,8; Mg(%) 0,4-0,3-0,3; Mn(ppm) 60,8-96,8-31,0; Cu(ppm) 19,5-38,0-18,0; Zn(ppm) 58,0-47,0-39,3; B(ppm) 45,4-41,8-26,5; Fe(ppm) 603-704-487.

Ainda para o cultivar Campinas, Schiavinato¹⁰ citado por Castellane (1993), apresenta os seguintes teores adequados de macronutrientes, respectivamente para folhas novas e velhas: N(%) 1,6 e 1,4; P(%) 0,2 e 0,4; K(%) 2,5 e 2,4; Ca(%) 0,5 e 1,6; Mg(%) 0,6 e 0,8.

Na segunda florada os teores de nutrientes estiveram na faixa de fornecimento adequado para N, P, K, Ca, Mg, B e Fe de acordo com Ulrich et al.

¹⁰ SCHIAVINATO, R.J. Diagnose visual de algumas deficiências minerais e suas codificações na cultura do morangueiro *Fragaria* sp. Jaboticabal, 1990. 61p. Monografia (Graduação) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho".

(1980); apenas para N, K e B de acordo com Souza et al. (1981a e 1981b); N, P e Ca, dentre os macronutrientes, de acordo com Schiavinato¹⁰.

Na quarta florada os teores de P, K, Ca, Mg, Mn, B e Fe estiveram na faixa de fornecimento adequado, Cu e Zn próximos dela, de acordo com Ulrich et al. (1980). Os teores de N, Ca, Mg, Mn e B foram adequados, o de Fe próximo desse nível, de acordo com Souza et al. (1981a e 1981b). Dentre os macronutrientes, N, P e Ca foram fornecidos adequadamente, segundo Schiavinato¹⁰.

As diferenças metodológicas devem ser levadas em conta na interpretação. Desse modo, o presente trabalho concorda com Ulrich et al. (1980), quanto a utilização do limbo foliar jovem, mas difere quanto ao material genético. Por outro lado, concorda com Souza et al. (1981a e 1981b) e Schiavinato¹⁰, quanto ao cultivar utilizado, mas difere pelo primeiro ter usado todas as folhas da planta e o segundo a folha inteira (limbo e pecíolo). As variações nos períodos de coleta do material e na metodologia de análise química, explicam, também parcialmente as diferenças entre os teores de nutrientes relatados por esses autores e os observados nesta Tese.

4.4. Fertilidade e reação do solo no final do ciclo

Os resultados referentes às variáveis de química do solo, no final do ciclo de frutificação (13-14/12/94), são apresentados na Tabela 12.

Verifica-se que o efeito de cobertura do solo ocorreu apenas no ambiente **B** (maior lâmina de água) e para as seguintes variáveis: pH, Ca, Mg, acidez potencial (H+Al) e saturação por bases (V). Comparando-se o solo coberto com o solo descoberto, verifica-se que o polietileno preto afetou positivamente a reação do solo aumentando o pH e V(%). A cobertura orgânica teve efeito oposto, diminuindo o pH e V(%), inclusive com aumento da acidez potencial; afetou a fertilidade do solo pela diminuição do teor de Ca.

Tabela 12 - Variáveis de química do solo (média de cada ambiente) e comparação de coberturas no ambiente B, no final do ciclo de frutificação. a/

Ítems	pH em CaCl ₂	Matéria Orgânica (%) b/	Presina (µg/cm ³)c/	K ⁺	Ca ²⁺ (meq/100cm ³) d/	H ⁺ +Al ³⁺	V (%)
Ambientes							
A	5,6	4,3	296	0,26	4,3	3,8	61
B	5,5	4,0	412	0,27	4,4	4,4	56
C	5,7	3,6	406	0,19	5,5	3,9	65
D	6,1	3,0	454	0,21	8,3	2,7	78
Coberturas de B							
Ausência	5,50b	-	-	-	4,83a	4,27b	59,00b
Farpas	5,33c	-	-	-	3,33b	4,87a	46,67c
Plástico	5,60a	-	-	-	5,07a	3,97b	62,33a
D.M.S. (5%)	0,10	-	-	-	0,72	0,44	2,38
C.V. (%)	0,61	-	-	-	5,60	3,50	1,46

a/ dentro de coberturas as médias de cada parâmetro seguidas da mesma letra não diferem entre si (Tukey, 5%).

b/ teor em porcentagem equivale a g/dm³ dividido por 10.

c/ µg/cm³ = mg\dm³.

d/ meq/100cm³ equivale a mmol\dm³ dividido por 10.

De acordo com Raij et al. (1996), a cobertura plástica diminuiu a acidez de média para baixa, sem alterar a saturação por bases (média). A cobertura orgânica não alterou a acidez (média), mas afetou a saturação por bases diminuindo-a de média para baixa.

Comparando-se os dados da Tabela 4 (30/05/94) com os da Tabela 12 (13-14/12/94), verifica-se que na maioria dos casos a reação do solo, bem como os teores de matéria orgânica, P, K, Ca e Mg, mostraram-se pouco afetados no final do ciclo de cultivo. De acordo com a interpretação de Raij et al. (1996), o teor de P foi considerado muito alto ($> 120 \text{ mg/dm}^3$), o de Ca e Mg altos (respectivamente $> 0,7$ e $> 0,8 \text{ meq/100cm}^3$) e o de K médio ($0,16\text{-}0,30 \text{ meq/100cm}^3$). Isso decorre da calagem e adubação elevadas utilizadas no presente trabalho, e que representa o cultivo comercial onde ele esteve inserido.

4.5. Desenvolvimento vegetativo no final do ciclo

Os resultados da avaliação do peso da matéria seca da parte aérea, peso da matéria seca da parte subterrânea, relação raiz/parte aérea e área foliar (Tabela 13), em 23/12/94, são os seguintes:

a) houve efeito de ambiente para o peso da matéria seca da parte subterrânea e para a relação raiz/parte aérea;

b) houve efeito de cobertura do solo para o peso da matéria seca da parte aérea, peso da matéria seca da parte subterrânea e área foliar;

c) houve efeito de época de plantio para os quatro parâmetros estudados;

d) para o peso da matéria seca da parte subterrânea houve interação entre ambientes e épocas de plantio e, entre coberturas do solo e épocas de plantio;

Tabela 13. Peso da matéria seca da parte aérea (PMSPA), peso da matéria seca da parte subterrânea (PMSPS), relação raiz/parte aérea e área foliar (AF) da planta, em 23/12/94. a/ b/

Ítem	PMSPA (g)	PMSPS (g) <u>c/</u>	PMSPS/PMSPA	AF (dm ²)
Ambientes				
A	11,29 a	6,61a	0,60a	10,45a
B	12,77a	6,96a	0,56a	11,76a
C	14,16a	6,66a	0,52ab	10,65a
D	10,67a	4,34b	0,41b	8,64 a
D.M.S. (5%)	4,03	1,27	0,13	3,17
Coberturas				
Ausência	12,16ab	6,25ab	0,56a	10,09ab
Farpas	13,92a	6,68a	0,48a	12,06a
Plástico	10,60b	5,49b	0,52a	8,99b
D.M.S. (5%)	3,17	1,00	0,10	2,49
Épocas de plantio				
Abril	14,75a	8,09a	0,56a	12,57a
Maio	9,70b	4,19b	0,49b	8,18b
D.M.S. (5%)	2,15	0,68	0,07	1,69
C.V. (%)	36,91	23,17	27,40	34,19

a/ média de 3 plantas do centro da parcela.

b/ dentro de cada item, as médias de cada parâmetro seguidas da mesma letra não diferem entre si (Tukey, 5%).

c/ houve interação significativa entre coberturas e épocas de plantio, e altamente significativa entre ambientes e épocas de plantio.

e) os ambientes irrigados por gotejamento apresentaram maior peso da matéria seca da parte subterrânea do que na irrigação por aspersão, na primeira época de plantio, não diferindo entre si na segunda época;

f) os ambientes irrigados por gotejamento não diferiram entre si quanto à relação raiz/parte aérea, sendo que nos ambientes protegidos ela foi maior do que no irrigado por aspersão;

g) a cobertura do solo com farpas de madeira, apesar de não diferir do solo descoberto, apresentou maiores valores do peso da matéria seca da parte aérea e da área foliar do que o polietileno preto;

h) a cobertura do solo com farpas de madeira apresentou maiores valores do peso da matéria seca da parte subterrânea na primeira época de plantio, não havendo efeito de cobertura na segunda época;

i) na primeira época de plantio os parâmetros estudados apresentaram maiores valores do que na segunda.

As coberturas plástica e orgânica, em separado, ou aplicadas simultaneamente ao solo, não influenciaram os pesos da matéria seca da parte aérea e da parte subterrânea, e a área foliar, na avaliação realizada em 01/11/95.

O efeito do ambiente no peso da matéria seca da parte subterrânea, com menor valor no ambiente **D** (irrigado por aspersão), na primeira época de plantio, não pode ser explicado pela quantidade de água aplicada (Tabela 3) ou pela temperatura do solo (Figuras 3 a 5). Os teores de nutrientes nas folhas na segunda florada (Tabelas 8 e 9) e na quarta florada (Tabela 10 e 11), bem como as variáveis de química do solo no final do ciclo de frutificação (Tabela 12), também mostraram, de modo geral, semelhança entre o ambiente **D** e os demais. A diferença de resistência à penetração entre os blocos I e II do ambiente **D** (item 4.1.2., Tabela 5) não influenciou os respectivos pesos da matéria seca da parte

subterrânea, quando comparados pelos intervalos de confiança ($[3,10;5,59]$ para o bloco I e $[2,15;8,51]$ para o bloco II), independente da época de plantio.

O intervalo médio entre irrigações é um fator que pode ter influenciado o peso da matéria seca da parte subterrânea, pois enquanto no gotejamento a média mensal variou de 2,1 a 2,8 dias, na aspersão ela variou de 2,6 a 5,8 dias, a partir de maio (Tabela 3).

Confrontando-se a Tabela 13 com a Tabela 3, verifica-se que a relação raiz/parte aérea não foi modificada pelos níveis de água no solo, concordando com Iuchi (1993).

O efeito da cobertura do solo parece ter sido atenuado nos plantios tardios. Assim, nos experimentos instalados em 1994, o peso da matéria seca da parte subterrânea não foi afetado na segunda época de plantio (13/05/94). No experimento de 1995 não houve efeito de cobertura no peso da matéria seca da parte aérea, peso da matéria seca da parte subterrânea e área foliar, sendo que o plantio foi realizado em 09/06/95.

Comparando-se os efeitos do plástico preto com os da ausência de cobertura de solo, verifica-se que os resultados obtidos no presente trabalho concordam com Tessarioli Neto (1993), quanto ao peso da matéria seca da parte subterrânea, não havendo diferença estatística entre esses tratamentos. Entretanto, há discordância quanto ao peso da matéria seca da parte aérea e área foliar, tendo esse autor encontrado maiores valores para a cobertura plástica. A relação raiz/parte aérea para essas coberturas obtida por esse autor (0,22) foi menor do que a do presente trabalho (0,51), conforme a Tabela 13.

Os coeficientes de correlação simples (r) entre o peso da matéria seca da parte aérea, o peso da matéria seca da parte subterrânea e a área foliar da planta, referentes à avaliação realizada em 23/12/94, são apresentados na Tabela 14. As correlações foram significativas, exceto em um caso (entre os pesos da matéria seca da parte aérea e da parte subterrânea no ambiente C)

Tabela 14 - Coeficientes de correlação simples (r) entre peso da matéria seca da parte aérea (PMSPA), peso da matéria seca da parte subterrânea (PMSPS) e área foliar (AF) da planta, avaliados no final do ciclo de produção de morango de 1994.

Ambientes	PMSPA e PMSPS	PMSPA e AF	PMSPS e AF
A	0,9039**	0,9732**	0,8574**
B	0,6702**	0,9505**	0,6613**
C	0,3674	0,5976**	0,5848*
D	0,8707**	0,9573**	0,8645**
Geral	0,6764**	0,8197**	0,7708**

Os coeficientes de correlação simples (r) entre o peso da matéria seca da parte aérea, o peso da matéria seca da parte subterrânea, a altura da planta e a largura máxima da parte aérea, nas parcelas cobertas com farpas de madeira, no final do ciclo de produção de 1995, são apresentados na Tabela 15. As correlações entre o peso da matéria seca da parte aérea e o da parte subterrânea, bem como entre o peso da matéria seca da parte subterrânea e a altura da planta, foram significativas em todas as repetições desse tratamento. As correlações entre o peso da matéria seca da parte aérea e a altura da planta, entre o peso da matéria seca da parte aérea e a largura máxima da parte aérea, bem como entre o peso da matéria seca da parte subterrânea e a largura máxima da parte aérea, não foram significativas apenas em uma das repetições. Por outro lado, a altura da planta e a largura máxima da parte aérea não apresentaram correlação consistente.

Desse modo, a área foliar, o peso da matéria seca da parte aérea, a altura da planta e a largura máxima da parte aérea, podem ser úteis para descrever o desenvolvimento da parte subterrânea, cuja observação é mais trabalhosa.

Os resultados da avaliação da produção de estolhos realizada em 17/01/95 (Tabela 16) são os seguintes:

- a) houve efeito de ambiente no número de estolhos por planta;
- b) houve efeito de cobertura do solo e de época de plantio na porcentagem de plantas com estolhos e no número de estolhos por planta;
- c) nos ambientes protegidos, sem diferirem do irrigado por aspersão, houve maior produção de estolhos por planta;
- d) as farpas de madeira e o polietileno preto aumentaram a porcentagem de plantas com estolhos, mas apenas o plástico aumentou a produção de estolhos por planta;

Tabela 15. Coeficientes de correlação simples (r) entre peso da matéria seca da parte aérea (PMSPA), peso da matéria seca da parte subterrânea (PMSPS), altura da planta (AP) e largura máxima da parte aérea (LMPA), nas parcelas cobertas com farpas de madeira, no final do ciclo de produção de 1995.

Repetição	PMSPA e PMSPS	PMSPA e AP	PMSPA e LMPA	PMSPS e AP	PMSPS e LMPA	AP e LMPA
I	0,9384**	0,7380**	0,6539**	0,6395*	0,6097*	0,4410
II	0,9044**	0,9259**	0,7573**	0,8774**	0,7538**	0,8084**
III	0,7046**	0,6651*	0,6607*	0,7503**	0,6991**	0,3269
IV	0,8174**	0,4895	0,8011**	0,7572**	0,6092*	0,3625
V	0,9564**	0,8412**	0,8028**	0,7938**	0,7843**	0,7949**
VI	0,9347**	0,8045**	0,9060**	0,6993*	0,8361**	0,8072**
VII	0,9536**	0,8642**	0,4822	0,8051**	0,3667	0,4123
Geral	0,8235**	0,7939**	0,7226**	0,6586**	0,6201**	0,6908**

Tabela 16- Porcentagem de plantas com estolhos e número médio de estolhos por planta em 17/01/95. a/

Ítems	Plantas com estolhos (%)	n° de estolhos/planta
Ambientes		
A (gotejamento e protegido)	54,12a	1,51a
B (gotejamento e protegido)	55,84a	1,68a
C (gotejamento)	40,72a	0,82b
D (aspersão)	46,34a	1,09ab
D.M.S. (5%)	16,19	0,64
Coberturas		
Ausência	36,03b	0,76b
Farpas	51,29a	1,26b
Plástico	60,45a	1,79a
D.M.S. (5%)	12,73	0,51
Épocas de plantio		
Abril	44,41b	1,09b
Maio	54,10a	1,46a
D.M.S. (5%)	8,64	0,34
C.V. (%)	36,80	56,68

a/ dentro de cada ítem as médias de cada parâmetro seguidas da mesma letra não diferem entre si (Tukey, 5%).

e) na segunda época de plantio houve aumento na porcentagem de plantas com estolhos e no número de estolhos por planta.

Como as estufas ficaram com a cortina levantada a maior parte do tempo, afetaram pouco a temperatura do solo e do ar. O solo coberto com plástico diferiu do solo descoberto, quanto a temperatura máxima do solo, em dezembro-janeiro, apenas no ambiente A (protegido), (Figuras 3 a 5), não sendo suficiente para explicar o aumento na emissão de estolhos em outros ambientes. A maior produção de estolhos em solo coberto com plástico preto, em relação à cobertura orgânica, concorda com Resende et al. (1995). Em relação ao solo descoberto, concorda com Cannell et al. (1961), se bem que estes autores utilizaram o plástico transparente.

4.6. Incidência de fungos

4.6.1. Avaliações realizadas em 1994

Os resultados das avaliações da ocorrência de fungos de solo, baseados em sintomas da parte aérea, constam das Tabelas 17 e 18.

Verifica-se que o número de falhas (plantas mortas + plantas em estado terminal) (Tabela 17) foi pequeno até 04/10/94, atingindo no máximo 7% de perdas em relação ao número de plantas inicial. Em 08/12/94, a perda máxima foi de 19%, sendo que nessa época as colheitas já estavam em fase final.

A avaliação de fungos de solo baseando-se em sintomas da parte aérea (Tabela 18) apresentou os seguintes resultados:

a) houve efeito de ambiente nas quatro avaliações realizadas (06/09, 04/10, 04/11 e 08/12/94) e, de cobertura do solo, exceto na primeira avaliação;

Tabela 17 - Número de falhas (NF =plantas mortas + em estado terminal) e número de plantas doentes + falhas (NDF), acumulados, nos quatro ambientes estudados.a/

Avaliações	Parâmetros	Gotejamento			Aspersão
		A (protegido) <u>b/</u>	B (protegido) <u>c/</u>	C	
12/07/94	NF	6	6	3	5
	NDF	21	7	9	75
06/09/94	NF	16	13	6	42
	NDF	105	130	119	219
04/10/94	NF	37	19	24	58
	NDF	176	183	185	331
04/11/94	NF	93	48	93	119
	NDF	402	366	574	491
08/12/94	NF	151	81	109	140
	NDF	466	406	582	530

a/ número inicial de plantas de cada ambiente = 792.

b/ o ambiente **A** funcionou como protegido a partir de 01/07/94.

c/ o ambiente **B** funcionou como protegido de 14/07 a 11/11/94.

Tabela 18 - Número de plantas doentes (incluindo falhas) por parcela, devido a fungos de solo, em quatro avaliações com base em sintomas da parte aérea. a/ b/

Ítems	Avaliações			
	06/09/94 <u>c/</u>	04/10/94	04/11/94	08/12/94
Ambiente				
A (gotejamento e protegido)	5,83b	9,78b	22,33bc	25,89bc
B (gotejamento e protegido) <u>d/</u>	7,22b	10,17b	20,33c	22,56c
C (gotejamento)	6,61b	10,28b	31,89a	32,33a
D (aspersão)	12,17a	18,39a	27,28ab	29,44ab
D.M.S. (5%)	3,29	2,89	5,55	4,96
Cobertura do solo				
Desnudo	7,38a	11,13b	22,46b	25,08b
Farpas	7,00a	10,58b	23,42b	25,50b
Plástico	9,50a	14,75a	30,50a	32,08a
D.M.S. (5%)	2,59	2,27	4,36	3,90
Épocas de plantio				
12-13/04	8,86a	13,53a	24,61a	26,33a
13/05	7,06b	10,78b	26,31a	28,78a
D.M.S. (5%)	1,76	1,54	2,96	2,65
C.V. (%)	46,29	26,64	24,39	20,16

a/ dentro de cada ítem e de cada avaliação as médias seguidas da mesma letra não diferem entre si (Tukey, 5%).

b/ número inicial de plantas/parcela = 44.

c/ houve interação altamente significativa entre ambientes e épocas em 06/09/94.

d/ o ambiente **B** funcionou como protegido até 11/11/94.

- b) houve efeito de época de plantio para as avaliações de 06/09 e 04/10/94;
- c) a única interação detectada ocorreu entre ambientes e épocas de plantio na avaliação de 06/09/94;
- d) o ambiente **D** (irrigado por aspersão) apresentou maior número de plantas doentes (incluindo falhas) em 06/09 (apenas no plantio de abril) e 04/10/94, sendo que nas duas avaliações finais ele diferiu apenas do ambiente **B** (protegido e gotejamento);
- e) a cobertura plástica do solo aumentou a incidência de doenças exceto na primeira avaliação, apresentando 73% de plantas doentes (incluindo falhas) em 8/12/94, enquanto que na cobertura orgânica a incidência foi de 57%;
- f) a primeira época de plantio (abril) apresentou maior número de plantas doentes (incluindo falhas) nas avaliações de 06/09 (apenas no ambiente **D**) e 04/10/94.

Os sintomas observados e os fungos prevalentes em plantas em fase terminal, exibindo um complexo de sintomas de declínio, constam da Tabela 19. Até o final de agosto observou-se o subdesenvolvimento da planta (Figura 6), o escurecimento e as lesões radiculares, sendo *Rhizoctonia* spp., *Fusarium* spp. e *Pythium* spp. os fungos prevalentes associados. A partir do final de setembro, *Colletotrichum fragariae* spp. e *Verticillium dahliae*, também estiveram associados aos problemas radiculares. As lesões no rizoma começaram a ser detectadas a partir do final de agosto. Dentre essas lesões, a antracnose associada a *Colletotrichum fragariae* teve alta incidência a partir do final de setembro, ocorrendo em 34% das plantas examinadas. As diferentes ocorrências sazonais desses fungos estão relacionadas às suas etiologias, sendo considerada a temperatura o principal fator responsável pelos resultados obtidos (Mass, 1984; Smith & Black, 1987; La Mondia & Martin, 1989).

Tabela 19 - Sintomas, ocorrência e fungos prevalentes em plantas em fase terminal, exibindo um complexo de sintomas de declínio.

Datas de coleta	Número de plantas	Subdesenvolvimento e/ou escurecimento de raízes e/ou lesões radiculares	Lesões no rizoma	
			antracnose ("chocolate")	outras lesões
24/06/94	10	100% dos casos (Rhizoctonia spp., Fusarium spp. e Pythium spp.)	não detectada	não detectadas
31/08/94	16	76% dos casos (Fusarium spp., Rhizoctonia spp. e Rhizopus spp.)	10% dos casos (Colletotrichum fragariae)	14% dos casos anel escuro (Fusarium spp.)
29/09/94a/	36	66% dos casos (Rhizoctonia spp., Colletotrichum fragariae, Fusarium spp. e Verticillium dahliae)	34% dos casos (Colletotrichum fragariae)	não detectadas
04,17 e 24/10/94a/	95	100% dos casos (68% dos casos com lesões no rizoma) (Rhizoctonia spp., Colletotrichum fragariae, Fusarium spp. e Verticillium dahliae)	53% dos casos (associados com o subdesenvolvimento lateral da planta) (Colletotrichum fragariae).	15% dos casos lesão subdesenvolvimento da planta) (Rhizoctonia spp., Fusarium spp. e Verticillium dahliae)
04,07 e 22/11/94 a/	71	37% dos casos (Fusarium spp., Rhizoctonia spp., Colletotrichum fragariae e Verticillium dahliae)	63% dos casos (45% dos casos sem associação com o subdesenvolvimento e 18% associados) (Colletotrichum fragariae)	não detectadas

a/ em 29/09, 17/10 e 04/11/94 foram detectados respectivamente 2, 1 e 7 casos de murcha associados ao subdesenvolvimento, com isolamento de *Colletotrichum fragariae*; *Verticillium dahliae*, *Fusarium* spp. e *Rhizoctonia* spp..

FIGURA 6 - Subdesenvolvimento da planta e folhas velhas secas em julho de 1994, associados a *Rhizoctonia* spp., *Fusarium* spp. e *Pythium* spp.

Na fase de alta ocorrência de doenças (novembro), a amostragem de plantas doentes em cada tratamento de cobertura do solo, mostrou que não houve diferença entre eles, no tocante aos fungos prevalentes. Nas lesões marrons localizadas em vários pontos, ao longo das raízes, principalmente no ponto de inserção com o rizoma, foram identificados *Fusarium* spp., *Rhizoctonia solani*, *R. fragariae*, *Verticillium dahliae* e *Colletotrichum fragariae*. *R. fragariae* predominou em relação à *R. solani* nas raízes. No rizoma, nas lesões avermelhadas, quase em 100% dos casos identificou-se *Colletotrichum fragariae*; a ocorrência de *Phytophthora cactorum* foi baixa. Nas lesões marrons do córtex das raízes ou da parte mais externa do rizoma foram isolados *Rhizoctonia solani* e *Rhizoctonia fragariae*, com predominância da primeira. Nas manchas castanhas ao longo dos vasos ou em pontos isolados dos mesmos foram identificados *Verticillium dahliae* e *Rhizoctonia* spp.. A ocorrência de antracnose no rizoma foi maior na cobertura

plástica (50% das plantas doentes), concordando com Camargo & Igue (1973), e menor na cobertura orgânica (15% das plantas doentes).

O comportamento diferenciado das coberturas de solo entre a primeira avaliação (06/09/94) e as demais (outubro a dezembro) (Tabela 18), pode ser decorrente da diferença de prevalência de patógenos (Tabela 19). Como já mencionado, a partir do final de setembro aumentou a ocorrência de *Colletotrichum fragariae*, causando antracnose no rizoma e lesões radiculares. O efeito do plástico preto no desenvolvimento de antracnose, em relação às farpas de madeira, pode ser explicado pelo aumento da temperatura máxima do solo em grande número de casos (Figuras 3 a 5). Em relação ao solo descoberto, o plástico preto apresentou temperaturas semelhantes, sendo que a diferença de umidade no solo, apesar de não ter sido avaliada no presente trabalho, se constitui em hipótese considerável, de acordo com Hanks et al. (1961), Tessarioli Neto (1993) e Sganzerla (1995). Segundo Smith & Black (1987) a reação do morangueiro ao fungo *Colletotrichum fragariae* é influenciada pelas condições ambientais, sendo que a 35°C a severidade da doença é maior do que a 25 ou 30°C, com umidade relativa próxima a 100%.

A maior ocorrência de plantas doentes a partir de outubro, também se deve ao fato da avaliação ter se baseado em sintomas da parte aérea. Segundo Maas (1984), a faixa de 18-32°C é favorável às infecções da coroa e do pecíolo, enquanto a faixa de 2-18°C favorece as infecções de raízes. Confrontando-se a Tabela 18 com a Tabela 3, verifica-se que a quantidade de água aplicada, bem como o método de irrigação, não influenciaram a incidência de doenças causadas por fungos de solo, de modo consistente.

No ambiente D (irrigado por aspersão) verificou-se, que na avaliação de 06/09/94, houve relação entre a resistência do solo à penetração (faixa de 10 a 30 cm) e o número de plantas doentes. Enquanto no bloco I a resistência foi de 12,25 kg/cm² [6,82;17,67] com 94 plantas doentes, no bloco II a resistência foi de 4,41 kg/cm² [2,03;6,78] com 64 plantas doentes. Segundo Wing et al. (1995), os fatores que comprometem o desenvolvimento radicular podem predispor o

morangueiro à infecção, e citam como mais importantes a compactação do solo, a ausência ou o uso de canteiros baixos e a monocultura. No item 4.5. foi relatado o efeito do ambiente no peso da matéria seca da parte subterrânea, com menor valor no ambiente D, na primeira época de plantio. Algum fator, incluindo o maior intervalo médio entre irrigações, deve ter afetado o desenvolvimento radicular e predisposto as plantas à infecção, explicando assim o maior número de plantas doentes até o início de outubro.

A mancha de micosferela foi avaliada apenas em 08/12/94, devido a ocorrência muito baixa anteriormente. Observou-se, que no ambiente irrigado por gotejamento a incidência variou de 1 a 2, enquanto que no ambiente irrigado por aspersão ela variou de 2 a 4. Na escala utilizada (Menten et al. 1978), o grau 1 corresponde a ausência de sintomas e o 6 à incidência severa.

4.6.2. Avaliações realizadas em 1995

Os resultados das avaliações do número de plantas doentes (incluindo falhas), com base em sintomas da parte aérea, são apresentados na Tabela 20. Verifica-se, que houve efeito de cobertura do solo, desde o início do desenvolvimento de doenças causadas por fungos de solo (25/09/95). Nas três avaliações, o número de plantas doentes (incluindo falhas) foi estatisticamente inferior na cobertura com farpas de madeira, do que quando se usou plástico preto ou plástico preto sobre farpas de madeira. A porcentagem de plantas doentes (incluindo falhas) na última avaliação (22/11 a 02/12/95) foi alta, atingindo 75% das plantas na cobertura orgânica e 85% das plantas na cobertura plástica.

O experimento realizado em 1995 se assemelha ao ambiente C do ano anterior (gotejamento e campo aberto). Houve repetição de resultados, pois nas avaliações de 04/10 a 08/12/94 no ambiente C, o número de plantas doentes (incluindo falhas) foi estatisticamente inferior na cobertura com farpas de madeira.

Os sintomas da parte aérea das plantas e os fungos a eles associados, em 07/11/95, permitiram o estabelecimento da seguinte chave:

Tabela 20 - Número de plantas doentes (incluindo falhas) por parcela, devido a fungos de solo, em três avaliações, com base em sintomas da parte aérea. a/ b/

Coberturas do solo	Avaliações		
	25/09/95	11/10/95	22/11 a 02/12/95
Farpas	7,57b	12,57b	29,86b
Plástico	16,86a	20,71a	34,00a
Farpas + plástico	16,57a	19,86a	33,43a
C.V. (%)	24,17	20,03	7,49
D.M.S. (5%)	4,71	5,06	3,46

a/ em cada avaliação as médias das coberturas de solo seguidas da mesma letra não diferem entre si (Tukey, 5%).

b/ número inicial de plantas/parcela = 40.

A) sintomas da parte aérea

- 1) plantas subdesenvolvidas (folhas jovens de tamanho reduzido) (Figura 7), necrose do broto apical, pecíolos avermelhados (principalmente das folhas mais velhas), necrose na base dos pecíolos *Rhizoctonia* spp.;
- 2) murcha (Figuras 8 e 9) *Colletotrichum fragariae* e/ou
Verticillium dahliae;
- 3) seca das folhas mais velhas (Figura 9)..... *Rhizoctonia* spp. e/ou
.....*Verticillium dahliae* e/ou
.....*Colletotrichum fragariae*;

B) sintomas da parte subterrânea

1) Rizoma

- 1.1. vasos escurecidos *Verticillium dahliae*;
- 1.2. lesões "chocolate" (Figura 10) *Colletotrichum fragariae*;
- 1.3. lesões necróticas marrom avermelhadas nas laterais do rizoma, principalmente nos pontos de inserção das raízes ou necrose apical *Rhizoctonia solani*;

2) Raízes

raízes enegrecidas, perda de raízes absorventes, lesões necróticas marrom-avermelhadas localizadas (Figura 11), necroses na inserção com os rizomas*Rhizoctonia* spp.

Os sintomas da parte aérea associados a *Rhizoctonia* spp. são exclusivos, exceto no caso da seca das folhas mais velhas. Estas, também podem estar associadas a *Verticillium dahliae* e a *Colletotrichum fragariae*. A murcha é outro caso em que podem estar associados *V. dahliae* e *C. fragariae*. Desse modo, a avaliação pelos sintomas da parte aérea indica os prováveis fungos de solo associados, subestimando o número de patógenos envolvidos, cuja identificação exige o exame do rizoma e das raízes.

FIGURA 7 - Plantas subdesenvolvidas (folhas jovens de tamanho reduzido) e avermelhamento de pecíolos, em 07/11/95, associados a *Rhizoctonia* spp.

FIGURA 8 - Planta com murchamento e seca das folhas mais velhas, ao lado de planta sem sintomas, em 07/11/ 95.

FIGURA 9 - Planta com murchamento, seca das folhas mais velhas, avermelhamento e necrose na base dos pecíolos, em 07/11/95.

FIGURA 10 - Lesões de "chocolate" em rizomas (centro e direita), associados a *Colletotrichum fragariae*, em 07/11/95.

FIGURA 11 - Lesões necróticas marrom-avermelhadas localizadas e raízes enegrecidas, em 07/11/95, associados a *Rhizoctonia* spp..

Os resultados da avaliação da incidência de doenças pelos sintomas da parte aérea, de 22/11 a 02/12/95, constam da Tabela 21. Verifica-se, que a incidência de *Rhizoctonia* spp. foi de quase 100% . A incidência de murcha e de seca das folhas velhas não dependeu da cobertura do solo.

A avaliação dos rizomas no tratamento "cobertura do solo com farpas de madeira", em dezembro de 1995, revelou que a ocorrência de escurecimento dos vasos foi de 18%, a de lesão de "chocolate" 27% e a de plantas murchas 27% . Com relação a estas, a associação com *Verticillium dahliae*, *Colletotrichum fragariae* ou *Rhizoctonia* spp. ocorreu com a mesma frequência, 10% para cada um deles em relação ao total de plantas observadas. A ocorrência de seca das folhas velhas devido à *Rhizoctonia* spp., *Colletotrichum* spp. e *Verticillium dahliae* foi de 71%, 29% e 10%, respectivamente. O sistema radicular nessa época apresentou-se com pelo menos 50% das raízes escurecidas. Não

Tabela 21. Avaliação de doenças com base em sintomas visuais da parte aérea da planta no período de 22/11 a 02/12/95. a/.

Parcelas	Número de plantas				
	avaliadas	doentes	c/murcha	c/ rizoctoniose característica	c/ folhas velhas secas
1	35	29	5	29	0
2	37	30	7	30	1
3	37	31	3	31	3
4	32	27	5	24	0
5	37	26	8	26	0
6	33	29	7	28	3
7	36	27	8	26	1
8	36	35	5	35	2
9	35	35	2	35	12
10	34	32	2	32	8
11	36	27	12	24	4
12	36	29	6	28	11
13	37	27	5	26	22
14	35	35	17	35	35
15	36	36	12	36	35
16	36	36	7	36	31
17	36	34	9	34	31
18	36	36	6	36	36
19	35	35	6	35	33
20	37	37	9	37	37
21	36	36	9	36	36

a/ avaliação de todas as plantas da parcela.

houve uma associação consistente entre os sintomas e os reflexos nos pesos da matéria seca da parte aérea e subterrânea.

4.7. Incidência de nematóides

O material em estado terminal coletado em outubro, nos quatro ambientes estudados, revelou a presença de fêmeas, ootecas e galhas de *Meloidogyne hapla* nas raízes.

Os resultados da avaliação da presença desse nematóide sob diferentes condições de cultivo são apresentados na Tabela 22.

Verifica-se que nos ambientes irrigados por gotejamento (**A**, **B** e **C**) ocorreu maior número de galhas, ootecas e ovos nas raízes, e de larvas no solo, principalmente nos ambientes protegidos. Isso possivelmente se deve ao menor peso da matéria seca da parte subterrânea, na primeira época de plantio, no ambiente **D** ou, talvez ao maior intervalo médio entre irrigações nesse ambiente.

No ambiente irrigado por aspersão, com menor infestação de *M. hapla*, houve diferenças mais evidentes quanto ao efeito de cobertura do solo. As farpas de madeira reduziram o número de galhas, ootecas e ovos nas raízes e de larvas no solo.

4.8. Produção de “frutos” e seus componentes

A produção precoce de 1994 baseou-se no número de “frutos” e de flores injuriados pela geada e no número de “frutos” produzidos até julho. Ela foi estatisticamente inferior no ambiente irrigado por aspersão (78 flores e “frutos”),

Tabela 22 - Avaliação da presença do nematóide *Meloidogyne hapla* sob diferentes condições de cultivo.

Ambientes	Galhas a/		Ootecas a/		Ovos a/		Larvas no solo b/	
	n°	nota c/	n°	nota c/	n°	nota c/	n°	nota c/
Aspersão								
solo nu blocos I + III	107	5	51	4	24.400		234	
solo nu bloco II	61	4	39	4	17.200		175	
plástico blocos I + III	86	4	33	4	30.090		312	
plástico bloco II	46	4	16	3	13.600		182	
farpas bloco I + III	27	3	13	3	10.400		150	
Média	65	-	30	-	19.138		211	
Gotejamento céu aberto								
solo nu	60	4	32	4	58.000		217	
plástico	138	5	85	4	32.400		281	
farpas	113	5	48	4	35.600		420	
Média	104	-	55	-	42.000		306	
Gotejamento estufas								
solo nu	183	5	121	5	66.600		241	
plástico	190	5	124	5	42.000		504	
farpas	167	5	122	5	59.300		376	
Média	180	-	122	-	55.967		374	

a/ avaliação em 5 g de raízes

b/ avaliação em 100 ml de solo

c/ escala proposta por TAYLOR & SASSER (1978) correspondendo o grau 0 a 0, o grau 1 a 1-2, o grau 2 a 3-10, o grau 3 a 11-30, o grau 4 a 31-100 e o grau 5 a mais de 100 galhas e/ou ootecas em 5 g de raízes.

em relação aos ambientes irrigados por gotejamento (475, 433 e 381, flores e “frutos”, respectivamente para os ambientes B, A e C), dentro da primeira época de plantio.

Comparando-se os ambientes irrigados por gotejamento verificou-se o seguinte:

a) não houve efeito de ambiente;

b) houve efeito de cobertura do solo, sendo que as farpas de madeira (177 flores e “frutos”) proporcionaram menor precocidade do que a ausência de cobertura (269 flores e “frutos”) e a cobertura com plástico preto (298 flores e “frutos”);

c) houve efeito de época de plantio, sendo que o plantio de abril proporcionou maior precocidade (430 flores e “frutos”) do que o plantio de maio (66 flores e “frutos”).

Com base nesses resultados e na Tabela 3, verifica-se que não houve efeito da lâmina de água na produção precoce de flores e “frutos”. Contudo, pelo fato de o intervalo médio entre irrigações ter sido maior na aspersão, constitui-se em hipótese para explicar a diferença de produção em relação à irrigação por gotejamento. A esse respeito, Kramer et al. (1984) mencionam que a estimulação do botão floral parece depender mais da frequência de irrigação, do que da lâmina de água aplicada. Isso se deve provavelmente ao efeito termorregulador da irrigação.

A tendência de aquecimento do solo com o uso do plástico ou na ausência de cobertura, em relação às farpas de madeira (Figuras 3 a 5), no período crítico ao desenvolvimento vegetativo, pode ter promovido a maior precocidade.

Segundo Carbonari (1973) no plantio tardio ocorre fraco desenvolvimento vegetativo, devido às temperaturas amenas, insuficiente para suportar a floração. A diferença de desenvolvimento vegetativo, em julho de 1994, decorrente da época de plantio, pode ser observada nas Figuras 1 e 2.

Nas Tabelas 23 e 24 são apresentadas as médias de produção comerciável em peso até agosto, em setembro, em outubro, de novembro a dezembro e no período total de colheitas (junho a dezembro) de 1994. Elas apresentam, também as médias de produção comerciável em número de "frutos" no período total de colheitas.

Os resultados obtidos para a produção em peso foram os seguintes:

a) houve efeito de ambiente, exceto em novembro-dezembro;

b) houve efeito de cobertura do solo, exceto até agosto;

c) houve efeito de época de plantio, exceto em outubro;

d) houve efeito de interação entre ambientes e épocas, exceto em novembro-dezembro;

e) a influência dos ambientes foi variável nos diversos períodos estudados, sendo que no ambiente irrigado por aspersão houve menor precocidade (até agosto) e, menor produção total (junho a dezembro) na primeira época de plantio;

f) o efeito de cobertura do solo iniciou-se em setembro, sendo a cobertura orgânica favorável à produção e a cobertura plástica prejudicial, conduzindo a diferença de 17,9% entre elas na produção total;

Tabela 23 - Produção comerciável (g) e número de "frutos" por parcela (44 plantas = 3,96m²) no período de junho a dezembro de 1994, nos diversos ambientes dentro de cada época de plantio e nos diversos tratamentos de cobertura do solo. a/

Ítems	até agosto b/ (g)	setembro (g)	outubro (g)	novembro e dezembro (g)	junho a dezembro	
					(g)	n°
Dentro da 1ª época						
A (gotejamento)	4274,8b	4731,0ab	1067,0b	969,8a	11042,6a	1597,1a
B (gotejamento)	5777,9a	3567,6bc	2454,7a	911,1a	12711,2a	1806,9a
C (gotejamento)	4241,6b	4840,7a	971,6b	1230,3a	11284,1a	1584,1a
D (aspersão)	2444,6c	2498,9c	1191,2b	1067,7a	7202,3b	1088,3b
Dentro da 2ª época						
A (gotejamento)	1532,9a	1544,0a	1123,6b	647,8a	4848,2bc	832,4ab
B (gotejamento)	2213,4a	2030,3a	1942,7a	826,7a	7013,1a	1021,7a
C (gotejamento)	1690,7a	2477,1a	1617,8a	916,9a	6702,4ab	1045,8a
D (aspersão)	752,2b	1448,9a	1085,6b	903,9a	4190,6c	663,7b
D.M.S. (5%)	775,5	1232,4	451,6	387,7	2140,8	250,0
Coberturas do solo						
Desnudo	2844,5a	2594,8b	1532,0a	937,5b	7908,7ab	1142,0a
Farpas	2728,5a	3436,5a	1542,8a	1202,2a	8910,0a	1271,3a
Plástico	3025,0a	2645,6b	1220,5b	663,1c	7554,2b	1021,7a
D.M.S. (5%)	431,0	685,0	251,0	215,5	1189,9	139,0
C.V. (%)	21,42	33,73	24,97	32,85	20,86	16,42

a/ dentro de cada ítem e de cada período as médias seguidas da mesma letra não diferem entre si (Tukey, 5%).

b/ houve perdas devido às geadas.

Tabela 24 - Produção comercialável (g) e número de “frutos” por parcela (44 plantas = 3,96m²) no período de junho a dezembro de 1994, nas duas épocas de plantio dentro de cada ambiente. a/

Épocas dentro de Ambientes	até agosto <u>b/</u> (g)	setembro (g)	outubro (g)	novembro e dezembro (g)	junho a dezembro	
					(g)	n°
A (gotejamento e protegido)						
12-13/04	4274,8a	4731,0a	1067,0a	969,8a	11042,6a	1597,1a
13/05	1532,9b	1544,0b	1123,6a	647,8b	4848,2b	832,4b
B (gotejamento e protegido)						
12-13/04	5777,9a	3567,6a	2454,7a	911,1a	12711,2a	1806,9a
13/05	2213,4b	2030,3b	1942,7b	826,7a	7013,1b	1021,7b
C (gotejamento)						
12-13/04	4241,6a	4840,7a	971,6b	1230,3a	11284,1a	1584,1a
13/05	1690,7b	2477,1b	1617,8a	916,9b	6702,4b	1045,8b
D (aspersão)						
12-13/04	2444,6a	2498,9a	1191,2a	1067,7a	7202,3a	1088,3a
13/05	752,2b	1448,9b	1085,6a	903,9a	4190,6b	663,7b
D.M.S. (5%)	585,2	930,0	340,8	292,6	1615,5	188,7
C.V. (%)	21,42	33,73	24,97	32,85	20,86	16,42

a/ dentro de cada ambiente e de cada período as médias seguidas da mesma letra não diferem entre si (Tukey, 5%).
b/ houve perdas devido às geadas.

g) na primeira época de plantio obteve-se maior produção precoce (até agosto) e maior produção total.

A produção em número de "frutos" no período total de colheitas, foi favorecida pela irrigação por gotejamento e pela primeira época de plantio, não ocorrendo efeito de cobertura do solo.

Confrontando-se a Tabela 23 com a 3, verifica-se que não houve efeito da lâmina de água na produção em peso e no número total de "frutos", exceto na produção inicial. Neste caso, na primeira época de plantio, a maior lâmina de água promoveu maior precocidade na segunda floração e, pode ter influenciado positivamente a produção inicial. O ambiente irrigado por aspersão pode ter sido prejudicado pela menor frequência de irrigação, principalmente em julho e agosto, pelo maior número de plantas doentes (incluindo falhas) até o início de outubro (Tabela 18) e, pelo menor peso da matéria seca da parte subterrânea na primeira época de plantio (Tabela 13).

O efeito desfavorável do plástico preto, provavelmente se deve ao maior número de plantas doentes (incluindo falhas) a partir de outubro, época em que ocorreu alta incidência de antracnose no rizoma. Os três tratamentos de cobertura do solo influenciaram a produção em peso, no período total de colheitas, do mesmo modo que influenciaram o peso da matéria seca da parte aérea, o peso da matéria seca da parte subterrânea e a área foliar (Tabela 13).

O efeito negativo do plantio tardio na produção precoce e na total em peso, bem como no número de "frutos" no período total de colheitas (Tabela 24), provavelmente se deve ao menor desenvolvimento vegetativo inicial (Figuras 1 e 2), insuficiente para suportar a floração, bem como ao atraso na emissão da terceira e quarta floradas (item 4.2.). Esta foi inexpressiva, tendo como causa provável as temperaturas elevadas. O efeito da época de plantio na produção

(Tabela 24) esteve relacionado ao seu efeito nos parâmetros do desenvolvimento vegetativo (Tabela 13), sendo estatisticamente inferiores no plantio tardio.

O desempenho inferior na produção do cultivar Campinas, com o plástico preto, em relação às coberturas orgânicas (inclusive farpas de madeira), com o desenvolvimento de antracnose, também foi verificado por Camargo & Igue (1973). Quanto ao desempenho em solo descoberto há divergências, pois enquanto no presente trabalho ele não diferiu do coberto (produção precoce e total), nos trabalhos de Camargo & Igue (1973) e de Tessarioli Neto (1993) ele foi inferior. Himelrick et al. (1993) explicam, que as condições ambientais afetam o desempenho da cobertura plástica do solo, em termos de produção do cultivar Chandler. Ela apresentou o mesmo desempenho que o solo descoberto em ambiente fresco e seco e, foi inferior no caso de ambiente quente e úmido. Deve ser ressaltado, que no período experimental de 1994, não choveu de agosto a meados de outubro, favorecendo o solo descoberto.

As médias referentes ao peso médio dos "frutos" comerciáveis avaliados no período de junho a dezembro de 1994 são apresentadas na Tabela 25. Os resultados obtidos são os seguintes:

- a) houve efeito de ambientes e coberturas do solo;
- b) houve efeito de época de plantio, exceto em setembro e novembro-dezembro;
- c) houve efeito da interação entre ambientes e épocas de plantio em novembro-dezembro e no período total de colheitas;
- d) o efeito de ambiente foi variável com o período estudado, sendo que o ambiente **C** sem diferir de **B** (maiores lâminas de água), proporcionou maior peso médio do "fruto" no período inicial (até agosto);

Tabela 25 - Peso médio do "fruto" (g) no período de junho a dezembro de 1994. a/

Ítems	até agosto (g)	setembro (g)	outubro (g)	novembro e dezembro b/ (g)	junho à dezembro b/ (g)
Ambientes					
A (gotejamento e protegido)	6,95bc	6,97b	5,58b	4,36b	6,33b
B (gotejamento e protegido)	7,52ab	8,04a	6,25a	4,46b	6,93a
C (gotejamento)	7,90a	7,03b	6,31a	4,52b	6,74a
D (aspersão)	6,75c	6,75b	6,25a	5,17a	6,30b
D.M.S. (5%)	0,62	0,55	0,61	0,53	0,39
Coberturas de solo					
Desnudo	7,09b	7,59a	6,54a	4,78a	6,74a
Farpas de madeira	7,64a	7,58a	6,54a	4,97a	6,87a
Plástico preto	7,10b	6,43b	5,20b	4,13b	6,12b
D.M.S. (5%)	0,49	0,43	0,48	0,42	0,31
Épocas de plantio					
12-13/04	7,90a	7,31a	5,88b	4,57a	6,85a
13/05	6,66b	7,09a	6,31a	4,68a	6,30b
D.M.S. (5%)	0,33	0,29	0,33	0,28	0,21
C.V. (%)	9,52	8,49	11,26	12,79	6,61

a/ dentro de cada ítem e de cada período as médias seguidas da mesma letra não diferem entre si (Tukey, 5%).

b/ houve efeito significativo da interação entre ambientes e épocas de plantio

e) no período total de colheitas, na primeira época de plantio, a irrigação por gotejamento foi superior, exceto no ambiente **A**, e na segunda época o ambiente **B** sem diferir de **C** foi superior aos demais;

f) a cobertura orgânica foi superior à cobertura plástica em todo o período estudado, superou a ausência de cobertura no período inicial (até agosto) e não diferiu nos demais;

g) o efeito da época de plantio dependeu do período estudado, sendo que o plantio de abril proporcionou "frutos" de maior peso médio que o plantio de maio, no período inicial e no período total de colheitas (nos ambientes **A** e **C**).

Comparando-se os dados da Tabela 25 com os da Tabela 3, verifica-se que o peso médio do "fruto" no período total de colheitas foi superior com o uso das maiores lâminas de água (ambientes **B** e **C**).

No experimento realizado em 1995, semelhante ao ambiente **C** de 1994 (gotejamento e campo aberto) e com plantio tardio (09/06/95), houve efeito de cobertura do solo na produção em peso (C.V.=11%). O número de "frutos" e o peso médio do "fruto" não foram afetados. O plástico preto (277 g/planta) e as farpas de madeira (272 g/planta) diferiram estatisticamente do plástico preto sobre farpas de madeira (232 g/planta) no período de colheitas estudado (12/08 a 06/11/95). O fato do menor número de plantas doentes devido às farpas de madeira, não ter apresentado efeito na produção em peso, pode ser decorrência da maior incidência de doenças neste experimento (75 a 85% de plantas doentes), em relação ao ano anterior (57 a 73% de plantas doentes). Além disso, o complexo de patógenos pode ter apresentado variações.

Comparando a magnitude da produtividade total dos ambientes irrigados por gotejamento em 1994, com os dados de trabalhos também instalados em abril, se bem que irrigados por aspersão, verifica-se que para o plástico preto (235 a 266 g/planta) e farpas de madeira (281 a 307 g/planta) há semelhança com os valores obtidos por Camargo & Igue (1973)(respectivamente, 239 g/planta e 351 g/planta). Estes autores, também trabalharam em condição favorável à antracnose do rizoma. Deve-se levar em conta que no presente trabalho a produção precoce foi prejudicada pelas geadas. Em trabalhos onde as moléstias causadas por fungos de solo não foram limitantes, verifica-se que o plástico preto apresentou melhor desempenho, atingindo de 230 a 407 g/planta em Botucatu (Carbonari, 1973); de 246 a 434 g/planta em Jundiaí (Passos, 1982); 440 g/planta em Monte Alegre do Sul (Tessarioli Neto, 1993).

5. CONCLUSÕES

Os resultados obtidos nos experimentos realizados permitiram chegar às conclusões relatadas a seguir.

- a) A cobertura do solo apresenta pequeno efeito na temperatura do mesmo e nos teores de nutrientes das folhas. Contudo, há efeito negativo da cobertura plástica, aumentando a incidência de doenças causadas por fungos de solo (*Rhizoctonia* spp., *Fusarium* spp., *Pythium* spp., *Colletotrichum fragariae* e *Verticillium dahliae*), a partir de outubro. Outro efeito negativo da cobertura plástica é o de reduzir o peso da matéria seca da planta, a área foliar, a produção e o peso médio dos "frutos" comerciáveis, em relação à cobertura orgânica, sendo a diferença de produção total entre elas de 18%. Há tendência do efeito de cobertura ser atenuado nos plantios tardios. Por outro lado, a cobertura plástica favorece a emissão de estolhos.
- b) A maior lâmina de água favorece os teores de nutrientes nas folhas, a produção de "frutos" comerciáveis no período inicial (até agosto) e o peso médio dos "frutos" durante o ciclo de produção. A irrigação por aspersão (menor frequência) favorece o desenvolvimento de doenças causadas por fungos de solo até o início de outubro, reduzindo a produção comerciável.

- c) O sistema de cultivo protegido, do tipo guarda-chuva, não afeta a temperatura do ar e do solo, o desenvolvimento vegetativo da planta, a produção e o peso médio dos "frutos" comerciáveis, sob a condição de escassez de chuva. Contudo, favorece a infestação de *Meloidogyne hapla*, a partir de outubro.
- d) A primeira época de plantio (12-13 de abril) proporciona desempenho superior da cultura do morango quanto ao peso da matéria seca da planta, área foliar, produção e peso médio dos "frutos" comerciáveis. Entretanto, a emissão de estolhos é favorecida pela segunda época de plantio (13 de maio).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBREGTS, E.E.; HOWARD, C.M. Comparison of polyethylene and polyethylene-coated bio-degradeable paper mulches on strawberry. **HortScience**, v.7, n.6, p.568-569, Dec. 1972.
- ALBREGTS, E.E.; HOWARD, C.M.; CHANDLER, C.K. Defoliation of strawberry transplants for fruit production in Florida. **HortScience**, v. 27, n.8, p.889-891, 1992.
- ALBREGTS, E.E.; HOCHMUTH, G.J.; CHANDLER, C.K.; CORNELL, J.; HARRISON, J. Potassium fertigation requirements of drip-irrigated strawberry. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v.121, n.1, p.164-168, 1996.
- BATAGLIA, O.C.; FURLANI, A.M.C.; TEIXEIRA, J.P.F.; FURLANI, P.R.; GALLO, J.R. **Métodos de análise química de plantas**. Campinas: Instituto Agrônomo, 1983. 48 p. (IAC. Boletim Técnico, 78).
- BLASSE, W.; GRITTNER, I.; BISCHOFF, S.; EISEMANN, A. Strawberry irrigation in the Havelland fruit-growing area. **Gartenbau**, v.31, n.6, p.183-185, 1984. /Resumo em **CAB Abstracts on CD-ROM**, 1984-86/.
- BLATT, C.R. Irrigation, mulch, and double row planting related to fruit size and yield of 'Bounty' strawberry. **HortScience**, v. 19, n.6, p.826-827, Dec. 1984.
- BONETI, J.I.S.; FERRAZ, S. Modificação do método de HUSSEY & BARKER para extração de ovos de *Meloidogyne exigua* de raízes de cafeeiro. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE FITOPATOLOGIA, 15., Porto Alegre, 1981. Resumos. **Fitopatologia Brasileira**, v.6, n. 3, p.553, out. 1981.
- CAMARA SETORIAL DE OLERICULTURA. Situação da pesquisa oficial em Olericultura do Estado de São Paulo. **SOB Informa**, v. 14, n.1/2, p.14-17, 1995.

- CAMARGO, L. de S. **Instruções para a cultura do morangueiro**. 6. ed. Campinas: Instituto Agronômico, 1973. 32p. (IAC. Boletim, 29).
- CAMARGO, L. de S.; IGUE, T. Experiência sobre o efeito da cobertura do solo na produção do morangueiro. **Bragantia**, v.32, n.6, p.149-169, mar. 1973.
- CAMARGO, L. de S.; PASSOS, F.A. Morango. In: FURLANI, A.M.C.; VIÉGAS, G.P. (Ed.). **O melhoramento de plantas no Instituto Agronômico**. Campinas: Instituto Agronômico, 1993. v.1, p.411-432.
- CANNEL, G.H.; VOTH, V.; BRINGHURST, R.S.; PROEBSTING, E.L. The influence of irrigation levels and application methods, polyethylene mulch, and nitrogen fertilization on strawberry production in Southern California. **Proceedings of the American Society for Horticultural Science**, v.78, p.281-291, Dec. 1961.
- CARBONARI, R. Influência da época de plantio na produção de algumas variedades de morangueiro (*Fragaria* spp.). Botucatu, 1973. 131p. Tese (Doutorado) - Faculdade de Ciências Médicas e Biológicas de Botucatu, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho.
- CARBONARI, R.; CUNHA, R.S.Q. Produção de três cultivares de morangueiro (*Fragaria* spp.), submetidas a tratamento fotoperiódico no viveiro de mudas. **Revista de Olericultura**, v.15, p.69-70, 1975.
- CASTELLANE, P.D. Nutrição e adubação do morangueiro. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO E ADUBAÇÃO DE HORTALIÇAS, Jaboticabal, 1990. **Anais**. Piracicaba: POTAFOS, 1993. p.261-279.
- CRUZ, B.P.B.; SILVEIRA, A.P.; CAMARGO, L.S. Comportamento de algumas variedades e híbridos de morangueiro (*Fragaria* híbridos) com relação à murcha verticilar (*Verticillium dahliae* Kleb). **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 39, p.221-229, 1972.
- DIAS, M.S.C.; GOTO, R. Novas variedades e avanços no manejo. In: **AGRIANUAL 97**. Anuário estatístico da agricultura brasileira. FNP Consultoria e Comércio, 1996. p.318-321.
- DOMÍNGUEZ VIVANCOS, A. **Fertirrigación**. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa, 1993. 217p.
- DURNER, E.F.; POLING, E.B. Strawberry developmental responses to photoperiod and temperature: a review. **Advances in Strawberry Production**, v.7, p.6-15, 1988.

- DURNER, E.F.; POLING, E.B.; ALBREGTS, E.A. Early season yield responses of selected strawberry cultivars to photoperiod and chilling in a Florida winter production system. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v.112, n.1, p.53-56, 1987.
- EULENSTEIN, F. Effects of plastic film cover and planting system on the expression of vegetative characteristics and yield of strawberries. **Archiv fur Gartenbau**, v.31, n.8, p.403-412, 1983. /Resumo em **CAB Abstracts on CD-ROM**, 1984-86/.
- FAO PRODUCTION YEARBOOK - 1994, v.48, p.168, 1995. (FAO Statistics Series, 125)
- FARIAS, J.R.B.; BERGAMASCHI, H.; MARTINS, S.R.; BERLATO, M.A. Efeito da cobertura plástica de estufa sobre a radiação solar. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.1, n.1, p.31-36, 1993a.
- FARIAS, J.R.B.; BERGAMASCHI, H.; MARTINS, S.R.; BERLATO, M.A.; OLIVEIRA, A.C.B. Alterações na temperatura e umidade relativa do ar provocadas pelo uso de estufa plástica. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.1, n.1, p.51-62, 1993b.
- FEAR, C.D.; NONNECKE, G.R. Soil mulches influence reproductive and vegetative growth of 'Fem' and 'Tristar' day-neutral strawberries. **HortScience**, v.24, n.6, p.912-913, Dec. 1989.
- FIGUEIREDO, M.B.; TERANISHI, J.; CARDOSO, R.M.G. Estudos sobre espécies do gênero *Verticillium* parasitas de plantas no Estado São Paulo. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE FITOPATOLOGIA, 4., Piracicaba, 1971. Trabalhos apresentados. **Revista da Sociedade Brasileira de Fitopatologia**, n.4, p.10-11, fev. 1971.
- FILGUEIRA, F.A.R. **Manual de olericultura: cultura e comercialização de hortaliças**. 2.ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1982. v.2, cap. 10, p.319-328: Rosáceas. Morango: um delicioso frutinho rasteiro.
- GALLETTA, G.J.; BRINGHURST, R.S. Strawberry management. In: GALLETTA, G.J.; HIMELRICK, D.G. (Ed.). **Small fruit crop management**. Englewood Cliffs: Prentice Hall, 1990. cap.3, p. 83-156.
- GEHRMANN, H. Growth, yield and fruit quality of strawberries as affected by water supply. **Acta Horticulturae**, n.171, p.463-469, 1985.
- GOULART, B.L.; FUNT, R.C. Influence of raised beds and plant spacing on growth and yield of strawberry. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v.111, n.2, p.176-181, 1986.

- GROHMANN, F.; RAIJ, B. van. Influencia dos métodos de dispersão da argila do solo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIENCIA DO SOLO, 14., Santa Maria, 1973. **Anais**. Santa Maria: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1974. p.123-132.
- GROSSMAN, J. Agriculture by color. **The World & I**, p.276-283, July 1991.
- GUNNELL, P.S.; GUBLER, W.D. Taxonomy and morphology of *Colletotrichum* species pathogenic to strawberry. **Mycologia**, v.84, n.2, p.157-165, 1992.
- GUPTA, R.; ACHARYA, C.L. Effect of mulch induced hydrothermal regime on root growth, water use efficiency, yield and quality of strawberry. **Journal of the Indian Society of Soil Science**, v.41, n.1, p.17-25, 1993. /Resumo em **CAB Abstracts on CD-ROM**, 1995/.
- HAM, J.M.; KLUITENBERG, G.J.; LAMONT, W.J. Optical properties of plastic mulches affect the field temperature regime. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v.118, n.2, p.188-193, 1993.
- HANKS, R.J.; BOWERS, S.A.; BARK, L.D. Influence of soil surface conditions on net radiation, soil temperature, and evaporation. **Soil Science**, v.91, n.4, p.233-238, 1961.
- HAYNES, R.J. The use of polyethylene mulches to change soil microclimate as revealed by enzyme activity and biomass nitrogen, sulphur and phosphorus. **Biology and Fertility of Soils**, v.5, n.3, p.235-240, 1987. /Resumo em **CAB Abstracts on CD-ROM**, 1987-89/.
- HERR, L.J. Practical nuclear staining procedures for Rhizoctonia-like fungi. **Phytopathology**, v.69, n.9, p.958-961, 1979.
- HIMELRICK, D.G.; DOZIER Jr., W.A.; AKRIDGE, J.R. Effect of mulch type in annual hill strawberry plasticulture systems. In: INTERNATIONAL STRAWBERRY SYMPOSIUM, 2., Beltsville, 1992. Trabalhos apresentados. **Acta Horticulturae**, n. 348, p.207-209, Aug. 1993.
- HOWARD, C.M.; MAAS, J.L.; CHANDLER, C.K.; ALBREGTS, E.E. Anthracnose of strawberry caused by the *Colletotrichum* complex in Florida. **Plant Disease**, v.76, n.10, p.976-981, Oct. 1992.
- INFORZATO, R.; CAMARGO, L. de S. Sistema radicular do morangueiro (*Fragaria* híbridos), em duas fases do ciclo vegetativo. **Bragantia**, v. 32, n.8, p.185-191, abr. 1973.
- IUCHI, T. Crescimento da planta e do fruto de morangueiro (*Fragaria x ananassa* Duch.) em diferentes regimes hídricos. Viçosa, 1993. 187p. Tese (D.S.) - Universidade Federal de Viçosa.

- KRAMER, S.; RUDOLPH, V.; GITSCHEL, U. High strawberry yields obtained by taking into consideration the interaction of weather and irrigation. **Gartenbau**, v.31, n.6, p.185-186, 1984. /Resumo em **CAB Abstracts on CD-ROM**, 1984-86/.
- LaMONDIA, J.A.; MARTIN, S.B. The influence of *Pratylenchus penetrans* and temperature on black root rot of strawberry by binucleate *Rhizoctonia* spp. **Plant Disease**, v.73, n.2, p. 107-110, Feb. 1989.
- LOCASCIO, S.J.; MYERS, J.M. Trickle irrigation and fertilization method for strawberries. In: ANNUAL MEETING OF THE FLORIDA STATE HORTICULTURAL SOCIETY, Deland, 1975. **Proceedings of the Florida State Horticultural Society**, v.88, p. 185-189, 1975.
- LOCASCIO, S.J.; MYERS, J.M.; MARTIN, F.G. Frequency and rate of fertilization with trickle irrigation for strawberries. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v.102, n.4, p.456-458, 1977.
- MAAS, J.L. (Ed.). **Compendium of strawberry diseases**. St. Paul: The American Phytopathological Society, 1984. 138p.
- MANNINI, P.; GALLINA, D. Yield and quality response of strawberries to irrigation. **Rivista di Frutticoltura e di Ortofloricoltura**, v.56, n.4, p.69-73, 1994. /Resumo em **CAB Abstracts on CD-ROM**, 1995/.
- MARTINS, G.; CASTELANE, P.D.; VOLPE, C.A. Influência da casa-de-vegetação nos aspectos climáticos e em época de verão chuvoso. **Horticultura Brasileira**, v.12, n. 2, p.131-135, nov. 1994.
- MARTINS, N.L.F. Efeitos de coberturas plásticas e orgânicas sobre o rendimento de "frutos" de duas cultivares de morangueiro (*Fragaria x ananassa* Duch.) e a temperatura do solo. Porto Alegre, 1983. 252p. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- McNIESH, C.M.; WELCH, N.C.; NELSON, R.D. Trickle irrigation requeriments for strawberries in Coastal California. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v.110, n.5, p.714-718, 1985.
- MEDINA, H.P.; GROHMANN, F. Contribuição ao estudo da análise granulométrica do solo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 6., Salvador, 1962. **Anais**. Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1967. p.29-38.

- MENTEN, J.O.M.; PASSOS, F.A.; MINAMI, K. Resistência do morangueiro (*Fragaria* híbridos) à *Mycosphaerella fragariae* (TUL.) LIND. (*Ramularia tulasnei* SACC.). **Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"**, v.35, p. 495-508, 1978.
- MONTERO, J.I.; CASTILLA, N.; GUTIERREZ DE RAVÉ, E.; BRETONES, F. Climate under plastic in the Almeria area. In: GREENHOUSE CONSTRUCTION AND COVERING MATERIALS, Karlsruhe, 1984. **Acta Horticulturae**, n. 170, p.227-234, 1985.
- MYERS, J.M.; LOCASCIO, S.J. Efficiency of irrigation methods for strawberries. **Proceedings of the Florida State Horticultural Society**, v.85, p. 114-117, 1972.
- OKAYAMA, K. Incidence of strawberry anthracnose, environmental factors, disease resistance of cultivars and chemical controls. **Bulletin of the Nara Agricultural Experiment Station**, n.20, p. 79-86, 1989. /Resumo em **CAB Abstracts on CD-ROM**, 1987-89/.
- OLITTA, A.F.L. Efeito da irrigação por gotejo no desenvolvimento vegetativo e produção da cultura do morango (*Fragaria* sp.). Piracicaba, 1980. 79p. Tese (Livre-docência) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.
- OLITTA, A.F.; MINAMI, K. Irrigação por gotejo em morango. **Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"**, v. 31, p.713-720, 1974.
- OLITTA, A.F.L.; MINAMI, K. Influência da cobertura de solo na cultura do morango (*Fragaria* sp.). **O Solo**, v. 67, p.31-34, 1975.
- OTTERBACHER, A.G.; SKIRVIN, R.M. Derivation of the binomial *Fragaria* X *ananassa* for the cultivated strawberry. **HortScience**, v.13, p.637-639, 1978.
- PASSOS, F.A. Caracterização de clones nacionais e introduzidos de morangueiro (*Fragaria* X *ananassa* Duch.), visando o uso imediato na horticultura e o melhoramento genético. Piracicaba, 1982. 116p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.
- PASSOS, F.A. Morango. In: JORGE, J.A.; LOURENÇÃO, A.L.; ARANHA, C. (Ed.). **Instruções agrícolas para o Estado de São Paulo**. 5.ed. Campinas: Instituto Agrônomo, 1990. p.153-154.
- PAULUS, A.O. Fungal diseases of strawberry. **HortScience**, v.25, n.8, p.885-889, Aug. 1990.

- PERRELA, C.; PETRALIA, S.; D'AMORE, R. Perforated plastic films for strawberries in small tunnels. **Culture Protette**, v.12, n.3, p.33-40, 1983. /Resumo em **CAB Abstracts on CD-ROM**, 1982-83/.
- PEZZOPANE, J.E.M. Uso de estufa com cobertura plástica e de quebra-ventos na produção de porta-enxertos de seringueira, na região de Campinas-SP. Piracicaba, 1994. 87p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.
- PIRES, R.C. de M. Manejo da água na irrigação dos citros. **Laranja**, v.13, n.1, p.237-260, 1992.
- PIRES, R.C. de M.; SAKAI, E.; CALHEIROS, R. de O. Irrigação. In: FAHL, J.I.; CAMARGO, M.B.P. de; PIZZINATO, M.A. et al. (Ed.). **Instruções agrícolas para as principais culturas econômicas**. 6. ed. Campinas: Instituto Agrônomo, 1995. (IAC. Boletim Técnico, 200). Disquete.
- RAIJ, B. van; ZULLO, M.A.T. **Métodos de análise do solo**. Campinas: Instituto Agrônomo, 1977. 16p. (IAC. Circular, 63).
- RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. (Ed.). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2.ed. Campinas: Instituto Agrônomo/Fundação IAC, 1996. 285p. (IAC. Boletim Técnico, 100).
- RAMOS, R.S.; SINIGAGLIA, C.; MALAVOLTA, V.M.A.; FEICHTENBERGER, E. Severa incidência de *Phytophthora* sp. em cultura de morangueiro no município de Atibaia, SP. In: CONGRESSO PAULISTA DE FITOPATOLOGIA, 14., Botucatu, 1991. Resumos. **Summa Phytopathologica**, v.17, n.1, p.18, jan./mar. 1991.
- RESENDE, L.V.; ALVARENGA, M.A.R.; MALUF, W.R. Comportamento do morangueiro cv. AGF-80 sob túneis de cultivo forçado e cobertura morta em condições de primavera/verão. **Horticultura Brasileira**, v.13, n.2, p.159-162, nov. 1995.
- ROTEM, J.; PALTI, J. Irrigation and plant diseases. **Annual Review of Phytopathology**, v.7, p.267-288, 1969.
- SANTOS, A.M. dos. Influência da época de plantio em diferentes cultivares de morangueiro em Pelotas, R.S. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 26., Salvador, 1986. Resumos. **Horticultura Brasileira**, v.4, n.1, p.69, maio 1986.

- SCAGLIA, E.; KIRSCHBAUM, D.; MARTÍNEZ NOVILLO, J.; RODRÍGUEZ, J.P.; MINTZER, R.; CABRAL, J. **Cultivo de frutilla**. Buenos Aires: INTA/PROCADIS, 1995. 109p. (Curso Producción de hortalizas en invernadero 2° nivel, módulo 4).
- SECRETARIA DE AGRICULTURA E ABASTECIMENTO DE SÃO PAULO. Gabinete do Secretário. **Programa paulista de apoio à cultura do morango**. São Paulo: S.A.A., Comissão Técnica de Olericultura, 1996. 13p.
- SERRANO, L.; CARBONELL, X.; SAVÉ, R.; MARFÀ, O.; PEÑUELAS, J. Effects of irrigation regimes on the yield and water use of strawberry. **Irrigation Science**, v.13, p.45-48, 1992.
- SGANZERLA, E. **Nova agricultura: a fascinante arte de cultivar com os plásticos**. 5.ed. Guaíba: Ed. Agropecuária, 1995. 342p.
- SMITH, B.J. Effect of nitrogen, phosphorus and potassium on the severity of strawberry anthracnose-crown rot. In: ANNUAL MEETING OF THE AMERICAN PHYTOPATHOLOGICAL SOCIETY, Cincinnati 1987. Abstracts of presentations. **Phytopathology**, v.77, n.12, p.1691, 1987.
- SMITH, B.J.; BLACK, L.L. Resistance of strawberry plants to *Colletotrichum fragariae* affected by environmental conditions. **Plant Disease**, v. 71, n.9, p.834-837, Sept. 1987.
- SMITH, B.J.; BLACK, L.L. Morphological, cultural and pathogenic variation among *Colletotrichum* species isolated from strawberry. **Plant Disease**, v. 74, n.1, p.69-76, 1990.
- SNEDECOR, G.W.; COCHRAN, W.G. **Statistical methods**. Iowa: Iowa State University, 1973. 593p.
- SOUZA, A.F.; HAAG, H.P.; OLIVEIRA, G.D. de; SARRUGE, J.R.; MINAMI, K. Absorção de micronutrientes por quatro cultivares de morangueiro (*Fragaria* spp.). In: HAAG, H.P.; MINAMI, K. (Ed.). **Nutrição mineral em hortaliças**. Campinas: Fundação Cargill, 1981a. cap. 7.4, p.375-417.
- SOUZA, A.F.; HAAG, H.P.; SARRUGE, J.R.; OLIVEIRA, G.D. de; MINAMI, K. Absorção de macronutrientes por quatro cultivares de morangueiro (*Fragaria* spp.). In: HAAG, H.P.; MINAMI, K. (Ed.). **Nutrição mineral em hortaliças**. Campinas: Fundação Cargill, 1981b. cap. 7.3, p.327-374.
- STOLF, R.; FERNANDES, J.; FURLANI NETO, V. Penetrômetro de impacto-modelo IAA/Planalsucar - STOLF (Recomendações para o seu uso). **STAB**, v.1, n.3, p.18-23, 1983.

- TANAKA, M.A.S.; FEITOSA, C.T.; PASSOS, F.A. Reação do morangueiro ao *Colletotrichum fragariae* em diferentes níveis de fertilidade do solo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOPATOLOGIA, 28., Ilhéus, 1995. Resumos. **Fitopatologia Brasileira**, v.20, p.343, ago. 1995. (suplemento).
- TAYLOR, A.L.; SASSER, J.N. **Biology, identification and control of root-knot nematode** (*Meloidogyne species*). Raleigh: N.C. State University, 1978. 111p. (Bulletin).
- TESSARIOLLI NETO, J. Influência de cobertura permeável e impermeável sobre o solo e planta na produção do morangueiro (*Fragaria x ananassa* Duch.). Piracicaba, 1993. 112p. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.
- TRANI, P.E.; HIROCE, R.; BATAGLIA, O.C. **Análise foliar: amostragem e interpretação**. Campinas: Fundação Cargill, 1983. 18p.
- ULRICH, A.; MOSTAFA, M.A.E.; ALLEN, W.W. **Strawberry deficiency symptoms: a visual and plant analysis guide to fertilization**. Oakland: University of California, 1980. 58p. (Publication, 4098).
- VERHEYE, Ph.; VERLODT, H. Comparison of different systems for static ventilation of hemispheric plastic greenhouses. In: WORKSHOP ON GREENHOUSE CONSTRUCTION AND DESIGN, 2., Montpellier, 1989. **Acta Horticulturae**, n.281, p. 183-197, 1990.
- VOTH, V. Plastics in the California strawberries. **HortScience**, v.7, n.4, p.378-380, Aug. 1972.
- VOTH, V.; BRINGHURST, R.S. Culture and physiological manipulation of California strawberries. **HortScience**, v.25, n.8, p.889-892, Aug. 1990.
- WILSON, L.L.; MADDEN, L.V.; ELLIS, M.A. Influence of temperature and wetnessduration on infection of immature and mature strawberry fruit by *Colletotrichum acutatum*. **Phytopathology**, v.80, n.1, p.111-116, Jan. 1990.
- WING, K.B.; PRITTS, M.P.; WILCOX, W.F. Biotic, edaphic, and cultural factors associated with strawberry black root rot in New York. **HortScience**, v.30, n.1, p.86-90, Feb. 1995.
- YANG, X.; MADDEN, L.V.; WILSON, L.L.; ELLIS, M.A. Effects of surface topography and rain intensity on splash dispersal of *Colletotrichum acutatum*. **Phytopathology**, v.80, n.10, p.1115-1120, Oct. 1990a.

YANG, X.; WILSON, L.L.; MADDEN, L.V.; ELLIS, M.A. Rain splash dispersal of *Colletotrichum acutatum* from infected strawberry fruit. **Phytopathology**, v.80, n.6, p.590-595, June 1990b.

YANG, X.S.; MADDEN, L.V.; REICHARD, D.L.; WILSON, L.L.; ELLIS, M.A. Splash dispersal of *Colletotrichum acutatum* and *Phytophthora cactorum* from strawberry fruit by single drop impactions. **Phytopathology**, v.82, n.3, p.332-340, Mar. 1992.

YASUBA, K.; MIZUTA, Y.; YAZAWA, S.; ITO, T.; TOGNONI, F.; NAMIKI, T.; NUKAYA, A.; MARUO, T. High quality production of fruit vegetables by controlling water in a simplified rockwool culture. In: INTERNATIONAL HORTICULTURAL CONGRESS, 24., Kyoto, 1994. Hidroponics and transplant production. **Acta Horticulturae**, n. 396, p. 67-74, 1995. /Resumo em **CAB Abstracts on CD-ROM**, 1995/.

YOSHINO, M.; HASHIMOTO, K. Studies on the ecology of strawberry yellows and its control. **Bulletin of the Saitama Horticultural Experiment Station**, n.7, p.13-34, 1978. /Resumo em **CAB Abstracts on CD-ROM**, 1979-81./