UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL

DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE *Phytophthora nicotianae* DA CULTURA DA CEBOLA EM AMOSTRAS DE SOLO E REAÇÃO DE CULTIVARES AO PATÓGENO

Fernandes Antonio de Almeida
Engenheiro Agrônomo

JABOTICABAL - SÃO PAULO - BRASIL
Fevereiro de 2008

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JULIO DE MESQUITA FILHO"
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL

DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE *Phytophthora nicotianae* DA CULTURA DA CEBOLA EM AMOSTRAS DE SOLO E REAÇÃO DE CULTIVARES AO PATÓGENO

Fernandes Antonio de Almeida

Orientador: Prof. Dr. Modesto Barreto
Co-orientador: Prof. Dr. José Carlos Barbosa

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para obtenção do título de Doutor em Agronomia - Produção Vegetal.

JABOTICABAL - SÃO PAULO - BRASIL
Fevereiro de 2008

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

FERNANDES ANTONIO DE ALMEIDA – nascido aos 15 de outubro de 1970 e natural de Olho D'água - Paraíba, Brasil. Cursou todo seu ensino Fundamental e Básico, em escolas públicas do próprio Estado de origem. Formou-se como Engenheiro Agrônomo pela Universidade Federal da Paraíba, em 1998. Durante o curso foi bolsista de iniciação científica PIBIC / CNPq entre os anos de 1994 a 1996. Obteve o título de Mestre em Produção Vegetal no ano de 2001, pela mesma instituição (UFPB). Trabalhou na UFPB como Professor Substituto, lecionando a disciplina de Microbiologia Geral nos anos de 2002 a 2004. Exerceu ainda algumas atividades técnicas como extensionista, entre essas, na Cooperativa de Assistência aos Assentados do Alto Sertão Paraibano (CAAASP), atuando nas áreas de planejamento ambiental e produção vegetal. Iniciou o curso de Doutorado no programa de Pós-graduação em Agronomia - Produção Vegetal, na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias-Câmpus de Jaboticabal, FCAV-UNESP, obtendo o título de doutor no ano de 2008. Atualmente exerce a função de Professor Efetivo na Universidade Federal de Rondônia, no curso de Agronomia, localizado na cidade de Rolim de Moura.

Aos meus pais, ***Antonio Oliveira e Maria Almeida*** *(In Memorian), pelos ensinamentos e dedicação para uma vida com dignidade.*

Aos meus irmãos, ***Adelino Almeida*** *e* ***Maria Izabel Almeida****, que sempre me incentivaram e contribuíram em todos os meus objetivos de vida.*

DEDICO

Á minha filha ***Maria Fernanda*** *e à minha esposa* ***Maria Lúcia,*** *que sempre estiveram me apoiando e participando da minha vida em todos os momentos.*

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

Ao Senhor, por tudo e pela vida nova que virá;

Ao Prof. Dr. Modesto Barreto, pela valiosa contribuição científica com sua orientação ao longo desses anos;

Á CAPES, Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, pela concessão da bolsa de estudo, sem a qual seria impossível essa realização;

Ao Prof. Dr. José Carlos Barbosa, pelos ensinamentos e sugestões imprescindíveis a esse trabalho;

Ao Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária-Câmpus de Jaboticabal, FCAV-UNESP, pela oportunidade de realização do curso;

Á Prof^{a}. Dr^{a}. Rita de Cássia Panizzi, pela sua disponibilidade em todos os momentos que precisei;

À todos os Professores do Departamento de Fitossanidade que direta ou indiretamente contribuíram para a realização dessa trabalho;

Aos funcionários do Departamento de Fitossanidade (Rosângela Teodoro dos Santos Souza, Lúcia Rita Ramos, Wanderlei Penteado Brasil e Luis Carlos Rufino) por todo o apoio que sempre me dispuseram;

Aos meus sogros Simão Tiburtino e Joana Martins, por toda assistência incondicional;

A todos os colegas da Pós-Graduação, em especial a Gleibson Cardoso, Ítalo Cavalcante, César Campos e Érika Sayuri, pela amizade recíproca e verdadeira nos mais distintos momentos dessa caminhada;

Ao amigo Frank Magno da Costa, por todo auxílio prestado, pelo qual sou imensamente grato;

Ao meu primeiro orientador Prof. Dr. Egberto Araújo (CCA/UFPB), amigo, mestre e conselheiro de todos os momentos;

A todos os Professores do CCA/UFPB, pela enorme contribuição a minha formação acadêmica;

Á bibliotecária Tiêko Takamiya Sugahara, pela correção das citações bibliográficas citadas;

Ao senhor Antonio Donizete Fenerich, pela disponibilidade da propriedade para a realização desse trabalho;

Á todos que de uma forma direta ou indiretamente colaboraram para a realização deste trabalho.

Muito Obrigado!

SUMÁRIO

Página

LISTA DE TABELAS..... ix

LISTA DE FIGURAS..... x

RESUMO..... xi

ABSTRACT..... xii

1. INTRODUÇÃO..... 1

2. REVISÃO DE LITERATURA..... 3

2.1 Importância econômica da cultura..... 3

2.2. Hospedeiros suscetíveis a *Phytophthora* spp..... 5

2.3. Etiologia..... 6

2.4. Infecção e sintomatologia..... 8

2.5. Índice de agregação..... 10

2.6. A geoestatística na fitossanidade..... 11

3. MATERIAL E MÉTODOS..... 14

3.1. Caracterização da área experimental..... 14

3.2. Caracterização da área comercial..... 15

3.3. Procedimento de coleta e análise do solo..... 16

3.4. Avaliação de cultivares..... 18

3.5. Avaliação de plantas mortas com geoestatística..... 19

3.6. Estudo sobre índices de dispersão..... 19

3.7. Estudo sobre o semivariograma..... 21

3.7.1 Modelos de semivariograma..... 23

.3.8. Técnica de krigagem 26

3.9. Programas das análise geoestatística..... 26

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO..... 27

4.1 Análise estatística descritiva..... 27

4.2. Análise de índice de dispersão..... 28

4.3. Análise geoestatística..... 30
4.4. Quantificação do patógeno na área experimental..... 34
4.5. Avaliação das cultivares de cebola..... 37
4.6. Quantificação do patógeno no solo e em casa de vegetação..... 39
5. CONCLUSÕES..... 45
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... 46
7. APÊNDICES..... 58

LISTA DE TABELAS

Tabela		Página
1	Análise descritiva em percentagem para discos de limão colonizados nas áreas e plantas mortas de cebola em casa de vegetação por *Phytophthora nicotianae*.....	28
2	Médias, variância, razão variância/médias, índice de Morisita, teste-qui-quadrado, estatística de parâmetro K para percentagem de discos colonizados por *Phytophthora nicotianae* em área experimental com canteiros.....	30
3	Modelo e seus parâmetros da análise geoestatística para percentagem de discos colonização e plantas mortas por *Phytophthora nicotianae* nas áreas.....	32
4	Número médio/planta de cebolas mortas por *Phytophthora nicotianae,* em canteiros da área experimental em Jaboticabal.....	39

LISTA DE FIGURAS

Figura		Página
1	Esquema de amostragem dos pontos da área experimental.....	15
2	Esquema de amostragem dos pontos da área comercial.....	16
3	Suspensão do solo contendo discos de folhas de limão em período de incubação.....	17
4	Esquema de um Semivariograma Experimental.....	22
5	Histograma de Freqüência de *Phytophthora nicotianae* em áreas distintas: (A) Experimental (B) Comercial e (C) Casa de vegetação.....	34
6	Semivariograma para a presença de *Phytophthora nicotianae* na área experimental em Jaboticabal.....	35
7	Mapa de isolinhas representando a distribuição espacial da incidência do fungo na área experimental.....	36
8	Semivariograma experimental e modelo ajustado para a presença de *Phytophthora nicotianae* em área comercial em Monte Alto-SP.....	40
9	Mapa de isolinhas da distribuição espacial do fungo na área comercial de Monte Alto-SP.....	41
10	Semivariograma para plantas mortas, em casa de vegetação, causado por *Phytophthora nicotianae*.	42
11	Mapas de isolinhas para percentagem de plantas mortalidade de cebola em condições casa de vegetação.	44

DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE *Phytophthora nicotianae* DA CULTURA DA CEBOLA EM AMOSTRAS DE SOLO E REAÇÃO DE CULTIVARES AO PATÓGENO

RESUMO – Com o objetivo de avaliar a dependência espacial de *Phytophthora nicotianae* na cultura da cebola e testar cultivares resistentes ao fungo, vários ensaios foram realizados. O primeiro deles constituiu-se da avaliação de amostras de solo da área experimental em Jaboticabal e outro em área comercial de Monte Alto. Para detectar a presença de *P. nicotianae* nas amostras de solo, discos de folhas limão Siciliano (*Citrus limonum*) foram utilizados como "iscas" na suspensão do solo e que posteriormente foram colonizados pelo patógeno. Para isso, distribui-se em recipientes, nessa suspensão 30 discos de 3 mm de diâmetro, que permaneceram flutuando, durante 72 h sob luz fluorescente branca e temperatura ambiente. Na área experimental ao finalizar o primeiro ensaio, foram plantadas 13 cultivares de cebola para testar a resistência ao fungo. Para o experimento seguinte, utilizou-se das amostras de solo da área comercial, distribuindo-as em copos descartáveis para o plantio de mudas de cebola, sendo mantidas em condições de casa de vegetação. O processo de avaliação nesse consistiu da quantificação do número de plantas mortas ao longo do ciclo da cultura. Todos os dados foram submetidos á análise estatística descritiva, geoestatística e Krigagem. Os resultados da área experimental demonstraram uma distribuição agregada, que foi confirmado também pelo índice de dispersão empregado. Para as cultivares testadas, nenhuma se mostrou resistente ao fungo. Na área comercial, a distribuição do fungo demonstrou agregada. Para a avaliação por meio no número de plantas mortas em casa de vegetação, os resultados confirmaram o comportamento observado na área comercial, com um crescente índice de mortalidade nas observações feitas em direção a base do pivô central. Essa metodologia permitiu ter um conhecimento mais localizado da distribuição do fungo no solo, através de mapas, demonstrado ser mais um ferramenta para auxiliar programas de controle com menor custo produção.

Palavras-chave: *Allium cepa*, fungo, Geoestatística, índice de dispersão, Krigagem

SPATIAL DISTRIBUTION OF *Phytophthora nicotianae* FROM ONION CROP IN SAMPLES AND SOIL OF REACTION OF CULTIVARS TO PATHOGEN

ABSTRACT – With the purpose of evaluating the spatial distribution of *Phytophthora nicotianae* from onion crop under of soil samples of different planting conditions, as well as testing cultivars for resistance to the fungus, several assays were carried out (or Several assays were carried out with the purpose of evaluating the spatial dependence of *Phytophthora nicotianae* from onion crop in soil samples of different planting conditions, as well as testing cultivars for resistance to the fungus. In the first one, soil samples were obtained from beds for evaluating, while the other one, was made in field conditions with an area. The data obtained were through of number of lemon discs (*Citrus limonum*), used as "baits" in the soil solution, which were infected with the pathogen. Hence 30 discs (3mm diameter) punched from lemon leaves were placed on this solution in containers, and kept afloat for 72 hours, in white cold light, and at room temperature. When the first assay was completed, 13 onion cultivars were planted in the bedding area, in order to be tested for resistance to the fungus. In the next experiment, onion seedlings were planted containing soil samples from the second assay, in a greenhouse. The evaluation process of this experiment was based on the quantification of dead plants throughout the cycle. Descriptive Statistics, Geostatistics and Kriging were used to analyze all the data. Results for the beds showed a random distribution, which was also confirmed by the dispersion rate used. None of the cultivars tested were resistant. In soil field, the fungus exhibited an aggregated distribution. Results of the evaluation were based by number of dead plants in the greenhouse supported the behavior observed in field with the death rate increasing towards the samples obtained near of center pivot. The methodology adopted in this study allowed to have a more located knowledge of the distribution of the fungus in soil, through maps, demonstrated to be one more tool to aid in control programs with a lower production cost.

Keywords: *Allium cepa*, fungus, Geostatistics, dispersion rate, Kriging

1. INTRODUÇÃO

A cebola (*Allium cepa* L.) é uma das hortaliças de maior expressão em todo mundo, com valor de produção estimado em US$ 6 bilhões anuais. No Brasil, a produção tem girado em torno de US$ 200 milhões/ano, equivalente a 8% do valor bruto das hortaliças. Diante disto, a cultura se encontra como uma das três mais importantes, junto com o tomate e a batata (SOUZA & RESENDE, 2002). A cebola é consumida em quase todo mundo, alcançando expressiva importância no panorama sócio-econômico brasileiro, não somente pela área plantada, mas, principalmente, constituindo-se em um importante elemento de ocupação de mão-de-obra familiar (BOEING, 2002). Tudo isso, faz com que a cultura se destaque pelo valor social inestimável

A cultura, no Brasil, está presente em todas as regiões. A exploração contínua desta, geralmente nas mesmas áreas, tem apresentado diversos problemas, com perda de produtividade nas regiões produtoras, motivada por fatores diferenciados, como uso de cultivares inadequadas e ocorrência de problemas fitossanitários que são as principais causas dessa baixa produtividade (BOEING 2002).

A cultura está sujeita a uma série de doenças fúngicas que podem ocorrer diversas partes da planta, tornando-se fator limitante ao cultivo. Entre os fungos a *Phytophthora nicotianae* Breda de Haan (1896) (sin. *P. parasitica* Dastur (1913), nos últimos anos, vem se destacando com grandes danos aos produtores no estado de São Paulo, contabilizando prejuízos acima de 90% entre os anos de 2002 a 2004. A ocorrência desse agente etiológico na cultura da cebola foi relatada no Brasil por BARRETO & SCALOPPI (2004).

A avaliação da doença no tempo e no espaço permite conhecer, de forma detalhada, sua interação com o hospedeiro, contribuindo para o manejo adequado das doenças e, consequentemente, propiciando aumento na produtividade das culturas (TALAMINI, 2003; BERGAMIN FILHO et al., 2004). Porém, alguns métodos estatísticos clássicos não são tão apropriados para caracterizar padrões espaciais de doenças em

plantas, por não considerar a dependência espacial (CHELLEMI et al., 1988). Para tanto, se faz necessário o emprego da teoria da regionalização, mais conhecida em outras ciências, como Geoestatística, por se tratar da análise dos dados correlacionados espacialmente (CLARK, 1979).

A caracterização de atributos espaciais é bastante comum em ecologia geral (GREIGSMITH, 1983) e em entomologia (TAYLOR, 1984). Os princípios e métodos desse tipo de estudo, na sua maioria, foram demonstrados pelas ciências citadas. A Fitopatologia vem empregando esses conhecimentos, especificamente, no entendimento dos patossistemas. De forma geral, existem três padrões de arranjo espacial: regular, aleatório e agregado. Em fitopatologia o primeiro tipo é pouco comum (CAMPBELL & MADDEN, 1990). Os dois últimos se apresentam sobre a forma possível para análises e podem ser definidos da seguinte maneira: a distribuição aleatória ocorre quando o conhecimento da localização de um indivíduo não fornece nenhuma informação sobre a localização de qualquer outro indivíduo, enquanto que, a distribuição agregada já ocorre quando a localização de um indivíduo, em um ponto determinado, aumenta a probabilidade de que outros pontos próximos a ele estejam ocupados por outros indivíduos semelhantes (MADDEN, 1989).

Com a utilização da Geoestatística é possível caracterizar a existência da estrutura da dependência espacial, entre os parâmetros que definem a distribuição espacial do patógeno no solo. Caso exista essa dependência espacial, emprega-se o método de Krigagem para estimar valores em determinadas localizações não amostradas durante o estudo. O processo de Krigagem permite a confecção de mapas e assim, uma melhor visualização da distribuição do fungo, facilitando dessa maneira um manejo mais adequado na área de controle.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a distribuição espacial de *Phytophthora nicotianae* em solo e testar cultivares de cebola ao patógeno.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Importância econômica da cultura

A cebola (*Allium cepa* L.) é considerada um dos condimentos mais importantes na cozinha dos diferentes povos do mundo. No Brasil, a cultura foi introduzida no início da colonização e sua importância agronômica só aconteceu com a chegada de outros povos europeus, passando a ser cultivada em larga escala.

A produção mundial de cebola, nos últimos anos, esteve entre 56,87 e 57,35 milhões de toneladas/ano, provenientes de uma área entre 3,1 a 3,2 milhões de hectares/ano, com uma produtividade média de 18,8 t/há (FAO, 2005). Os maiores produtores mundiais são China, Índia, Estados Unidos, Turquia, Irã, Paquistão, Rússia e Brasil que respondem por mais de 67% da oferta mundial de cebola (AGRIANUAL, 2006). No contexto do Mercosul destacam-se apenas as produções do Brasil, com ofertas equivalentes às suas necessidades de consumo, e da Argentina, cujo volume de produção tem gerado expressivos excedentes exportáveis.

Dentro do Mercosul, o Brasil é o maior produtor, mas depende de importação, principalmente da Argentina, para o pleno abastecimento do mercado. Quanto a aspectos gerais da cultura e comercialização, a Argentina possui bem definida uma política agrícola que engloba desde o melhoramento de variedades até a colocação final do produto no mercado, possibilitando concorrer com o produto nacional, mesmo incluindo o transporte (FERREIRA, 2000; COSTA et al., 2003). A cidade de São Paulo é o grande centro de comercialização da produção e distribuição nacional, sendo também, o estado que mais produz seguido de Santa Catarina (AGRIANUAL, 2007). A variação de preços entre meses de um ano para o outro ocorre com certa freqüência, em função da produção, comum a todas as culturas (GONÇALVES et al., 1997).

A globalização da economia mundial e a formação do Mercosul interferiram significativamente, no mercado de hortaliças no Brasil. As tendências das produções na Argentina e no Brasil evidenciam um mercado competitivo, no qual continuarão

participando aqueles países que tiverem maiores vantagens comparativas e fizerem reconversão nos setores produtivos. Somente continuará no mercado o produtor que se tecnificar, obtiver produto de qualidade e se adaptar a essas mudanças. Com a formação de grandes blocos econômicos, o mercado não se define em âmbito regional, mas, internacional. O produtor deve estar atento às alterações nas regiões produtoras de cebola de outros países e deve estar identificado junto ao consumidor (FERREIRA, 1997).

O Brasil está incluído entre os dez maiores produtores do mundo (SOARES, 2004) e o suprimento nacional de cebola durante o ano é realizado por safras de diversas regiões. A característica marcante da oferta de cebola é a estacionalidade da produção, em conseqüência das exigências climáticas. Em 2007 a produção nacional de cebola foi de 1.302,3 mil toneladas, sendo cultivada em uma área de 59.154 hectares (IBGE, 2007). A cebola é considerada a terceira olerícola de importância econômica no Brasil, ficando atrás, apenas, da batata e do tomate. A quantidade e o valor da produção, quando comparados com os de outros produtos agrícolas, parecem ser insignificantes, mas a cebola constitui atividade sócio-econômica de grande relevância para os estados de São Paulo, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, nos quais se concentram, aproximadamente, 80% da produção nacional (SOB, 2005).

No Brasil, a cebola destaca-se ao lado da batata e do tomate como as olerícolas economicamente mais importantes tanto pelo volume produzido, como pela renda gerada. A sua produção ocorre nas regiões Sul (Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul), que contribui com 674.880 toneladas da produção nacional, Sudeste (São Paulo e Minas Gerais), com 252. 242 toneladas e Nordeste (Pernambuco e Bahia), com 200.538 toneladas (IBGE, 2006). A cebolicultura nacional sempre foi uma atividade praticada principalmente por pequenos produtores e a sua importância sócio-econômica fundamenta-se não apenas em demandar grande quantidade de mão-de-obra, contribuindo na viabilização de pequenas propriedades, como, também, em fixar os pequenos produtores nas zonas rurais, reduzindo desse modo a migração para as grandes cidades (BRASIL, 1997).

2.2. Hospedeiros suscetíveis a *Phytophthora* spp.

São várias as culturas que sofrem danos econômicos causados por *Phytophthora* spp. A acácia-negra (*Acacia mearnsii* Wild.) é uma delas. Essa planta é de origem australiana, cultivada no Brasil, especialmente no Estado do Rio Grande do Sul, para diversos fins, tais como a fabricação de papel e celulose e a produção de chapas de aglomerados, de carvão e de lenha (FLEIG, 1993). Os prejuízos na produção dessa cultura vêm sendo apontados por uma doença mais conhecida por gomose. Essa enfermidade tem como agente etiológico descoberto, recentemente, a *Phytophthora nicotianae* van Breda de Haan var. *parasitica* (Dastur) Waterhouse (SANTOS et al., 2005). Os principais sintomas nessa planta são as lesões que ocorrem a partir da região do colo para porções superiores do tronco, caracterizado por lesões necróticas na casca, de tamanhos variados e com exsudação ou não de goma (SOTTA et al., 1994).

Dentre as doenças fúngicas da citricultura, o tombamento, por gomose e a podridão do pé e das raízes, ambas causadas por *Phytophthora* spp., são as de maior importância econômica. A presença da gomose é verificada praticamente em todo território brasileiro. As espécies mais comuns são *Phytophthora nicotianae* e *P. citrophthora*, apresentando danos em diferentes fases fenológicas da planta (FEICHTENBERGER et al., 1997). Entre os principais sintomas que denunciam a presença do patógeno na cultura, segundo FEICHTENBERGER (2001), é a presença de escurecimento seguido de morte de pequenas regiões da casca do caule, com liberação de exsudato. O pesquisador ressalta ainda, que, dependendo das lesões, a planta pode sofrer danos irreparáveis, devido à destruição do floema, restringindo o fluxo de seiva elaborada da copa para o sistema radicular, o que ocasiona a morte da planta.

Com relação a cebola, o primeiro registro da ocorrência de *P. nicotianae* no Brasil, foi na região produtora de Monte Alto-SP, em 2002 (BARRETO & SCALOPPI, 2004). Informações desse patógeno na cultura da cebola são bastante escassa no mundo todo. Porém, os principais sintomas encontrados na cebola em especial, para as

cultivares Mercedez, Princesa e Duquesa, por serem as mais cultivadas na localidade, são amarelecimento e murcha gradativa das folhas, principalmente nas horas de calor mais intenso, seguido de encharcamento dos bulbos com apodrecimento e morte da planta.

Há algumas situações em que os sintomas da doença não ficam evidentes no campo, mas após a colheita e armazenamento dos bulbos em condições viáveis para o fungo, há a expressão da doença e, consequentemente, depreciação do produto e inviabilização da sua comercialização. Esses sintomas foram confundidos inicialmente com algumas doenças que já ocorriam na região, como a podridão bacteriana da escama (*Burkholderia cepacia*) e podridão basal (*Fusarium oxysporum* f.sp. *cepae*) (BARRETO & SCALOPPI, 2004). Essa sintomatologia até o momento não havia sido assinalado em nenhuma área de produção de cebola de Norte a Sul do país, porém já se tinham informações de ocorrência em outros países (ERWIN & RIBEIRO, 1996).

De acordo com informações dos próprios agricultores e técnico da região, os prejuízos médios com a doença chegaram a 70%, e em alguns casos até perda total da produção.

O gênero *Phytophthora* assim como a maioria dos oomicetos, são epidemiologicamente únicos por causa da sua habilidade de rápido desenvolvimento, tanto no solo quanto na área foliar das plantas, quando as condições meteorológicas são favoráveis ao seu desenvolvimento (ERWIN & RIBEIRO, 1996).

2.3. Etiologia

O gênero *Phytophthora* causa patogenicidade a várias espécies de plantas em todo do mundo. Esse patógeno causa sintomas de damping-off e podridão de raízes em plantas jovens e adultas, podridões de tubérculos, necrose em órgãos de parte aérea das plantas, incluindo podridões do colo, cancros e podridões de fruto em plantas anuais e arbóreas, e queima de folhagem e ramos jovens em culturas anuais (ERWIN & RIBEIRO, 1996).

Em 1989 uma comparação detalhada foi feita nas espécies *Phytophthora parasitica e P. nicotianae*, que culminaram com a conclusão que ambos os nomes estavam aplicados para uma única espécie. Como *P. nicotianae* o epíteto mais antigo, identificado em 1908, priorizou essa nomenclatura e todos os isolados de *Phytophthora parasitica* são agora identificados como *P. nicotianae*, embora muitos pesquisadores ainda estejam familiarizados com *P. parasitica* (BRASIER & HANSEN, 1992).

Atualmente, os fungos que apresentam a estrutura zoospórica são organizados em três reinos: Protistas, Fungi e Stramenopila (ALEXOPOULOS et al., 1996). O gênero *Phytophthora*, no caso, é enquadrado em Stramenopila, por apresentar parede celular constituída de celulose, fato esse que o retirou do reino Chromista, que antes o englobava (LUZ, 2001).

O gênero apresenta diversas estruturas vegetativas e reprodutivas, entre as quais incluem os micélios, esporângios, zoósporos, clamidósporos e oósporos. Os esporângios são esporos assexuais de forma geralmente globosa, que se forma nas hifas diferenciadas, denominadas esporangióforos. Os esporângios podem germinar formando tubos germinativos ou zoósporos (HICKMAN, 1970; MATHERON & MATEJKA, 1988). A característica básica da família *Pythiaceae*, a qual pertence os gêneros *Pythium* e *Phytophthora*, é a formação de esporangióforos (hifas especializadas formadoras de esporângios) pouco diferenciados do micélio vegetativo e com crescimento indeterminado (KRUGNER et al., 1995). Porém, uma característica que o diferencia dos demais fungos é a presença de zoósporos, que são esporos assexuais biflagelados, ausentes de parede celular, com um curto ciclo de vida, mas de suma importância no processo de disseminação (ERSEK et al., 1995). Esse gênero destaca-se ainda pela presença de Clamidósporos, que são esporos assexuais constituídos por uma parede celular espessa, conferindo capacidade de sobreviver e resistir as mais adversas condições do meio.

Existem, também, os oósporos que são esporos sexuais formados no interior de oogônios, com parede celular espessa com as mesmas características de resistência dos clamidósporos. Não está totalmente esclarecido seu papel no ciclo de vida do fungo, entretanto, essa estrutura pode contribuir para a variação genética, embora a

detecção de variações através de recombinação seja de ocorrência rara na natureza (ZENTMEYER & ERWIN, 1970; BRASIER, 1992).

O fungo pertencente à classe Oomicete e, salvo raras exceções, não apresenta quitina na sua parede celular. Os Oomicetes são caracterizados através da sua reprodução assexual, pela formação de zoósporos biflagelados, tendo um flagelo do tipo chicote e outro tipo tinsel, segundo descrição de ERWIN & RIBEIRO (1996). O talo dos oomicetes é micelial, bem desenvolvido, diplóide e esporo de repouso diplóide, de parede espessa, originário da fecundação do oogônio pelo anterídio (KRUGNER et al., 1995). As hifas colonizam as plantas secretando enzimas que destroem os seus tecidos, provocando os diferentes sintomas típicos da doença. Na medida em que a colonização avança, esporângios começam a ser produzidos e novos zoósporos são liberados, fechando-se o ciclo assexual. O ciclo sexual ocorre com a produção de oósporos, cujo papel principal é assegurar a sobrevivência do fungo no solo (FEICHTENBERGER, 1990).

2.4. Infecção e sintomatologia

Os fungos do gênero *Phytophthora* podem infectar vários órgãos de plantas em diferentes estádios de desenvolvimento. Em cítrus, os danos podem ocorrer ainda nas sementes, infectando-as antes de sua completa germinação, provocando podridão seguida de morte das mesmas (TIMMER & MENGE, 1988; FEICHTENBERGER, 1990; GRAHAM et al., 1998).

Em cítrus normalmente a infecção de *Phytophthora nicotianae* nas plantas ocorre através dos zoósporos, que são liberados quando há presença de água abundante. Os zoósporos migram para a zona de elongação das raízes ou são atraídos por substâncias exsudadas de ferimentos nas mesmas (TIMMER & MENGE, 1988). Na superfície das raízes ou de outros órgãos, os zoósporos germinam e produzem hifas que infectam os tecidos suscetíveis. Esses esporos também podem encistar, e dessa forma, permanecer viáveis no solo por longos períodos (FEICHTENBERGER, 2001).

Na ausência do hospedeiro o fungo sobrevive saprofiticamente em restos culturais ou permanece dormente no solo, através de seus esporos. Em condições favoráveis de ambiente na cultura de cítrus, o oósporo germina, produzindo um tubo germinativo. O tubo germinativo pode infectar a planta ou estabelecer contato com ela, após penetração direta através da superfície do órgão suscetível. Pode, também, ao invés de causar infecção diretamente, dar origem a um esporângio. Nesse caso, a infecção dar-se-à através dos zoósporos produzidos a partir desse. Os zoósporos, ao serem liberados a partir do esporângio, nadam em direção ao hospedeiro, atraídos por exsudatos. Ao perdem os flagelos em contato com a superfície da planta, encistam-se e germinam, penetrando, logo em seguida, diretamente nos tecidos da planta (FEICHTENBERGER et al., 1997).

Na cultura da cebola, a *Phytophthora* é pouco comum, porém sob condições de excesso de umidade no solo, essa pode se tornar altamente destrutiva. A doença pode ocorrer em pré e pós-emergência. Em pré-emergência causa podridão das sementes. Enquanto que na pós-emergência, os sintomas mais comuns ocorrem logo após a germinação, com encharcamento e necrose dos tecidos na região da base das plântulas (colo), provocando afinamento, tombamento e posterior apodrecimento (REIS, et al., 2004). As plântulas mais desenvolvidas, quando afetadas, apresentam amarelecimento, paralisação de crescimento e murcha. Uma das principais características dessa doença no campo é o aparecimento de sintomas em plantas na forma de reboleiras, ou seja, plantas doentes em um local específico no campo (FERREIRA, 2000).

Nas folhas da cebola, os sintomas de *Phytophthora* começam com pequenos pontos de forma irregular. Em poucos dias, esses pontos se expandem, circundando a folha e causando uma infecção sobre o tecido, que acaba murchando. Com o progresso da infecção, tecidos sadios são invadidos, chegando a matar as folhas (EXTENTO HAWAII, 2005).

Em plantas em estádios de desenvolvimento mais adiantado, observa-se um engrossamento no “pescoço”. Ao serem apertados, percebe-se uma murcha ou flacidez bem característica (SÃO PAULO, 2004).

Esse patógeno (*Phytophthora)* é considerado muito importante por não apresentar especificidade de hospedeiros, portanto, a doença de uma planta pode espalhar para plantas adjacentes de outras espécies. O fungo produz esporângio, podendo germinar diretamente ou liberar aproximadamente 20 zoósporos. Ambos os tipos, esporângio e zoósporo, germinam e penetram nas folhas da cebola, causando doença (EXTENTO HAWAII, 2005).

O esporângio precisa estar em condições de umidade adequada para germinação ou liberar zoósporo. Gotas de chuva ou da água de irrigação são necessárias para deslocarem os esporos das plantas infectadas para próximo das plantas saudáveis. Os zoósporos podem se locomover em poças d'água, sistemas de valas de drenagem de irrigação, chegando a infectar plantas distintas do lugar original da doença (ERWIN & RIBEIRO, 1996).

2.5. Índice de agregação

A caracterização de agregação entre os organismos está relacionada diretamente com fatores bióticos e abióticos, que nem sempre apresentam condições efetivas de favorecimento a todos os seres existentes no mesmo lugar. Porém, a existência de flexibilidade no ambiente, propicia um desenvolvimento diferenciado pela condição intermediária e que contribui diretamente ao equilíbrio dos demais indivíduos (MARGALEF, 1980; ODUM, 1985).

A forma de distribuição espacial apresentada pelo patógeno quanto à dispersão, quer seja regular, aleatória ou agregada, pode auxiliar na escolha da melhor forma de preparo de solo para implantação de uma cultura, visando redução de perdas causadas por diferentes agentes biológicos. Todavia, quando houver detecção da forma da distribuição do patógeno, o processo de controle torna-se mais prático, eficiente e com menores custos (SILVA et al., 2000).

A utilização de índices de dispersão apropriados para dados de incidência, vem de forma gradual, ocupando espaço na literatura fitopatológica (GOTTWALD et al., 1995; MADDEN et al., 1995). Apesar de muito usados, os índices de dispersão têm a

grande limitação, assim como o ajuste a distribuições discretas, de não levarem em conta a posição relativa de cada medida. Ou seja, as mesmas informações arranjadas de formas diversas, numa mesma área experimental, produziriam os mesmos resultados. Além disso, não podem ser usados para todos os tipos de dados (CAMPBELL & MADDEN, 1990). Porém, outro método baseado na correlação espacial, com sua origem em trabalhos realizados na área geológica (TRANGMAR et al., 1985) conhecida como geoestatística, vem despertando o interesse em ciências até então, não muito comum, como a Fitopatologia (CHELLEMI et al., 1988; CHELLEMI et al., 1991).

2.6. A geoestatística na fitossanidade

Os primeiros estudos com esse novo modelo matemático surgiram a partir de trabalhos com dados de mineração de ouro onde KRIGE (1951), concluiu que, as variâncias obtidas através da abordagem clássica de amostragem, não faziam sentido se não considerasse as distâncias entre as amostras. Portanto, MATHERON (1963), baseado nessas observações, desenvolveu a teoria das variáveis regionalizadas, definida como uma função espacial numérica, variando de um local para outro, apresentando continuidade aparente e cuja variação não pode ser representada por uma simples função matemática. A aplicação dessa teoria a problemas voltados para a geologia e mineração recebeu o nome de geoestatística.

A teoria da variável regionalizada é considerada a base dos fundamentos da geoestatística, e vem demonstrando resultados claros em todas as áreas aplicadas, que consideram a distância entre amostras necessárias para quantificar e representar a dependência espacial com estimativas mais precisa (CLARK, 1979).

Microorganismos não são distribuídos uniformemente em todo o ambiente, mesmo com tanta abundância. Dentro de um sistema biológico homogêneo pode-se ter agregações de organismos em vários espaços. O solo é particularmente heterogêneo, e isso surge como resultado da interação de uma série de processos biótico e abiótico, que afetam a sobrevivência microbiana diretamente (CASALE et al., 1995).

A geoestatística vem sendo empregada para melhor compreender o padrão espaço-temporal, na tentativa de gerar respostas mais condizentes sobre aspectos epidemiológicos de doenças nas plantas, devido ao padrão agregado do inóculo e da doença (CHELLEMI et al., 1988; LARKIN et al., 1995).

ALVES et al. (2006) caracterizaram dependência espacial e o padrão agregado de dispersão das epidemias para antracnose (*Colletotrichum lindemuthianum*) em sementes de feijão no modelo isotrópico esférico como também, para a ramulose (*Colletotrichum gossypii* var. *cephalosporioides)* em sementes de algodão no modelo gaussiano, em todas as épocas de avaliação. Diferentemente, CAMBARDELLA et al. (1994) observaram forte dependência espacial para antracnose em todas as épocas de avaliação, enquanto que, para a ramulose demonstrou dependência espacial moderada inicialmente, tornando-se forte ao final do ciclo da cultura.

Alguns resultados se mostram interessantes quando aplicados a microrganismos que interagem diretamente no solo. MILLER et al. (1997), em pesquisa feita na Universidade de Ohio, comparando a distribuição de *Phytophthora* spp. em campo para produção de soja, pimenta e feijão, observaram variação de dependência espacial do patógeno com relação as diferentes densidades do solo. Do mesmo modo, em ensaio realizado por JAIME-GARCIA et al. (2001), em área explorada com batata e tomate, avaliando a distribuição espacial de *Phytophthora* spp. demonstraram por meio da caracterização de padrão espacial, como agregado, pelo método baseado em mapas de krigagem.

FRANKLIN & MILLS (2003) utilizaram geoestatística para avaliar a comunidade bacteriana por meio de diferentes escalas em campo de trigo na Virginia-EUA, e os resultados indicaram uma variação no número de microrganismos ao longo da profundidade do solo analisado.

Por meio da teoria da regionalização e krigagem, estudos realizados para análise da distribuição espacial de vírus do mosaico africano (*African cassava mosaic vírus*, ACMV) da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz), demonstraram forte dependência espacial em relação à direção do vento (LECOUSTRE et al., 1989). Baseado nessa técnica, XIAO et al. (1997) através de mapas de Krigagem, avaliaram a distribuição

espacial de microescleródios de *Verticillium dahliae* no solo, assim como também, em plantas de couve-flor, relacionando os padrões de microescleródios e incidência de murcha. Para essas situações, os resultados demonstraram diferenças de agregação em todas as unidades amostrais. A mesma técnica foi empregada por REKAH et al. (1999) para analisar o desenvolvimento da incidência de *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici* em raiz de plantas de tomateiro, e concluíram que o patógeno se desloca de uma planta infectada para outra numa distância 1 a 4,5 m durante o período das chuvas.

3. MATERIAL E MÉTODOS

Os dados para realização do presente estudo foram obtidos a partir do levantamento em duas localidades (Jaboticabal e Monte Alto) ambas no interior do estado de São Paulo.

3.1. Caracterização da área experimental

A área em estudo está localizada no Departamento de Fitossanidade da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Universidade Estadual Paulista (UNESP), Campus de Jaboticabal, nas coordenadas geográficas: 21°15'22'' S latitude; 48°18'58'' W de longitude e com 595 m de altitude.

O clima que predomina na região é do tipo temperado mesotérmico, com temperatura média de 22°C, com inverno seco e verão chuvoso, com precipitação média de 1.424,6 mm anuais (RESENHA....2008). O solo da unidade experimental está assentado na classe Latossolo Vermelho-Escuro (EMBRAPA, 1997).

A área foi escolhida por se tratar de um campo onde já havia sido confirmada a existência do fungo *Phytophthora nicotianae* em ensaios nos anos anteriores. A unidade experimental corresponde a 335,5 m^2 (30,5 m x 11m) onde sempre foi mantido o cultivo de cebola com objetivo de assegurar no solo o inóculo do patógeno, presente para possíveis avaliações com cultivares de cebola.

Para avaliação da distribuição espacial do fungo na área, realizou-se o estudo no dia 12 de dezembro de 2005. Foram realizadas coletas de solo nos sete canteiros existentes na área, em pontos distintos, e confeccionado uma malha com dimensões 2,0 x 1,70 m, totalizando 98 unidades amostrais sistematizada em toda área (Figura 1).

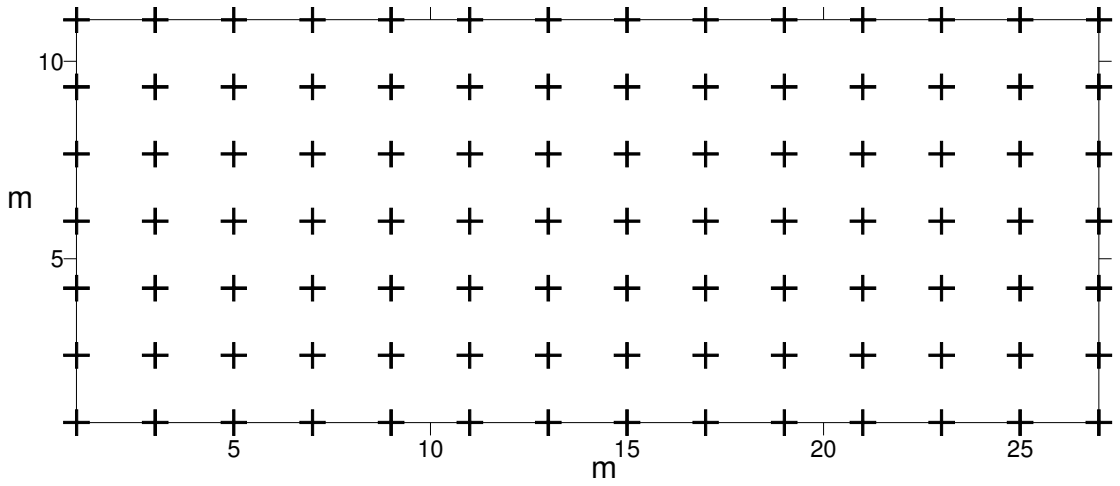


Figura 1: Esquema de amostragem dos pontos da área experimental.

3.2. Caracterização da área comercial

As amostras de solo da área comercial foram coletadas de uma única vez no dia 20 de abril de 2006, em uma área de 4,16 ha, de propriedade do senhor Antonio Donizete Fenerich, onde se cultiva sob a forma de rotação milho, feijão e cebola por mais de 10 anos. O solo pertence a uma faixa classificada como Latossolo Vermelho Amarelo de textura média, com camada superficial de textura arenosa e relevo suave a ondulado. A área fica localizada no município de Monte Alto-SP, 21° 10' S latitude; 48 ° 33' W longitude e altitude 735 metros.

De acordo com valores médios observados pela classificação de Koppen, o clima da região apresenta as mesmas características encontradas no experimento realizado no município de Jaboticabal.

A malha foi formada por 416 pontos de 10 m de comprimento por 10 m de largura, para uma área de 260 m x 160 m, totalizando 4,16 ha (Figura 2).

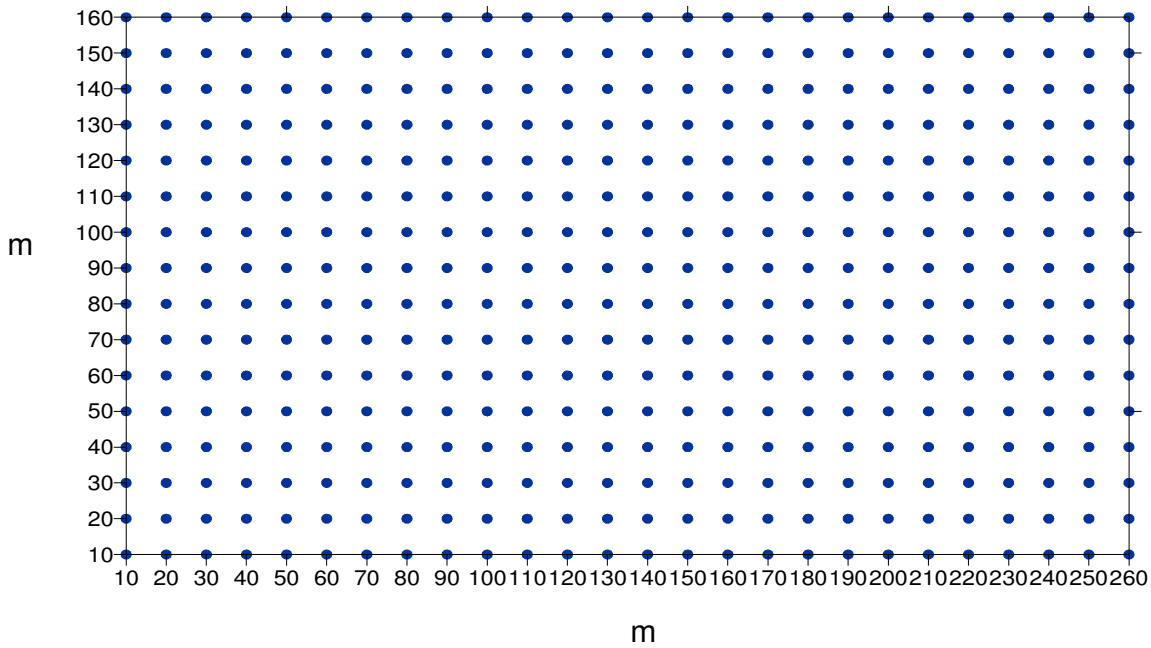


Figura 2: Esquema de amostragem dos pontos da área comercial.

3.3. Procedimento de coleta e análise do solo.

A avaliação para discos de limão colonizados na área experimental ocorreu a partir do dia 10 janeiro a 10 de fevereiro de 2006. Enquanto que na área comercial teve início no dia 24 de abril até 20 de julho de 2006.

Os dados empregados na geoestatística e índice de dispersão referem-se ao percentual do número de discos de folhas limão Siciliano (*Citrus limonum*) empregados como “iscas” na suspensão do solo, colonizados pelo patógeno em todas as amostras levantadas, ou seja, tanto da área experimental quanto da área comercial.

De cada ponto amostrado das áreas (experimental e comercial), foram coletados aproximadamente 500 g de solo, com auxílio de enxadão, a uma profundidade de até 10 cm. Porém, para as avaliações com os discos colonizados pelo patógeno na suspensão do solo, foram utilizados apenas 200 g deste. O procedimento de armazenamento das amostras no laboratório foram as mesmas para ambas as áreas. Ou seja, ao final da coleta, as amostras foram devidamente acondicionadas em sacos plásticos, identificadas, transportadas e analisadas no laboratório de Fitopatologia da

FCAV/UNESP, para avaliar a população de *P. nicotianae* do solo. Foi utilizada a metodologia adaptada e descrita por MATHERON & MATEJKA (1988), que consistiu da distribuição do solo coletado, em recipientes com capacidade volumétrica para 1000 mL, acrescentando ao mesmo tempo 400 mL de água para viabilizar o completo destorroamento. Em seguida, nos recipientes, contendo a suspensão do solo, foram distribuídos 30 e 50 discos de folha de limão Siciliano de 3 mm de diâmetro para área experimental e comercial respectivamente, que permaneceram flutuando, como "iscas", por um período de 72 h sob luz fluorescente branca e temperatura ambiente (Figura 3).

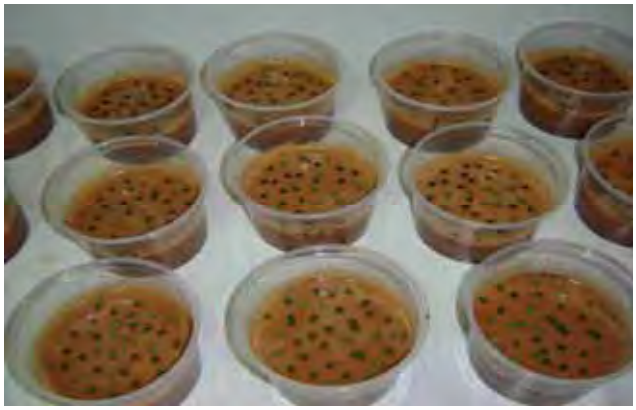


Figura 3: Suspensão do solo contendo discos de folhas de limão em período de incubação.

Ao final do período de incubação, todos os discos em todas as amostras expostos na suspensão do solo, foram avaliados anotando-se o número de disco que havia sido colonizado pelo fungo em uma planilha do Excel com as suas respectivas coordenadas (x, y), analisando-se sob microscópio óptico binocular, com as objetivas de alcance intermediárias entre 10x e 40x de aumento. Os resultados dessa quantificação foram empregados na determinação da existência ou não da dependência espacial do patógeno, por meio de semivariograma.

3.4. Avaliação de cultivares

Ao final do mapeamento do fungo na área experimental, através do geoprocessamento dos dados, os resultados serviram também, para avaliar o comportamento de 13 cultivares de cebola com relação à resistência ao patógeno. O experimento foi realizado no período de março a agosto de 2006. Diante da necessidade imediata dos produtores em encontrar uma nova cultivar que oferecesse resistência e aumento de produtividade, resolveu-se testar algumas cultivares até então não cultivada, com o intuito de apontar uma alternativa viável aos produtores da região. A semeadura da cebola foi feita em bandejas de Poliestireno expandido com 288 cavidades, preenchida com substrato comercial “Plantmax”. O transplantio das mudas foi realizado 35 dias após a semeadura para os canteiros. O sistema de irrigação empregado para o ensaio foi o de gotejamento, com disponibilização de água sempre na capacidade de campo. A adubação foi realizada aos 30 e 50 dias após o transplantio, em cobertura, aplicando-se a mistura de N-P-K na formulação 10-10-10 (70g m^{-2}) conforme a análise. Para o controle preventivo de pragas foram efetuadas 2 pulverizações com Methamidophos (TAMARON BR) com 30 mL/20 litros de água. O delineamento experimental empregado foi de blocos casualizados com quatro repetições, onde cada parcela consistiu de quatro fileiras de plantas com 2 m de comprimento e 1 m de largura (unidade experimental de 2 m^2), contendo 80 plantas por parcela, totalizando 104 m^2 de área total. Os tratamentos constituíram–se de 13 cultivares de cebola, as quais foram Dom Victor, BZ 21; Princesa, Taiko, Óptima, BZ 50, Mercedes, Sunset, Duquesa, Gobi, Sirius, Colina e Superex. As avaliações da incidência da doença foram semanais, do transplantio até a colheita, por meio de contagem direta de plantas mortas. No final do ensaio foi totalizado o número de plantas mortas em cada mês e o número total. Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F e teste de Scott Knott para comparação de médias a 1% de significância.

3.5. Avaliação de plantas mortas com geoestatística

Para complementar o estudo utilizou-se das amostras de solo da área comercial, onde o produtor para alcançar níveis consideráveis de produção realizava todas as técnicas agronômicas possíveis como: adubação, irrigação, correção de solo, aplicação de inseticidas, fungicidas, etc.

Parte do solo quantificado anteriormente quanto a presença do patógeno, por meio de iscas de limão Siciliano, foi distribuído aproximadamente do 200 g desse em copos descartáveis de volume aproximado de 1000 mL. Em seguida os copos foram mantidos em casa de vegetação da FCAV-UNESP, visando avaliar o comportamento de mortalidade de plantas, e assim, empregar o sistema geoestatístico, ao qual foi submetido na proposta de trabalho. Na montagem desse ensaio, todos os copos foram identificados conforme o número amostrado na segunda área, realizado na área comercial de Monte Alto. Em seguida, foram transplantadas 5 mudas de cebola em cada copo, com as cultivares Mercedes e Duquesa consideradas suscetíveis a nível de campo.

Para a quantificação desse ensaio, ao longo dos meses de julho a setembro, efetuo-se a contagem de plantas mortas, e em seguida, confeccionou-se mapa de isolinhas.

3.6. Estudo sobre índices de dispersão

Os dados obtidos no ensaio realizado em área experimental infestados por *P. nicotianae*, foram empregados também, para calcular os índices de dispersão, com o intuito de entender melhor o comportamento de disseminação dos patógeno, e assim, compreender a tendência de mortalidade entre plantas vizinhas.

O índice de dispersão para o fungo foi determinado por meio da relação Razão variância/média; afastamento da aleatoriedade; índice de Morisita e Expoente *k*.

A relação Razão variância/média é um índice que serve para medir o desvio de um arranjo das condições de aleatoriedade.

$$I = \frac{s^2}{\hat{m}}$$

Onde, s^2 = variância e m= média.

Para essa condição, quando os valores são iguais à unidade indicam disposição espacial ao acaso ou aleatória; valores menores que a unidade apontam disposição espacial regular ou uniforme, e valores significativamente maiores que 1 mostram disposição agregada ou contagiosa (RABINOVICH, 1980).

O afastamento da aleatoriedade foi determinado através de teste de x^2 ao nível de 1% de significância. A hipótese nula foi a de que o padrão observado era aleatório e a hipótese alternativa a de que era agregado.

O teste de afastamento da aleatoriedade rejeita a aleatoriedade quando:

$$X^2 = I.(N-1) \geq X^2 (N-1 \text{ gl}, \alpha)$$

ou quando:

$$|d| = |\sqrt{2X^2} - \sqrt{2v-1}| \geq Z\alpha$$

onde: n = N -1 graus de liberdade; x^2 *(N -1 gl,* α *)* = valor da distribuição qui-quadrado com N-1 graus de liberdade ao nível α de probabilidade e Z_α = valor da distribuição normal padrão ao nível *a* de probabilidade (CAMPOS, 1983).

O índice de Morisita (I_d) tem a vantagem de ser relativamente independente da média e do número de amostras, sendo que, quando I_d= 1, a distribuição é ao acaso; quando I_d >1, a distribuição é do tipo contagiosa e quando I_d< 1, indica uma distribuição regular (SILVEIRA NETO et al. 1976). O índice de Morisita é dado por:

$$I_\delta = N \frac{\Sigma X^2 - \Sigma X}{(\Sigma X)^2 - \Sigma X}$$

Expoente *k* da distribuição binomial negativa. Quando os valores de *k* são negativos indicam uma distribuição uniforme e, quando são baixos e positivos (*k* < 2)

indicam uma disposição altamente agregada. Já valores de *k* variando de 2 a 8 indicam uma agregação moderada e valores superiores a 8 ($k > 8$) indicam uma disposição aleatória (ELLIOTT, 1979). A estimativa inicial dos valores de *k* foi feita pelo método dos momentos da distribuição e as suas estimativas foram obtidas pela seguinte fórmula:

$$\hat{k} = \frac{m^2}{s^2 - m}$$

3.7. Estudo sobre o semivariograma

O semivariograma é o método geoestatístico para diagnosticar a presença da correlação entre as unidades amostradas (DUARTE, 2000). Ao mesmo tempo, representa uma função de semivariâncias em relação às respectivas distâncias. A semivariância é definida como a metade da variância de diferenças entre observações de uma variável aleatória *Z*, separadas por uma distância *h*. Assim, valores baixos indicam menor variabilidade (maior similaridade).

É bem verdade que antes de prosseguir falando dos detalhes sobre a escolha do semivariograma correto, vale ressaltar que existe uma série de parâmetros que podem nos auxiliar a compreender melhor cientificamente, como mostra o esquema da Figura 4.

O semivariograma é caracterizado por três parâmetros: o efeito pepita (C_0), o patamar ($C_0 + C_1$) e o alcance (a). O esquema da Figura 4 apresenta as seguintes denominações:

Alcance (a): demonstra que à medida que a distância entre os pares analisados aumenta, a variabilidade tenderá a aumentar também até um determinado ponto, permanecendo constante. Essa distância onde o variograma atinge esse ponto é conhecida de alcance ou “range”.

Patamar (C+ Co): também denominado de “Sill” se caracteriza como sendo o ponto de variabilidade onde o variograma se estabiliza (TRANGMAR et al., 1985).

Variância Populacional (C_1): demonstra as diferenças espaciais entre valores de uma variável tomada em dois pontos separados por distâncias cada vez maiores.

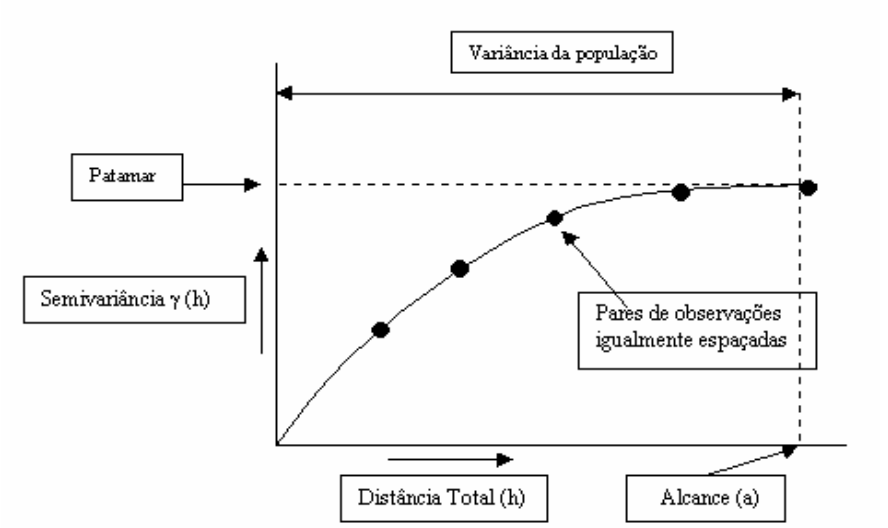


Figura 4. Esquema de um semivariograma experimental.

Efeito Pepita (C_0): a medida que h tende para 0 (zero), o Variograma $\gamma(h)$ se aproxima de um valor positivo chamado efeito pepita "nugget effect." O valor de C_0 revela a descontinuidade do semivariograma para distâncias menores do que a menor distância entre as amostras. Parte dessa descontinuidade pode ser também devida a erros de medição, que segundo (DELHOMME, 1978) é impossível quantificar qual contribui mais se os erros de medição ou variabilidade a uma escala menor do que aquela amostrada.

Todos os cálculos de geoestatística dependem do valor do modelo do semivariograma para cada distância especificada (VIEIRA et al., 1981). Por isto, se o modelo ajustado estiver errado, todos os cálculos seguintes também o estarão.

As analises realizadas através de semivariograma, gráfico que caracteriza a estrutura de dependência espacial da variável (ou variáveis) sob estudo, ou seja, o semivariograma é uma função que relaciona a semivariância com o vetor distância, podendo ser representada analítica e/ou graficamente, e pode ser estimado pela seguinte equação:

$$\hat{\gamma}(h) = \frac{1}{2N(h)} \sum_{i=1}^{N(h)} \{Z(x_i) - Z(x_i + h)\}^2$$

em que, $\hat{\gamma}$(h) = Semivariância estimada para cada distância (h), N(h) = é o número de pares de pontos separados por uma distância h, $Z(x_i)$ é o valor da variável regionalizada no ponto x e $Z(x_i+h)$ é o valor no ponto separados pela distância h. A função semivariograma permite gerar o gráfico da semivariância em função da distância (h), denominado de semivariograma experimental, o qual permite interpretar a continuidade espacial da variável regionalizada (VIEIRA et al., 1997).

Para se ter uma interpretação mais clara de um semivariograma, se faz necessário conhecer com quais são os valores que interessam para sua construção, que muitas vezes pode se mal interpretado quando se utiliza valores das variáveis aleatórias e não as diferenças entre tais valores separados por uma determinada distância.

De acordo com CAMBARDELLA et al. (1994), para mensurar a dependência espacial, esses autores propuseram os seguintes intervalos para avaliar a percentagem da semivariância do efeito pepita: ≤ 25% - forte dependência espacial; entre 25% e 75% - moderada dependência espacial e ≥ 75% - fraca dependência espacial, denominado de IDE (Índice de Dependência Espacial), que é calculado pela relação [C/(C0+C)].

3.7.1. Modelos de semivariograma

Conforme o comportamento do semivariograma, em função da distância, em que se atinge o patamar “range” os modelos podem ser assim representados: esférico, exponencial, gaussiano e os lineares com e sem patamar (GUERRA, 1988). Esses modelos com a presença de patamar são denominados de modelos transitivos.

Após a construção do variograma, o passo seguinte é ajustá-lo a um dos modelos matemático conforme detalha VIEIRA et. al. (1983).

a) Modelo Esférico

Sua formulação é dada por:

$\gamma(h) = C_0 + C_1 [3/2 (h/a) - 1/2 (h/a)^3]$ quando $0 < h < a$ e $\gamma(h) = C_0 + C_1$ quando $h > a$.

O modelo esférico é um dos mais empregados. É obtido selecionando-se os valores do efeito pepita (C_0) e do patamar (C_0 e C1). Posteriormente, passando-se uma reta que intercepte o eixo Y em C_0 e que seja tangente aos primeiros pontos próximos de h = 0. Essa reta cruzará o patamar à distância, a' = 2/3 a. Dessa forma, o alcance (a) será = 3 a'/2. O modelo esférico é linear até aproximadamente 1/3 de a (alcance).

b) Modelo Exponencial

Uma diferença fundamental entre o modelo exponencial e o esférico é que o exponencial atinge o patamar apenas assintoticamente, enquanto que o modelo esférico o atinge no valor do alcance. O parâmetro a é determinado visualmente como a distância, após a qual o variograma se estabiliza. Os parâmetros C_0 e C_1 para os modelos exponencial e Gaussiano são determinados da mesma maneira que para o esférico.

Sua formulação é dada por:

$\gamma(h) = C_0 + C_1 [1 - \exp(-3 h/a)]$ quando $0 < h < d$. Onde d é a máxima distância na qual o variograma é definido.

c) Modelo Gaussiano

Esse tipo de modelo é empregado com maior freqüência para condições extremamente contínua. Sua formulação é dada por:

$$\gamma\ (h) = C_0 + C_1 \{1 - \exp [-3\ (h^2/a^2)]\} \text{ quando } 0 < h < d$$

Muito semelhante ao exponencial, esse modelo atinge o patamar assintoticamente e o parâmetro *a* é definido como o alcance prático ou distância na qual o valor do modelo é 95% do patamar. O que caracteriza este modelo é o seu comportamento parabólico próximo á origem.

d) Modelo Linear

Segundo JOURNEL & HUIJBREGTS (1978), os modelos sem patamar correspondem a fenômenos com capacidade infinita de dispersão, para os quais, nem a variância dos dados, nem a covariância podem ser definidas. Estes modelos podem ser escritos assim:

$$\gamma\ (h) = C_0 + A.\ h^B, \text{ sendo } 0 < B < 2$$

O parâmetro B tem que ser estritamente maior que 0 (zero) e estritamente menor que 2, a fim de garantir que a função γ(h) tenha positividade definida condicional, ou seja, a fim de garantir que o variograma satisfaça a condição γ(h) > o e γ(-h) = γ(h).

3.8. Técnica de krigagem

Método de inferência espacial, o qual estima dados em pontos não amostrados a partir de pontos amostrados, considerando a estrutura de dependência espacial do fenômeno. Este método foi desenvolvido por Matheron na década de 60, e recebeu o nome de Krigagem em homenagem ao engenheiro de minas sul-africano Daniel G. Krige, que primeiro desenvolveu e implementou nessa fórmula de inferência em 1951. De acordo com ISAAK & SRIVASTAVA (1989), existem vários tipos de Krigagem: pontual, ordinária, universal, de blocos e outras. No início, esse método era direcionado apenas para questões de mineralogia, porém, a confiabilidade desse procedimento foi tanta, que acabou sendo adaptada para diversas áreas em campos afins.

3.9. Programas das análises geoestatística

Foram realizadas análises estatísticas descritivas convencionais dos dados (média, desvio padrão, coeficiente de variação e distribuição de freqüência), com uso de pacote estatístico variados. Entretanto, o programa mais empregado foi GEOESTAT, por oferecer inúmeras facilidades na formatação e elaboração gráfica. Na confecção de mapa de distribuição espacial das variáveis foi utilizado o programa SURFER 6.04 com Windows para facilitar o desenho dos mapas de isolinhas das informações obtidas no semivariograma.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Análise estatística descritiva

Na Tabela 1 estão apresentados os resultados estatísticos da área experimental e comercial, assim com também, em casa de vegetação em que foram quantificados através de percentagem de disco colonizados e mortalidade de plantas, de acordo com os procedimentos de amostragem empregados. Percebe-se que não houve uma simetria total entre as medidas de posição (média, máximo e mínimo) para as avaliações feitas nas diferentes localidades, demonstrando uma variação na distribuição e anormalidade dos dados. De acordo com FOLEGATTI (1996), essa condição não restringe o uso da geoestatística para análise e ajuste de semivariogramas. De um modo geral, nas condições em que foram avaliadas, o estudo apresenta condições ótimas na viabilização das técnicas geoestatísticas.

Analisando os resultados ainda da Tabela 1, observa-se uma pequena variação entre os dados da área comercial e os demais ambientes. Os maiores valores de coeficiente de variação (CV) foram observados para as condições de plantio em área comercial seguido de casa de vegetação, de 81,26% e 76,71%, respectivamente, mostrando grande variação na área amostrada. Diferentemente do observado para área experimental, onde o CV permaneceu com 38, 62%.

Para as três condições em que foram estudadas o comportamento da distribuição de *P. nicotianae*, se faz necessário relatar que em todas as condições, os dados demonstraram alguns valores discrepantes. Essa situação, segundo HOAGLIN (1992), demonstra que muitos desses valores são bastante diferentes da grande maioria encontrada. Sendo assim, muitas vezes tende a influenciar na confecção do variograma, e dessa forma, provocando conclusões equivocadas, segundo relatos de DIGGLE & RIBIERO JUNIOR (2000). Portanto, os valores muito discrepantes, em cada ambiente estudado, foram excluídos do banco de dados, para que não houvesse nenhuma influência nos variogramas apresentados.

Tabela 1. Análise descritiva em percentagem para discos de limão colonizados nas áreas e plantas mortas de cebola em casa de vegetação por *Phytophthora nicotianae*.

MEDIDAS	Área comercial	Área experimental	Casa de vegetação
Média	56[1]	23,33[2]	40,72[3]
Máximo	100	73,33	100
Mínimo	8	0	0
Desvio Padrão	21,6	18,73	31,23
Coeficiente de Variação	38,62	81,26	76,71

[1,2]Percentagens de discos de folhas de limão colonizados; [3]Número de plantas mortas.

4.2. Análise de índice de dispersão

Todos os valores levantados nos ensaios na área comercial e experimental, referente à percentagem de discos de limão colonizado pelo patógeno, bem como também, em casa de vegetação para percentagem de plantas mortas pelo fungo, encontram-se nas Tabelas de 1A a 5A do Apêndice.

A avaliação dos índices de dispersão realizada para percentagem de discos de limão colonizados com *P. nicotianae*, em área experimental tem relevante importância no que se refere à determinação dos modelos de distribuição espacial para organismos com característica flutuante as mudanças do meio em que ele se encontra interagindo. Esse comportamento também é uma característica do fungo *P. nicotianae*. Ao longo das avaliações estudadas para compreender tal comportamento, na área experimental onde se analisou de forma individual os sete canteiros existentes, quanto a presença do patógeno, pode se observar uma grande variação entre os valores de incidência para discos colonizados em todos os canteiros, conforme mostrada a Tabela 2.

Os índices de dispersão calculados na área experimental revelaram que a doença ocorreu em todos os canteiros de forma agregado, confirmando com os resultados observados por BRUHN et al. (1996) para o fungo *Armillaria* sp., em raiz de Pinus.

Observa-se que os resultados obtidos na razão variância/média apresentaram valores bem maiores que a unidade, para a incidência de *P. nicotianae*, em todos os

canteiros, o que caracteriza uma disposição totalmente agregado do fungo. Para os demais índices estudados, os valores da estatística $|d|$ e os X^2 se destacaram com significância a 1% em todos os canteiros, confirmando o comportamento de índices de agregação do fungo. Os valores para o índice de Morisita, também se percebe que em todos os canteiros amostrados da área experimental, foram superiores a unidade, e isto permite concluir que a colonização dos discos pelo fungo das amostras de solo oriundas desses canteiros, apresenta uma distribuição totalmente agregada.

O comportamento do parâmetro K da distribuição binominal negativa apresenta valores que vão de 5,4018 a 40,8960. Analisando os canteiros isoladamente, percebe-se que há uma pequena variação para a percentagem de discos colonizados em folhas de limão na área experimental. Para melhor entender essa diferença, POOLE (1974) diz que os valores de K podem variar de zero a infinito. Em cima dessa dedução matemática, o autor afirma que quando K tende a infinito, caracteriza uma disposição aleatória, ao passo que valores menores que 8 demonstra uma disposição agregada.

Entre os canteiros avaliados com relação a colonização dos discos pelo fungo dentro do parâmetro K, apenas o canteiro V se comportou de forma agregada, assim como também, na sua totalidade Tabela 2. Esse resultado específico para o canteiro V, deve ter sido influenciado pelo baixo valor da incidência do fungo na média em relação aos demais amostrados, condição observada por REYNA & CARRILO (1971) em análise biológica. O fato dessa agregação existir, é possível graças a alguns fatores encontrados na localidade antes das avaliações para tal, entre eles, podemos citar: a) maior disponibilidade do inóculo, uma vez que as plantas existentes na área, com sintoma da doença, eram sempre mantidas para oferecer uma condição favorável ao fungo está presente na área; b) presença de plantas suscetíveis ao patógeno e c) volume de água superior a necessidade das plantas.

Tabela 2: Médias, variância, razão variância/médias, índice de Morisita, teste-qui-quadrado, estatística de parâmetro K para percentagem de discos colonizados por *Phytophthora nicotianae* em área experimental com canteiros.

	Razão Variância /Média					Índice de Morisita	Param. K
Canteiros	$\hat{M}$	s^2	S^2/m	X^2	$\lvert d \rvert$	I_σ	Dist. Binomial Neg.
I	37,8571	72,9011	1,9256	25,0339	2,0758**	1,0227	40,8960
II	73,8571	368,9011	4,9947	64,9323	6,3958**	1,0503	18,4883
III	51,1428	309,3626	6,0489	78,6368	7,5408**	1,0918	10,1293
IV	59,5714	304,7253	5,1152	66,4988	6,5324**	1,0642	14,4756
V	34,0000	248,0000	7,2941	94,8235	8,7712**	1,1722	5,4018
VI	62,1428	234,1319	3,7676	48,9793	4,8974**	1,0414	22,4533
VII	73,5714	311,4945	4,2339	55,0407	5,4919**	1,0408	22,7500
Total	**56,0204**	**264,2166**	**4,7686**	**61,9922**	**26,3222****	**1,1294**	**7,6361**

$\hat{m}$= média; s^2= variância; s^2/m= variância/média; $\lvert d \rvert$= teste de afastamento; I_σ= índice de Morisita. **Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

4.3. Análise geoestatística

O emprego da estatística para avaliar o comportamento de seres biológicos, tem por base somente auxiliar nas interpretações dos dados. Em se tratando deste estudo, seu uso está notadamente voltado para entender o grau de agregação do patógeno em diferentes condições de crescimento.

A partir das informações prévias dos dados estatísticos, referentes às variáveis de cada área amostrada, empregou-se a análise variográfica, que permitisse alcançar maiores informações do grau de continuidade assim com também, todas as características qualitativas da regionalização. Para isso, se fez uso de semivariograma por meio de análise em geoestatística. A dependência espacial e o padrão agregado de dispersão das infestações do fungo ficaram claramente observados através do modelo de semivariograma isotrópico esférico para as avaliações feitas na área comercial, com

dados referentes a percentagem de discos de limão colonizado pelo fungo, bem como também, para a mortalidade de plantas em casa de vegetação, mostrado na Tabela 3.

O modelo efeito pepita puro demonstrado para as avaliações feitas na área experimental, indica, segundo TRANGMAR et al. (1985), não existir correlação espacial entre amostras para as distâncias empregadas.

Tanto para condição de área comercial como para casa de vegetação, demonstraram forte dependência espacial, conforme critérios adotados por CAMBARDELLA et al. (1994) comparando a relação efeito pepita/patamar (REPP). Essa baixa relação (Tabela 3) sugere uma grande continuidade espacial, demonstrando uma menor variância e maior confiança na interpolação dos dados, corroborando com afirmação de VIEIRA (2000).

Percebe-se que para as distintas condições de avaliação deste estudo, que houve variações com redução entre os alcances para área comercial e casa de vegetação, com valores de 71 e 65 metros, respectivamente. Essa diferença entre ambas situações, área comercial e casa de vegetação, é possível entender já que em condição de ambiente protegido, as plantas se encontram em menor área de exploração, enquanto que a nível de área comercial há um crescimento do progresso espacial do fungo no solo, com o passar do tempo, devido ao aumento da incidência e severidade da doença e, também, do número de plantas doentes, tornando-se mais uma fonte de inoculo potencial. Observa-se ainda na Tabela 3, para as duas condições que apresentaram dependência espacial, que o coeficiente de determinação R^2 apresentou valores acima de 99% tanto para área comercial como para casa de vegetação, significando que essa percentagem representa a variabilidade existente nos valores da semivariância estimada e que são compreendidas pelo modelo ajustado.

Na mesma Tabela 3 encontram-se também os parâmetros dos modelos variográficos ajustados para as diferentes condições encontradas no estudo, as variações do efeito pepita relativo (E) e a razão (K). O parâmetro do modelo esférico para as avaliações realizadas na cultura explorada em área comercial, demonstra um distribuição do fungo (*P. nicotianae*) do tipo agregada, com alcance de 71 metros, e um efeito pepita relativo (E) de 0,7, caracterizando uma aleatoriedade muito baixa para os

padrões descrito por ROYLE (1977). Para a razão em (K), o valor demonstrado é que 41% da variação das amostras nesse estudo se apresentam aleatoriamente.

As avaliações feitas por meio da quantificação do número de plantas mortas, em casa de vegetação, também demonstrou um comportamento agregado, com alcance de 65 metros. O efeito pepita relativo foi de 3,1, expressando aleatoriedade. O alcance é um parâmetro importante no estudo do semivariograma, pois é ele que indica a zona de influência de uma amostra, ou seja, define a distância máxima até onde um valor de uma variável possui relação de dependência espacial com o seu próximo (GUERRA, 1988). Para o resultado da razão nessa, demonstrou que existe 75% de variação amostral com aleatoriedade.

De forma geral, neste estudo, por mais distante que se apresente as unidades amostrais, sempre irá haver variabilidade para estas condições. O parâmetro R^2 ilustra o coeficiente de correlação da validação cruzada. Assim, quanto maior o R^2, melhor foi o ajuste do modelo encontrado. Para essas condições, o melhor modelo que se ajustou para a variabilidade do fungo foi o esférico, conforme Tabela 3.

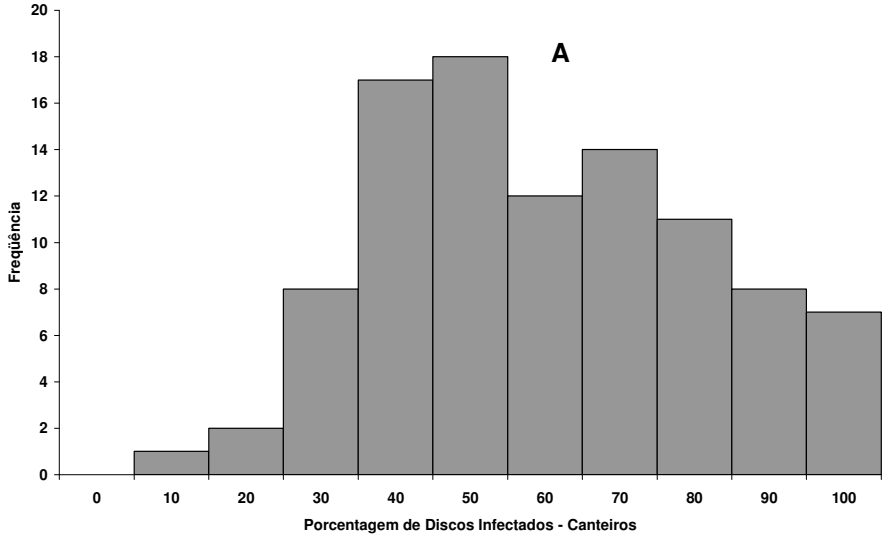
Tabela 3. Modelo e seus parâmetros da análise geoestatística para percentagem de discos colonização e plantas mortas por *Phytophthora nicotianae* nas áreas.

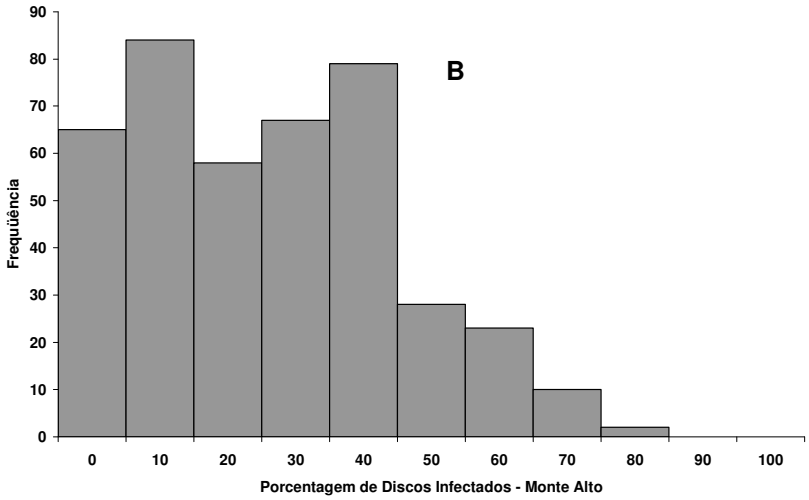
ÁREAS	**Parâmetros**			**[4]R^2 (%)**	**Modelo**	**[5]$E= C_o/C_1$**	**[6]$K= C_o/ (C_o + C_1)$**
	[1]C_o	**[2]C_1**	**[3]*a***				
Experimental	481	0	0	---	[1]E.P.P*	---	1
Comercial	126	180	71	99,95	Esférico	0,7	0,41
Casa vegetação	1,86	0,6	65	99,84	Esférico	3,1	0,75

[1]E.P.P. – Efeito Pepita Puro; [2]Patamar; [3]Alcance; [4]Coeficiente de determinação; [5]Efeito Pepita Relativo; [6]Razão K.

De acordo com os histogramas de freqüência (Figura 5A), para o número de discos colonizados de limão pelo fungo em área experimental, os resultados demonstraram simetria dos dados muito discreta, e com baixa dispersão dos valores. Pôde-se verificar que a maior concentração de colonização dos discos ocorreu para as

freqüências de 16 e 18, com valores de 40% e 50%, respectivamente. Com base nesses dados apresentados pelo histograma de freqüência, percebe-se claramente uma distribuição suavemente uniforme de infecção em toda área. Essa distribuição suavemente uniforme de colonização dos discos em toda a área experimental, vai de encontro com os dados do índice de dispersão do parâmetro K que relata uma aleatoriedade do fungo no solo. Pode-se observar na Figura 5B que os maiores valores de discos colonizados da área comercial de Monte Alto-SP, predominam com uma freqüência de 60% para os valores acima de 50% de ocorrência, com os dados se apresentando assimetricamente para a esquerda. Enquanto que para a mortalidade de plantas encontradas em casa de vegetação, demonstrou uma assimetria média, também para esquerda, com a maior freqüência observada de 20%, com valores percentuais de plantas acima de 55% (Figura 5C).





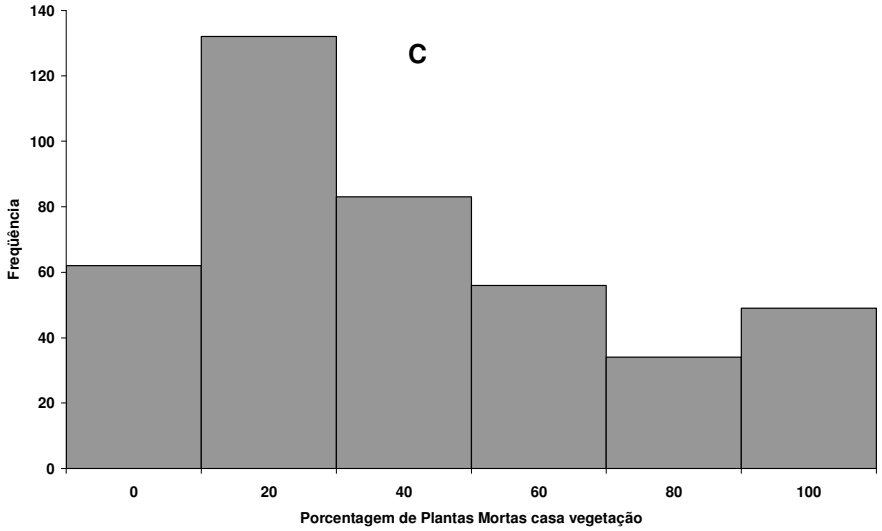


Figura 5. Histograma de Freqüência de *Phytophthora nicotianae* em áreas distintas: (A) Experimental (B) Comercial e (C) Casa de vegetação.

4.4. Quantificação do patógeno na área experimental

Nas avaliações realizadas através da contagem de discos colonizados, sob a forma de iscas para quantificação do fungo, em amostra de solo por *Phytophthora nicotianae*, na área experimental, pode-se perceber claramente que não houve dependência espacial do fungo ao longo de toda a área estudada. De acordo com

SINEGANI et al., (2004), essa situação caracteriza o modelo denominado efeito pepita puro, o que demonstra não ter havido correlação espacial entre as amostras avaliadas nas distâncias empregadas (Figura 6). Essa condição vai de encontro a afirmação de VIERA (2000) que, quando o semivariograma for constate e igual ao Patamar para qualquer distância, demonstra total ausência de dependência espacial.

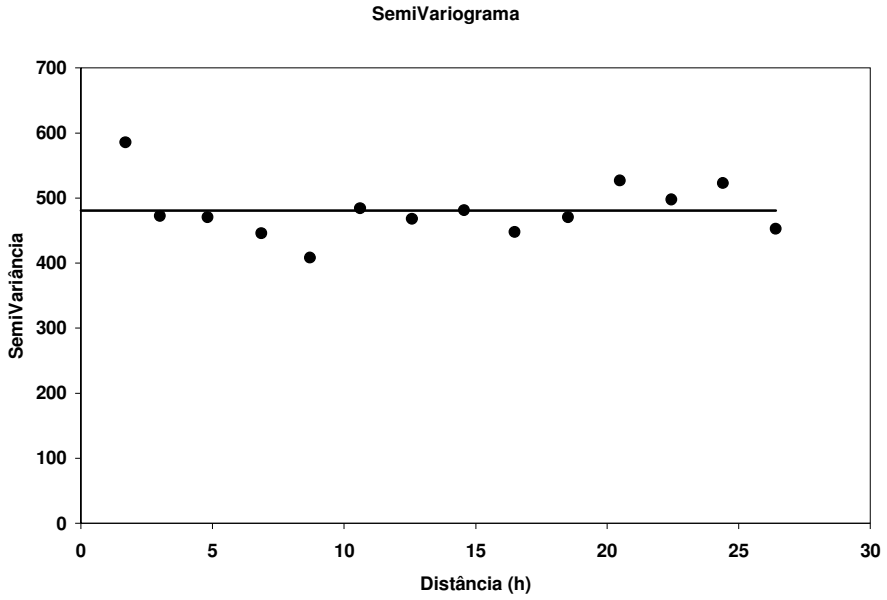


Figura 6. Semivariograma para a presença de *Phytophthora nicotianae* na área experimental em Jaboticabal.

Do ponto de vista biológico, caracterizou-se com um alto índice de infestação do fungo em toda área amostrada, uma vez que a área experimental foi inoculada em anos anteriores com o mesmo fungo para realização de outros trabalhos. Com isso, sempre foi mantida cultura hospedeira ao patógeno (cebola) com o intuito de garantir sua permanência na área. Assim sendo, é possível entender esse resultado por se tratar de um patógeno que apresenta alta capacidade de se manifestar em grande número de hospedeiros, segundo EXTENTO HAWAII (2005). Para tanto, se fez necessário à modelagem através do semivariograma, que vem possibilitar estimar por meio de interpolação dos valores da variável para locais não amostrados gerando mapa de

isolinhas com maior precisão, conforme explica QUEIROZ et al. (1999). Os resultados correspondentes aos valores no mapa, representados nos canteiros na área experimental, demonstram que nos sete canteiros estudados, todos apresentavam colonização dos discos pelo fungo com valores igual ou superior a 40% quantificados através da suspensão do solo. Analisando de forma isolada todos os canteiros empregados dentro da área, é possível observar valores entre 45 e 80% de atividade microbiana nos quatro canteiros da grade na parte inferior na área experimental (X: 3-23 m e Y: 2,55- 6,6 m) e, os menores valores na parte superior do mapa (Figura 7). Apesar da presença variada do número de discos colonizados pelo fungo entre os canteiros, essa variação não foi suficiente para expressar redução de mortalidade entre as cultivares de cebola testada (Tabela 4).

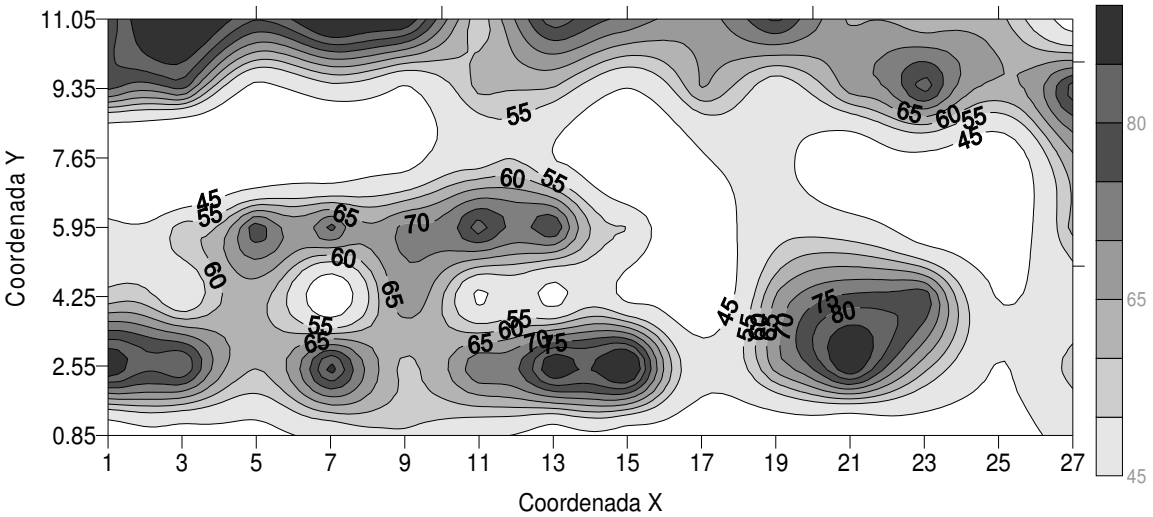


Figura 7. Mapa de isolinhas representando a distribuição espacial de incidência do fungo na área experimental.

Os maiores valores de incidência para discos colonizados pelo fungo nos canteiros da área experimental, foram observados nos quatro primeiros canteiros nas coordenadas (X: 1-27 m e Y: 0,85-5,95 m). É possível que tenha havido interferência de aptidão pelo hospedeiro (cebola), que se encontrava cultivado nesses canteiros da área experimental a aproximadamente vinte dias antes do estudo o que não aconteceu para os demais canteiros. Como se trata de um agente do tipo Oomiceto, com diversas estruturas vegetativas e reprodutivas, entre esses, zoósporos biflagelados,

consideradas as principais estruturas infectivas do fungo (HICKMAN, 1970; MATHERON & MATEJKA, 1988), provavelmente, esse deslocamento diferenciado entre os canteiros, tenha sido ocasionado pelo exsudato da cultura promovendo maior infecção. Outra hipótese, desses valores de colonização acentuados para alguns canteiros, pode ter sido favorecida diretamente pelo acúmulo de água empregada na irrigação. Em geral, a confecção do mapa de isolinhas, proporcionou uma localização entre os canteiros com incidência do fungo diferenciada. Como pode ser observado através da diferença de intensidade entre cores visualizadas no mapa da Figura 7, há existência em alguns canteiros a presença de focos isolados, o que sugere ter havido a colonização em diferentes pontos com o hospedeiro com aptidões diferenciadas, permanecendo assim no local através de inóculos por maior período.

Assim sendo, a disposição espacial do fungo, fornece subsídios para melhor compreender a etiologia e observar a eficiência do modo de dispersão gerando informações sobre a influência de diversos fatores do ambiente na dinâmica populacional do patógeno na cultura.

Dessa maneira, é possível direcionar diversas medidas de controle com maior eficiência. Mesmo não tendo sido demonstrado nenhuma dependência espacial do fungo para essas condições, os resultados serviram para dar continuidade ao trabalho no teste de 13 cultivares de cebola, na tentativa de serem apontadas as melhores que respondessem com resistência ao fungo sem perda de produção.

4.5. Avaliação das cultivares de cebola

Após ter sido feito o estudo da distribuição espacial na área experimental, pode ser observado ao final do ensaio, que nos dois primeiro meses (julho e agosto) de avaliações não houve diferença significativa entre as cultivares testadas (Tabela 4). Esse fato pode ser atribuído às baixas temperaturas neste período das avaliações, que ficaram em média em torno de 20 ^{0}C, quando se sabe que o patógeno tem preferência por temperaturas acima de 29 ^{0}C, segundo relato de BARRETO & SCALOPPI (2004).

A mortalidade de plantas em todos os canteiros da área experimental confirma a distribuição espacial uniforme do fungo ao longo de toda área já estudada por meio da geoestatística. Ao contrário dos meses subseqüentes, setembro e outubro os resultados foram significativos conforme análise de variância. Para o terceiro mês, correspondente a setembro, os tratamentos com as cultivares Mercedes e Princesa, diferiram estatisticamente dos demais, apresentando percentagem de mortalidade de plantas entre 45% e 43,5%, respectivamente. Essa baixa resistência ao fungo por essas cultivares mencionadas, confirma o que já tinha sido observado em campo de produtores da região, através de consultas realizadas no laboratório de Fitopatologia da FCAV-UNESP, entre os anos de 2002 a 2004, período de maior incidência do fungo na região.

Para o mês de outubro, apesar de diferenças significativas, o maior número de plantas mortas continuou sendo para as cultivares Mercedes; Princesa e Duquesa com valores bem abaixo visto no mês anterior (12%; 13,6% e 9,1%) respectivamente, conseqüência de queda na temperatura. Os resultados entre as cultivares demonstraram ter alguma resistência ao fungo ao longo do ensaio, no entanto, percebeu-se diferença entre essa suscetibilidade quando avaliado o número total de plantas mortas. As cultivares Mercedes e Princesa tiveram índice de mortalidade de plantas total superior a 64%, demonstrando serem altamente suscetíveis ao patógeno, seguido por Duquesa com 27,6%, que demonstrou suscetibilidade intermediária entre elas. As demais cultivares, com destaque para BZ50, apresentou a menor percentagem de plantas mortas total com 6,1%, caracterizando baixa suscetibilidade, porém não deferindo das demais cultivares (D. Victor, Colina, Óptima, Taiko, BZ21, Superex, Sirius, Gobi, Sinset) em termos estatístico (Tabela 4).

Portanto, se faz necessário realizar novos testes com as cultivares que apresentaram menor percentagem de plantas mortas, assim como também, com outras cultivares em períodos e localidades distintas. Aliando a utilização de cultivares, o controle da doença deve enfocar também técnicas de manejo mais apropriada para o solo, água, adubação, período de plantio, além do uso de defensivos adequados.

Tabela 4. Número médio/planta de cebolas mortas por *Phytophthora nicotianae,* em canteiros da área experimental em Jaboticabal.

Tratamentos	Avaliações Plantas mortas por *Phytophthora nicotianae*				
	Julho	**Agosto**	**Setembro**	**Outubro**	**Total**
Mercedez	2,0[1]a	1,8 a	6,0 a	3,1 a	7,2 a
Princesa	2,1 a	1,9 a	5,9 a	3,3 a	7,2 a
D. Victor	1,5 a	1,7 a	1,5 c	1,8 b	2,8 b
Colina	1,4 a	1,5 a	1,1 c	1,6 b	2,6 b
Óptima	1,5 a	1,9 a	2,3 b	1,8 b	3,4 b
Taiko	1,5 a	1,5 a	2,1 b	1,6 b	3,0 b
BZ21	1,6 a	1,5 a	1,3 c	1,4 b	2,4 b
BZ50	1,5 a	1,5 a	1,4 c	1,3 b	2,2 b
Superex	1,6 a	1,5 a	1,4 c	2,1 b	3,0 b
Sirius	1,7 a	1,5 a	2,7 b	1,5 b	3,5 b
Gobi	1,6 a	1,5 a	1,7 b	1,9 b	3,0 b
Duquesa	2,3 a	1,7 a	2,8 b	2,7 a	4,7 b
Sinset	2,0 a	1,7 a	1,3 c	2,1 b	3,3 b
F	0,88 ^{ns}	0,68^{ns}	19,54**	3,88**	11,48**
CV (%)	39,3	26,2	31,1	32,4	26,56

[1]Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem, entre si, pelo teste de Scott Knott a 1% de probabilidade. Dados transformados em $\sqrt{x+1}$.

4.6. Quantificação do patógeno no solo e em casa de vegetação

A Figura 8 mostra o semivariograma para a distribuição espacial de *P. nicotianae* ne solo oriundo da propriedade do Sr. Antonio Donizete Fenerich, localizada no município de Monte Alto. Para essa condição é necessário ressaltar que essa área vem sendo explorada a décadas com alternância de culturas milho, feijão e cebola. Essa condição não impediu que a população microbiana desse estudo fosse reduzida, ao contrário, viabilizou ainda mais o seu potencial de inoculo, uma vez que se trata de um fungo com alta capacidade de parasitar diferentes culturas e além de apresentar estruturas de resistência, conforme explica FEICHTENBERGER (1990). A alternância de culturas, como milho e o feijão, não foram suficientes para eliminar o potencial de inóculo de *P. nicotianae* na área, porque após o ciclo dessas culturas havia sempre o plantio da cebola, o que propiciava, novamente, a elevação do inóculo do patógeno na área comercial.

O semivariograma da Figura 8 mostra que a distribuição espacial de *P. nicotianae* em solo com plantio de cebola, se apresenta de forma agregada com um alcance de 71 metros. Distâncias maiores que 71 metros indicam amostras independentes.

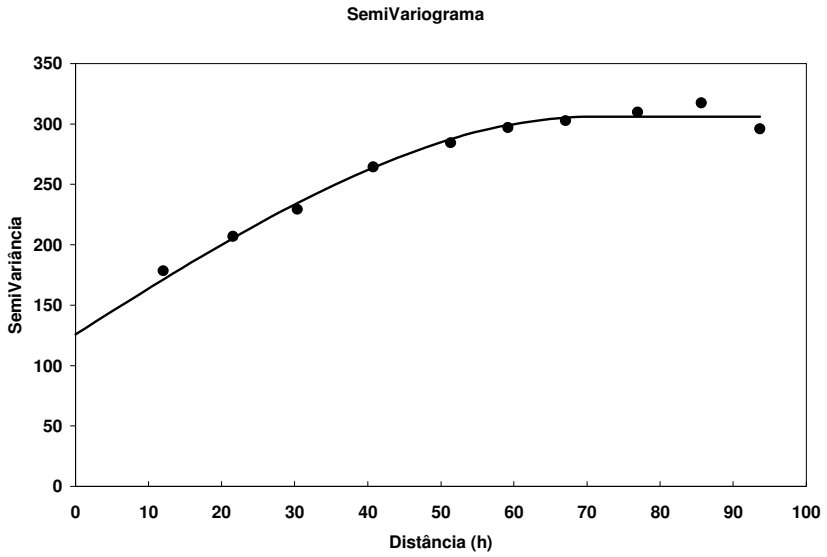


Figura 8. Semivariograma experimental e modelo ajustado para a presença de *Phytophthora nicotianae* em área comercial em Monte Alto-SP.

Após essa avaliação dos dados, por meio do variograma ajustado, foi adotado o processo de Krigagem ordinária e estimação por meio de interpolação com confecção de mapas para a presença de *P. nicotianae*, no solo de área comercial, do município de Monte Alto-SP (Figura 9). O mapa reflete os valores observados individualmente nas unidades amostrais de toda área, demonstrando uma distribuição do fungo com alta infestação ao longo de toda área comercial, com percentagem média de 60% de infecção. Como não existe uma metodologia específica para o patógeno que aponte uma percentagem de sua presença para um determinado volume de solo que signifique risco de dano econômico, se faz necessário adotar diversas medidas de manejo do solo e culturais para reduzir possíveis prejuízos.

A presença do fungo no solo da área comercial, conforme evidenciado na Figura 9, especifica essa distribuição através da escala com intensidade diferenciada de cores,

onde os maiores valores obtidos de infecção nos discos de limão Siciliano, estão caracterizados pela cor cinza. A presença do fungo no solo alcançou percentagem acima de 70% nas proximidades da base do pivô central, que se encontra na parte inferior do mapa (X-Y: 10-260 m) presente em atividade na área durante os anos de exploração agrícola. Esse alto índice de infecção observado no mapa de Krigagem, confirma o que FEICHTENBERGER (2001) já havia relatado sobre o comportamento do patógeno, como sendo altamente exigente a uma condição de umidade no solo, e esse, é apontado como sendo uma das condições indispensáveis ao seu desenvolvimento e contaminação de uma área, uma vez que, essa condição lhe favorece não somente esporular, mas dispersar e infectar os tecidos de diferentes plantas hospedeiras.

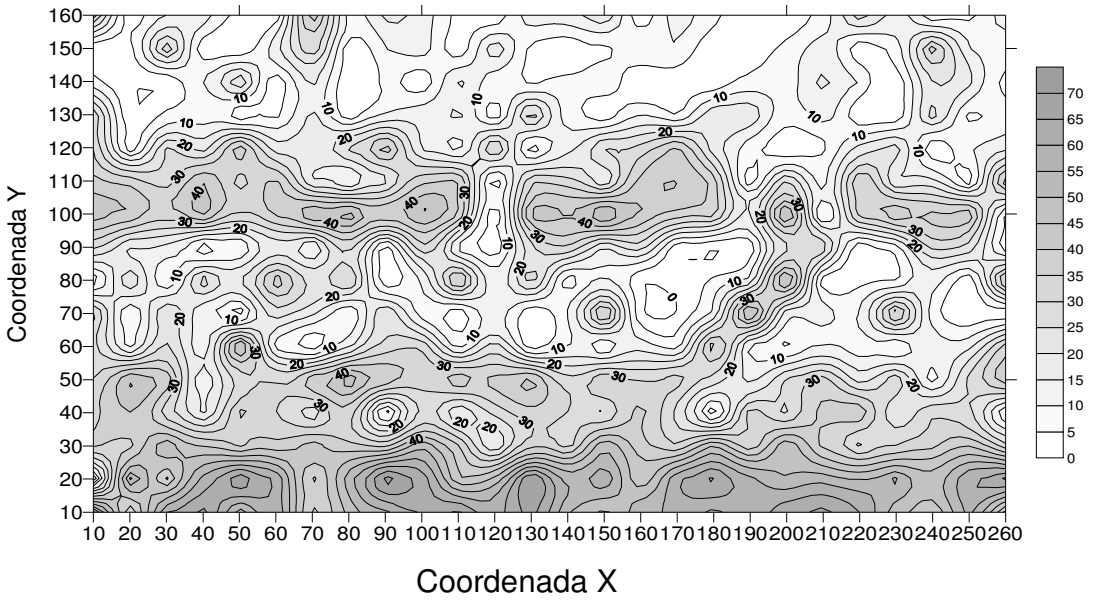


Figura 9. Mapa de isolinhas da distribuição espacial do fungo na área comercial de Monte Alto-SP.

O semivariograma para plantas mortas, em casa de vegetação, causada por *P. nicotianae*, durante todo o ciclo da cultura, está especificado na Figura 10, que ilustra um semivariograma de modelo esférico obtido pelo ajuste e os valores para parâmetro do modelo variográfico encontra-se na Tabela 3, caracterizando uma abaixa agregação com valor de k= 0,75.

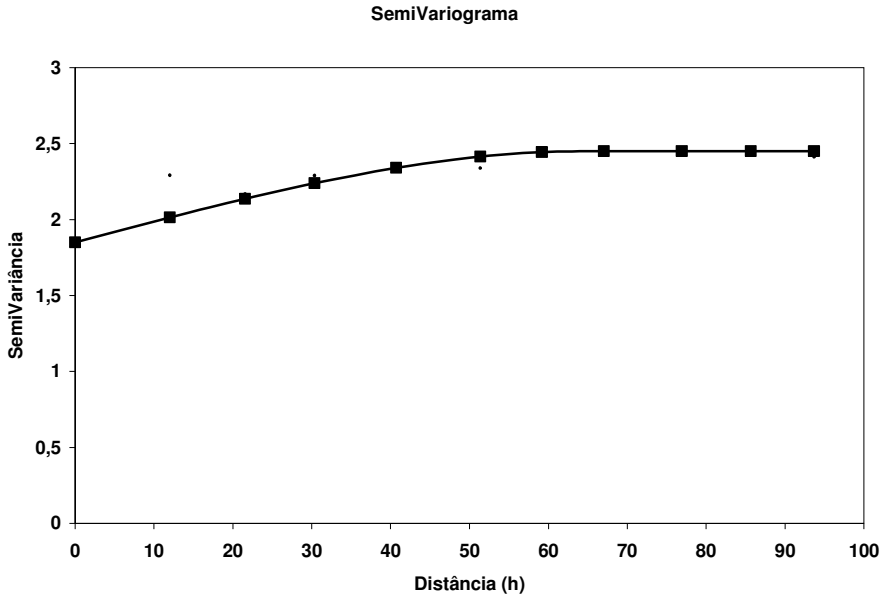


Figura 10. Semivariograma para plantas mortas, em casa de vegetação, causado por *Phytophthora nicotianae*.

Para melhor entender os resultados discutidos abaixo, o solo empregado para esse ensaio é o mesmo que foi feita análise explicada no texto acima, oriundo do município de Monte Alto.

O mapa de krigagem (Figura 11) mostra um aumento da mortalidade de plantas em todas as amostras de uma forma uniforme, porém, verifica-se um maior número de plantas mortas nas amostras retiradas próximas a base do pivô central na direção (X: 10-260 m e Y: 10-70 m), o que comprova o que já havia sido observado na Figura 9 com a infecção dos discos de limão Siciliano no solo. Ao mesmo tempo, percebe-se uma intensidade menor das plantas mortas na direção (X: 50-250 m e Y: 40-130 m).

As plantas apresentaram ainda, grande número de mortalidade na direção do centro das amostras para as coordenadas (X: 120-160 e Y: 80-140).

Assim como a maioria dos microrganismos de solo, que tem um comportamento de infestação em reboleiras, o fungo *P. nicotianae* não é diferente. Esse patógeno é favorecido por uma série de fatores, como a falta de cuidados com material empregado para produção, que muitas vezes não se respeita condições sanitários e de vigor, mas

sim de preço, tornando-se uma grande fonte de inóculo no campo de forma aleatória. Com o processo de reprodução do fungo, além da característica de mobilidade particular dos oomicetos, assim com também práticas culturais equivocadas, o seu período de expansão na área torna-se cada vez menor com prejuízos consideráveis para o produtor.

A necessidade de se conhecer o comportamento de distribuição do fungo na área demonstra que essa metodologia pode facilitar um programa de manejo do solo com maior precisão. Esse conhecimento também pode ser explorado para qualquer outra cultura que seja infectada por *P. nicotianae*. Aliado ao conhecimento do comportamento de distribuição do fungo no solo, é imprescindível também a necessidade de conhecer todo o ciclo biológico deste patógeno para uma melhor eficiência na adoção de medidas de manejo apropriadas.

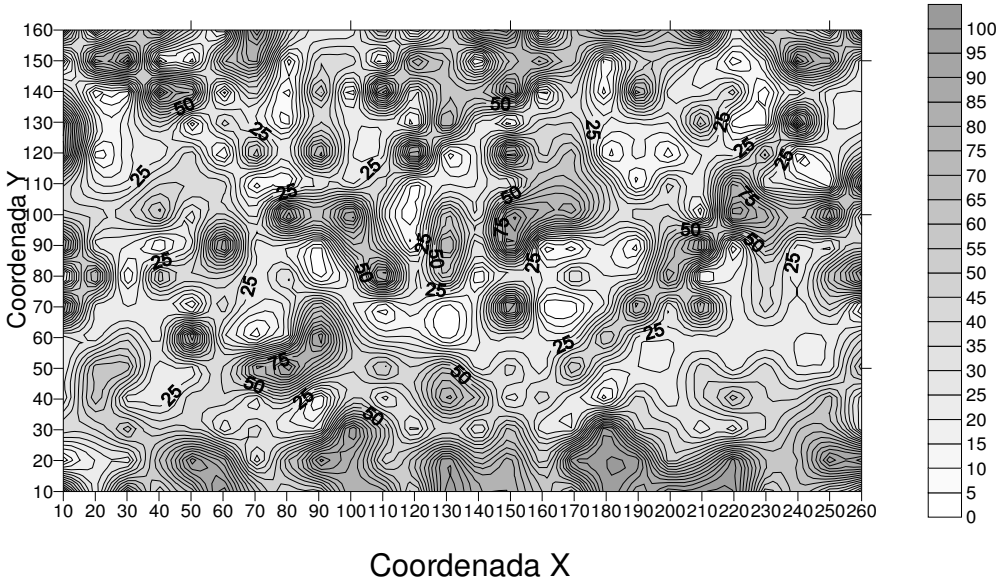


Figura 11. Mapas de isolinhas para percentagem de plantas de cebola mortas em condições de casa de vegetação.

As doenças causadas pelo gênero *Phytophthora* são responsáveis por perdas econômicas significativas a um grande número de plantas graças à diversidade de hospedeiros. Além da capacidade de infectar um grande número de plantas hospedeiras, as estruturas infectivas dessa espécie podem ser disseminadas por filete de água, respingo da água da chuva, o vento, movimento de pessoas na cultura ou pela

atividade de invertebrada, o que contribui consideravelmente para a manutenção do inóculo e dispersão do fungo na área.

Atualmente, é possível o plantio da cultura da cebola em áreas infestada por *P. nicotianae*. No entanto, nessas áreas há a necessidade de se adotar um conjunto de medidas preventivas e curativas, levando em consideração, principalmente a idade da planta e a forma de manifestação da doença.

5. CONCLUSÕES

- No solo dos canteiros da área experimental, *P. nicotianae* não apresentou dependência espacial e, também, demonstrou baixa agregação tendendo para aleatoriedade detectada por meio do índice de dispersão;

- Entre as cultivares testadas, nenhuma se mostrou resistente ao patógeno, mas dentre elas, as que apresentaram os melhores resultados foram as cultivares BZ 21, BZ 50 e Colina;

- Tanto no campo (discos colonizado) quanto em casa de vegetação (plantas mortas), a distribuição de *P. nicotianae* se apresentou agregada, com alcance de 71 e 65 metros respectivamente;

- A Geoestatística é mais uma ferramenta que irá auxiliar no manejo do solo com o intuito de controlar a doença, devido principalmente no conhecimento da distribuição e do potencial de inóculo do fungo no solo.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS

AGRIANUAL: Anuário da Agricultura Brasileira. **Cebola**. **FNP-Consultoria & Comércio**. São Paulo, 2006. p.251-254.

ALEXOPOULOS, C.J.; MIMS, C.W.; BLACKWELL, M.B. **Introductory mycology**. New York: John Wiley & Sons, 1996. p.868.

ALVES, M.C.; POZZA, E.A.; MACHADO, J.C.; ARAÚJO, D.V.; TALAMINE, V.; OLIVEIRA, M.S. Geoestatística como metodologia para estudar a dinâmica espaço-temporal de doenças associadas a *Colletotrichum* spp. transmitidos por sementes. **Fitopatologia brasileira**, Brasília, v.31, n.6, p.557-563, 2006.

BARRETO, M.; SCALOPPI, E.A.G. Ocorrência de *Phytophthora nicotianae* na cultura da cebola. **Fitopatologia Brasileira,** Gramado, v.29, n.2, p. 96-96, 2004. Suplemento.

BERGAMIN FILHO, A.; HAU, B.; AMORIM, L.; JESUS JUNIOR, W.C. Análise espacial de epidemias. Revisão Anual de Patologia de Plantas. In: VALE, F.X.R.; JESUS JUNIOR, W.C.; ZAMBOLIM, L. (Ed.) **Epidemiologia aplicada.** Belo Horizonte: Editora Perffil, 2004. p.193-240.

BISOGNIN, D.A. **Recomendações técnicas para o cultivo da batata no Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. Santa Maria, RS: Universidade Federal de Santa Maria, 1996. 64 p.

BOIENG, G. **Cebola**. Estudo de Economia e Mercado de Produtos Agrícolas. Florianópolis: Instituto CEPA-SC, 1995. 85p. BOIENG, G. **Fatores que afetam a qualidade da cebola na agricultura familiar catarinense**. Florianópolis: Instituto CEPA/SC, 2002. 88p.

BRASIER, C.M. Evolutionary biology of *Phytophthora*. Part I: Genetic system, sexuality and generation of variation. **Annual Review Phytopatology**. Palo Alto, v.30, p.153-171, 1992.

BRASIER, C.M.; HANSEN, E.M. Evolutionary Biology of *Phytophthora*. Part II: Phylogeny, Speciation, and Population Structure. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v.30, p.173-200, 1992.

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Secretaria Executiva. **Programa de apoio e desenvolvimento da fruticultura irrigada do Nordeste**. Documento básico. Brasília: SPI, 1997. 98p.

BRUHN, J.N; MIHAIL, J.D.; MEYER, T.R. Using spatial and temporal patterns of Armillaria root disease to formulate management recommendations for Ontário's black spruce (*Picea mariana*) seed orchards. **Canadian Journal of Forest Research**, Ottawa, v.26, n.2, p. 298-305, 1996.

CAMBARDELLA, C.A.; MOORMAN, T.B.; NOVAK, J.M.; PARKIN, T.B.; KARLEN, D.L.; TURCO, R.F; KONOPKA, A.E. Fieldscale variability of soil properties in central iowa soils. **Soil Science Society of America Journal,** Madison, v.58, n.4, p. 1240-1248, 1994.

CAMPBELL, C.L.; MADDEN, L.V. **Introduction to plant disease epidemiology**. New York: J. WILEY, 1990. 532 p.

CAMPOS, H. de. **Estatística experimental não-paramétrica**. 4. ed. Piracicaba: Esalq, 1983, 263p.

CASALE, W.L.; MINASSIAN, V.; MENGE, J.A.; LOVATT, C.J.; POND, E., JOHNSON, E., GUILLEMET, F. Urban and agricultural wastes for use as mulches on avocado and citrus and for delivery of microbial biocontrol agents. **Journal of Horticultural Science**, v.70, n.2, p.315-352, 1995.

CHELLEMI, D.O.; ROHRBACH, K.G.; YOST, R.S.; SONODA, R. M. Analysis of the spatial pattern of plant pathogens and diseases using geostatistics. **Phytopathology**, St. Paul, v.78, n.22, p.221-226, 1988.

CHELLEMI, D. O.; SONONODA, R. M.; PELOSI, R. R.; COHEN, M. Temporal and spatial comparisons between epidemics of citrus blight and citrus tristeza virus. In: IOCV CONFERENCE, 11. 1991, Riverside… **Proceedings**. 1991. p.289-296.

CHUNG, Y.R.; HOITINK, H.A.H.; LIPPS, P.E. Interactions between organic-matter decomposition level and soilborne disease severity. **Agriculture, Ecosystems and Environment**. Ohio, v.24, n.3, p.83-193, 1988.

CLARK, I. **Pratical geoestatistics**. Essex: Applied science Publishers, 1979. 129p.

COSTA, N.D.; LEITE, D.L.; SANTOS, C.A.F.; CANDEIA, J.A.; VIDIGAL, S.M. Cultivares de cebola. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.23, n.218, p.20-27, 2003.

DEHNE, H.W.; OERKE, E.C. Impacts of diseases and disease control on crop production. In: H UTSON D.; MYAMAMOTO, J. (Ed.). **Fungicide activity**. Hamburg: JOHN WILEY & SONS, 1998. p.1-21.

DELHOMME, J.P. **Kriging in hydrosciences**. Fontainebleau: Centre D'Informatique Geologique. 1978. p.251-266.

DIGGLE, P.J.; RIBEIRO JÚNIOR, P.J. Model-based geostatistics. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE PROBABILIDADE E ESTATÍSTICA, 14, Caxambú, 2000. **Resumos,** Caxambú: Associação Brasileira de Estatística, 2000, p.192.

DUARTE, J.B. **Sobre o emprego e a análise estatística do delineamento em blocos aumentados no melhoramento genético vegetal**. 2000. 292f. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2000.

ELLIOT, J.M. Some methods of the statistical analysis of sample of benthic invertebrates. **Scientific Publications Freshwater Biological Association**. Ambleside, n.25, p.148, 1979.

ÉLSEK, T.; ENGLISH, J.T.; SHOELTZ, J.E. Creation of species hybrids of *Phytophthora* with modified host hanges by zoospore fusion. **Phytopatology**, St. Paul, v.85, n.11, p. 1343-1347, 1995.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa dos Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Manual de métodos de análise de solo.** 2. ed. Rio de Janeiro, 1997. 212p.

ERWIN, D.C.; RIBEIRO, O.K. *Phytophthora* **diseases worldwide**. St. Paul: The American Phytopathological Society, 1996. 562 p.

EXTENTO HAWAII. Damping-off of green onion seedlings leaf blight and rot of green onion. Disponível em: <http: /www.extento.hawaii.edu>. Acesso em: 20 jun.2005.

FAO-FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS PRODUCTION YEARBOOK, Rome. Disponível em: <http://www.fao.org>. Acesso em: 20 dez. 2005.

FEICHTENBERGER, E. Resistência de combinações varietais cítricas a fungos do gênero *Phytophthora*. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE CITRUS-PORTA-ENXERTOS, 1. 1990, Bebedouro. **Anais**... Jaboticabal: FUNEP, 1990. v.1. p.233-242.

FEICHTENBERGER, E; MULLER, G.W.; GUIRADO, N. Doenças dos citros. In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L.E.A.; REZENDE, J.A.M. (Ed). **Manual de fitopatologia**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1997. v.2, p.272-276.

FEICHTENBERGER, E. **Doenças incitadas por *Phytophthora* em citros**. In: Luz, E.D. M.N.; SANTOS, A.F.; MATSUOKA, K.; BEZERRA, J.L. (Ed). Doenças causadas por *Phytophthora* no Brasil. Campinas. Livraria e Editora Rural Ltda. 2001. p.283-342.

FERREIRA, M. D. Chegou o tempo da segmentação. In: **Agrianual:** anuário da agricultura brasileira. São Paulo: FNP, 1997. p.190-195.

FERREIRA, M.D. **Cultura da cebola**: recomendações técnicas. Campinas. Asgrow Vegetable Seeds, 2000. 36p. Folheto.

FILGUEIRA, F.A.R. Cebola: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. In: **Novo manual de olericultura**, Viçosa, MG: editora UFV, 2000. p.189-234.

FLEIG, F.D. **Análise econômica de sistema de produção com acácia-negra** (*Acacia mearnsii* de Wild.) **no Rio Grande do Sul**. 1993. 76f. Dissertação (Mestrado) Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 1993.

FOLEGATTI, M.V. **Estabilidade temporal e variabilidade espacial da umidade e do armazenamento de água em solo siltoso**. 1996. 84p. Tese (Livre - Docência) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1996.

FRANKLIN, R.B.; MILLS, A.L. Multi-scale variation in spatial heterogeneity for microbial community structure in an eastern Virginia agricultural field. FEMS **Microbiology Ecology**. Virginia, v.44, n.3, p.335-346, 2003.

GHINI, R.; KIMATI, H. **Resistência de fungos a fungicidas**. Jaguariúna: Embrapa meio ambiente, 2000. 78p.

GONÇALVES, A.O.; JANTÁLIA, C.P.; LEE, L.L.; ALBERGARIA, N.M.; RUAS, D.G.G. Aspectos da comercialização da cebola (*Allium cepa* L.). **CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E AGRÁRIAS**. Universidade Federal de São Carlos. Resumo. 1997.

GOTTWALD, T.R.; AVINENT, L.; LLACER., G. HERMOSO DE MENDOZA, A.; CAMBRA, M. Analysis of spatial spread of sharka (plum pox virus) in apricot and peach orchards in eastern Spain. **Plant Disease**, St. Paul, v.79, n.3, p.266-278, 1995.

GRAHAM, J.H.; TIMMER, L.W.; DROUILLARD, D.L.; PEEVER, T.L. Characterization of *Phytophthora* spp. Causing outbreaks of citrus brown rot in Florida. **Phytopatology**, St. Paul, v.88, n.7, p. 724-729, 1998.

GREIGSMITH, P. **Quantitative plant ecology**. 3. ed. Berkeley: University of California Press, 1983. 359p. (Studies in ecology, v.9).

GUERRA, P.A.G. **Geoestatística operacional**. Brasília: Ministério das Minas e Energia/ Departamento de Produção Mineral, 1988. 145p.

HICKMAN, C.J. Biology of *Phytophthora* zoospores. **Phytopatology**, St. Paul, v.60, n.7, p. 1128-1134, 1970.HOAGLIN, D.C. Letras-resumo: um conjunto de estatísticas ordinais selecionadas. In: HOAGLIN, D.C.; MOSTELLER, F.;TUKEY, J.W. (Ed.). **Análise exploratória de dados.** Técnicas robustas: um guia. Lisboa: Edições Salamandra, 1992, p.32- 58.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Indicadores conjunturais produção agrícola/agricultura, ano 2007**. Disponível em: <http://www.Ibge.gov.br>. Acesso em: 20 dez. 2007.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Indicadores conjunturais produção agrícola/agricultura, ano 2006**. Disponível em: <http://www.Ibge.gov.br>. Acesso em: 20 dez. 2007.

ISAAKS, E.H.; SRIVASTAVA, M. **An introduction to applied geostatistics**. New York: Oxford University Press, 1989. 560p.

JAIME-GARCIA, R.; ORUM, T.V.; GASTELUM, R.; CORREA, R.; VANETTEN, H.D.; NELSON, M.R. Spatial analysis of *Phytophthora infestans* genotypes and late blight severity on tomato and potato in the Del Fuerte Valley using geostatistics and geographic information systems. **Phytopathology**. México, v.91, n.12, p.1156-1165, 2001.

KRUGNER, T.L.; BACCHI, L.M.A. Fungos. In: BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIM, L. (Ed). **Manual de fitopatologia**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1995. v.1. p. 55-63.

KRIGE, D.G. **A statistical approach to some mine valuation and allied problems on the Witwatersrand,** 1951. Thesis, Magister Science Engineering-University of the Witwatersrand, Johannesburg, 1951.

LARKIN, R.P.; GUMPERTZ, M.L.; RISTAINO, J.B. Geostatistical analysis of *Phytophthora* epidemic development in commercial bell pepper fields. **Phytopathology**, Carolina do Norte, v.85, n.3, p.191-203, 1995.

LECOUSTRE, R.; FARGETTE, D.; FAUQUET, C.; REFFYE, P de. Analysis and mapping of the spatial spread of African cassava mosaic vírus using geostatistics and the kriging technique. **Phytopathology**, Orstom Adiopodoume, v.79, n.9, p.13-920. 1989.

LUZ, W.L. Classificação dos seres vivos para o novo milênio parte II- Classificação dos fungos. In: LUZ, W.C. (Ed.). **Revisão anual de patologia de plantas**. Passo Fundo: Ed. 2001. v.9, p.1-62.

MADDEN, L.V. Dynamic nature of within-field disease and pathogens distributions In: JEGER, M.J. (Ed.). **Spatial components of plant disease epidemics**. New Jersey: Prentice-Hall, 1989. p.159-176.

MADDEN, L. V.; HUGHES, G. Plant disease incidence: distributions, heterogeneity and temporal analysis. **Annual Review Phytopathology**, Palo Alto, v.33, p. 529- 564, 1995.

MARGALEF, R. **Ecología**. Barcelona: Ediciones Omega S.A. 1980. 961p.

MATHERON, G. Principles of geoestatistics**. Economic Geology,** El Paso**,** n.8, v.58, p.1246-66,1963.

MATHERON, M.E.; MATEJKA, J.C. In vitro activity of sodium tetrathiocarbonate on sporulation and growth of six *Phytophthora* species. **Phytopatology**, St. Paul, v.78, n.9, p.12348-1237, 1988.

MILLER, S.A.; MADDEN, L.V.; SCHMITTHENNER, A.F. Distribution of *Phytophthora* spp. in field soils determined by immunoassay. **Phytopathology**, Ohio, v.87, n.1, p.101-107, 1997.

ODUM, E.P. **Ecologia**. Rio de Janeiro: Interamericana, 1985. 434p.

POOLE, R.W. **An introduction to quantitative ecology**. New York: McGraw Hill, 1974. 525p.

QUEIROZ, J.E.; CRUCIANI, D.E.; LIBARDI, P.L. Variabilidade espacial da porosidade drenável de um solo de várzea, no município de Piracicaba, estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.3, n.2, p.135-139, 1999.

RABINOVICH, J.E. **Introducción a la ecologia de problaciones animales**. México: Continental, 1980. 313p.

REIS, A.; HENZ, G.P.; LOPES, C.A. Sistema de Produção de Cebola (Allium cepa L). Doenças e métodos de controle. Disponível em: http://www.cnph.embrapa.br/sistprod/cebola/doencas.htm. Acesso em: 10 fev. 2008.

REKAH, Y.; SHTIENBERG, D.; KATAN, J. Spatial distribution and temporal development of *Fusarium* crown and root rot of tomato and pathogen dissemination in field soil. **Phytopathology**, Rehovot, v.89, n.9, p. 831-839, 1999.

REYNA, R.R.; CARRILLO, A. Geración de la distribución binomial negative e interpretación biológica de sus parâmetros. **Agrociência**, Chapingo, v.6, n.2, p. 116-28, 1971.

Resenha meteorológico do período 1971-2000. Disponível em: http:// www.fcav.unesp.br/departamentos/ciênciasexatas/aract/estação/resenha 7100.htm. Acesso em: 03 mar. 2008.

ROBERTSON, G.P.; FRECKMAN, D.W. The spatial distribution of nematode trophic groups across a cultivated ecosystem. **Ecology**, California, v. 76, n. 5, p.1425-1432, 1995.

ROYLE, A.G. How to uso geoestatistics for ore reserves classificatins. **Word Mining**, v.2, n.1, p. 52-6, 1977.

SANTOS, A.F.; LUZ, E.D.M.N.; SOUZA, J.T. *Phytophthora nicotianae*: agente etiológico da gomose da acácia-negra no Brasil. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.30, n.1, p. 81-84, 2005.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria da Agricultura e abastecimento. Manejo Integrado de Pragas e Doenças. São Paulo, 2004, 27p.

SAS Institute, **SAS/STAT Software**: changes and enhancements through Release 8.0. Cary, 1997.

SILVA, E.A.; SILVA, J.F.V.; MONICO, J.F.G.; HIROMOTO, D.M. Perspectivas no manejo e controle localizado de doenças das culturas: uma abordagem no manejo do nematóide de cisto da soja. In: BORÉM, A.; GIÚDICE, M.P.; QUEIROZ, D.M., MANTOVANI, E.C.; FERREIRA, L.R.; VALE, F.X.R.; GOMIDE, R.L. (Ed.) **Agricultura de Precisão**, 2000. p. 409-453.

SILVEIRA NETO, S.O.; NAKANO, D.; BARBIN, N.A.; VILLA NOVA, N.A. **Manual de ecologia dos insetos**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1976. 419p.

SINEGANI, A.A.S.; MAHBOOBI, A.A.; NAZARIZADEH, F. **The effect of agricultural practices on the spatial variability of arbuscular mycorrhiza spores**. Hamadan: Faculty of Agriculture, Bu-Ali Sina University, 2004. p. 12-31.

SOARES, D.J. **Período de controle das plantas daninhas na cultura da cebola "Mercedes"**. 2004. 53f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2004.

SOCIEDADE DE OLERICULTURA DO BRASIL, Saúde. Disponível em: <http: www.horticultura.com.br>. Acesso em: 20 jun. 2005.

SOTTA, E.D., HIGA, A.R., LAVORANTI, O.J., STEIN, P.P. Avaliação dos danos causados pela gomose em acácia-negra. Curitiba: **EMBRAPA-CNPF**, 1994.

SOUZA, R.J.; RESENDE, G.M. de. **Cultura da cebola**. Lavras: UFLA, 2002. 115p.

TALAMINI, V. **Progresso espacial e temporal da Antracnose a partir de diferentes níveis de inoculo inicial em sementes de feijoeiro**. 2003. 96f. Tese (Doutorado em Fitopatologia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 2003.

TAYLOR, L. R. Assessing and interpreting the spatial distributions insect populations. **Annual Review Entolomology**, Palo Alto, v.29, p. 321-357, 1984.

TIMMER, L.W.; MENGE, J.A. *Phytophthora* induced diseases. In: WHITESIDE, J.O.; GARSEY, S.M.; TIMMER, L.W. (Ed.). **Compendium of citrus diseases**. St. Paul: APS Press, 1988. p. 22-24.

TRANGMAR, B.B.; YOST, R.S.; UEHARA, G. Applications of geostatistics to spatial studies of soil properties. **Advances in Agronomy,** Orlando, v.38, n.2, p. 45-94, 1985.

VIEIRA, S.R.; NIELSEN, D.R.; BIGGAR, J.W. Spatial variability of field-measured infiltration rate. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v.45, n.2, p.1040-1048, 1981.

VIEIRA, S.R.; HATFIELD, J.L.; NIELSEN, D.R.; BIGGAR, J.W. **Geostatistical theory and application to variability of some agronomical properties.** Hilgardia, v.51, p.1-75, 1983.

VIEIRA, S.R.; TILLOTSON, P.M.; BIGGAR, J.W.; NIELSEN, D.R. Scaling of semivariograms and the kriging estimation of field-measured properties. **Revista Brasileira de Ciência Solo**. v.21, p.525-33, 1997.

VIEIRA, S.R. Geoestatística em estudos de variabilidade espacial do solo. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ V., V.H.; SCHAEFER, C.E.G.R.(ed) Tópicos em ciência do solo, Viçosa: **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**. v.1, p.1-54, 2000.

XIAO, C.L.; HAO, J.J.; SUBBARAO, K.V. Spatial patterns of microsclerotia of *Verticillium dahliae* in soil and *Verticillium* wilt of cauliflower. **Phytopathology,** Califórnia, v.87, n.9, p. 325-331, 1997.

ZAMBOLIM, L.; do VALE, F.X.R.; COSTA, H. Doenças causadas por fungos em batata. In: Zambolim, L.; do VALE, F.X.; COSTA, H. **Controle de doenças de plantas – Hortaliças**. Viçosa. 2000. p. 173-208.

ZENTMEYER, G.A.; ERWIN, D.C. Development and reproduction of *Phytophthora*. **Phytopatology**, St. Paul, v.60, n.7, p. 1120-1127, 1970.

VIEIRA, S.R., TILLOTSON, P.M., BIGGAR, J.W., NIELSEN, D.R. Scaling of semivariograms and the kriging estimation of field-measured properties. Rev. Bras. Ciênc. Solo, v.21, p.525-33, 1997.

7. APÊNDICES

Tabela 1A. Quantificação de Discos colonizados por *Phytophthora nicotianae* na área experimental em canteiros Jaboticabal-SP.

N° de Amostras	Coordenadas		% Disco Infect.	Canteiros
	X	Y		
1	1	0,85	30	C1
2	3	0,85	36	C1
3	5	0,85	38	C1
4	7	0,85	46	C1
5	9	0,85	54	C1
6	11	0,85	46	C1
7	13	0,85	34	C1
8	15	0,85	36	C1
9	17	0,85	32	C1
10	19	0,85	32	C1
11	21	0,85	22	C1
12	23	0,85	36	C1
13	25	0,85	38	C1
14	27	0,85	50	C1
15	27	2,55	58	C2
16	25	2,55	44	C2
17	23	2,55	62	C2
18	21	2,55	94	C2
19	19	2,55	68	C2
20	17	2,55	48	C2
21	15	2,55	100	C2
22	13	2,55	94	C2
23	11	2,55	76	C2
24	9	2,55	58	C2
25	7	2,55	90	C2
26	5	2,55	60	C2
27	3	2,55	88	C2
28	1	2,55	94	C2
29	1	4,25	56	C3
30	3	4,25	44	C3
31	5	4,25	62	C3
32	7	4,25	24	C3
33	9	4,25	70	C3
34	11	4,25	40	C3
35	13	4,25	36	C3
36	15	4,25	40	C3
37	17	4,25	28	C3
38	19	4,25	66	C3
39	21	4,25	76	C3
40	23	4,25	80	C3
41	25	4,25	44	C3
42	27	4,25	50	C3

43	27	5,95	62	C4
44	25	5,95	34	C4
45	23	5,95	34	C4
46	21	5,95	50	C4
47	19	5,95	52	C4
48	17	5,95	40	C4
49	15	5,95	56	C4
50	13	5,95	82	C4
51	11	5,95	84	C4
52	9	5,95	72	C4
53	7	5,95	78	C4
54	5	5,95	80	C4
55	3	5,95	60	C4
56	1	5,95	50	C4
57	1	7,65	14	C5
58	3	7,65	8	C5
59	5	7,65	22	C5
60	7	7,65	26	C5
61	9	7,65	38	C5
62	11	7,65	50	C5
63	13	7,65	44	C5
64	15	7,65	18	C5
65	17	7,65	44	C5
66	19	7,65	48	C5
67	21	7,65	30	C5
68	23	7,65	42	C5
69	25	7,65	28	C5
70	27	7,65	64	C5
71	27	9,35	84	C6
72	25	9,35	64	C6
73	23	9,35	84	C6
74	21	9,35	68	C6
75	19	9,35	48	C6
76	17	9,35	66	C6
77	15	9,35	44	C6
78	13	9,35	60	C6
79	11	9,35	62	C6
80	9	9,35	42	C6
81	7	9,35	52	C6
82	5	9,35	40	C6
83	3	9,35	78	C6
84	1	9,35	78	C6
85	1	11,05	76	C7
86	3	11,05	100	C7
87	5	11,05	80	C7
88	7	11,05	98	C7
89	9	11,05	92	C7
90	11	11,05	56	C7
91	13	11,05	84	C7
92	15	11,05	74	C7
93	17	11,05	66	C7

94	19	11,05	82	C7
95	21	11,05	64	C7
96	23	11,05	60	C7
97	25	11,05	62	C7
98	27	11,05	36	C7

Tabela 2A. Quantificação de Discos infectados por *Phytophthora nicotianae* em área comercial em Monte Alto-SP. e plantas mortas em casa de vegetação.

Nº de Amostras	**Coordenadas**		**% Disco Infect.**	**Plantas Mortas**
	X	Y		
1	10	10	66,66	20
2	20	10	30	9
3	30	10	60	18
4	40	10	66,66	20
5	50	10	46,66	14
6	60	10	60	18
7	70	10	33,33	10
8	80	10	46,66	14
9	90	10	53,33	16
10	100	10	60	18
11	110	10	66,66	20
12	120	10	56,66	17
13	130	10	66,66	20
14	140	10	50	15
15	150	10	43,33	13
16	160	10	53,33	16
17	170	10	56,66	17
18	180	10	53,33	16
19	190	10	56,66	17
20	200	10	63,33	19
21	210	10	66,66	20
22	220	10	60	18
23	230	10	46,66	14
24	240	10	40	12
25	250	10	56,66	17
26	260	10	33,33	10
27	260	20	66,66	20
28	250	20	60	18
29	240	20	46,66	14
30	230	20	56,66	17
31	220	20	50	15
32	210	20	53,33	16

33	200	20	50	15
34	190	20	56,66	17
35	180	20	66,66	20
36	170	20	60	18
37	160	20	40	12
38	150	20	60	18
39	140	20	53,33	16
40	130	20	73,33	22
41	120	20	46,66	14
42	110	20	40	12
43	100	20	63,33	19
44	90	20	73,33	22
45	80	20	53,33	16
46	70	20	33,33	10
47	60	20	60	18
48	50	20	70	21
49	40	20	56,66	17
50	30	20	33,33	10
51	20	20	56,66	17
52	10	20	0	0
53	10	30	36,66	11
54	20	30	33,33	10
55	30	30	50	15
56	40	30	40	12
57	50	30	33,33	10
58	60	30	36,66	11
59	70	30	43,33	13
60	80	30	36,66	11
61	90	30	33,33	10
62	100	30	50	15
63	110	30	36,66	11
64	120	30	13,33	4
65	130	30	33,33	10
66	140	30	26,66	8
67	150	30	50	15
68	160	30	36,66	11
69	170	30	30	9
70	180	30	46,66	14
71	190	30	30	9
72	200	30	50	15
73	210	30	33,33	10
74	220	30	23,33	7
75	230	30	30	9
76	240	30	33,33	10
77	250	30	40	12
78	260	30	26,66	8
79	260	40	3,33	1
80	250	40	26,66	8
81	240	40	30	9
82	230	40	20	6
83	220	40	40	12

84	210	40	36,66	11
85	200	40	23,33	7
86	190	40	33,33	10
87	180	40	0	0
88	170	40	23,33	7
89	160	40	36,66	11
90	150	40	23,33	7
91	140	40	30	9
92	130	40	33,33	10
93	120	40	26,66	8
94	110	40	13,33	10
95	100	40	26,66	8
96	90	40	0	0
97	80	40	33,33	10
98	70	40	20	6
99	60	40	30	9
100	50	40	36,66	11
101	40	40	13,33	10
102	30	40	26,66	8
103	20	40	40	12
104	10	40	33,33	10
105	10	50	30	9
106	20	50	46,66	14
107	30	50	40	12
108	40	50	10	9
109	50	50	26,66	8
110	60	50	30	9
111	70	50	40	12
112	80	50	50	15
113	90	50	40	12
114	100	50	33,33	10
115	110	50	40	12
116	120	50	36,66	11
117	130	50	43,33	13
118	140	50	26,66	8
119	150	50	36,66	11
120	160	50	30	9
121	170	50	33,33	10
122	180	50	23,33	7
123	190	50	13,33	4
124	200	50	26,66	8
125	210	50	33,33	10
126	220	50	16,66	5
127	230	50	30	9
128	240	50	6,66	2
129	250	50	26,66	8
130	260	50	40	12
131	260	60	33,33	10
132	250	60	13,33	4
133	240	60	13,33	4
134	230	60	3,33	1

135	220	60	6,66	2
136	210	60	10	3
137	200	60	3,33	1
138	190	60	6,66	2
139	180	60	40	12
140	170	60	6,66	2
141	160	60	13,33	4
142	150	60	3,33	1
143	140	60	10	3
144	130	60	0	0
145	120	60	23,33	7
146	110	60	6,66	2
147	100	60	30	9
148	90	60	26,66	8
149	80	60	13,33	4
150	70	60	0	0
151	60	60	6,66	2
152	50	60	50	15
153	40	60	10	3
154	30	60	26,66	8
155	20	60	6,66	2
156	10	60	26,66	8
157	10	70	33,33	10
158	20	70	3,33	1
159	30	70	26,66	8
160	40	70	10	3
161	50	70	0	0
162	60	70	23,33	7
163	70	70	16,66	5
164	80	70	3,33	1
165	90	70	26,66	8
166	100	70	6,66	2
167	110	70	0	0
168	120	70	13,33	4
169	130	70	0	0
170	140	70	10	3
171	150	70	40	12
172	160	70	0	0
173	170	70	0	0
174	180	70	10	3
175	190	70	50	15
176	200	70	10	3
177	210	70	13,33	4
178	220	70	10	3
179	230	70	40	12
180	240	70	6,66	2
181	250	70	0	0
182	260	70	0	0
183	260	80	40	12
184	250	80	0	0
185	240	80	13,33	4

186	230	80	3,33	1
187	220	80	3,33	1
188	210	80	0	0
189	200	80	50	15
190	190	80	10	3
191	180	80	6,66	2
192	170	80	3,33	1
193	160	80	0	0
194	150	80	10	3
195	140	80	0	0
196	130	80	30	9
197	120	80	10	3
198	110	80	40	12
199	100	80	10	3
200	90	80	0	0
201	80	80	33,33	10
202	70	80	23,33	7
203	60	80	40	12
204	50	80	20	6
205	40	80	30	9
206	30	80	3,33	1
207	20	80	26,66	8
208	10	80	0	0
209	10	90	26,66	8
210	20	90	13,33	4
211	30	90	13,33	4
212	40	90	0	0
213	50	90	3,33	1
214	60	90	16,66	5
215	70	90	6,66	2
216	80	90	26,66	8
217	90	90	0	0
218	100	90	30	9
219	110	90	6,66	2
220	120	90	0	0
221	130	90	23,33	7
222	140	90	30	9
223	150	90	13,33	4
224	160	90	23,33	7
225	170	90	0	0
226	180	90	0	0
227	190	90	0	0
228	200	90	23,33	7
229	210	90	30	9
230	220	90	0	0
231	230	90	6,66	2
232	240	90	26,66	8
233	250	90	23,33	7
234	260	90	0	0
235	260	100	3,33	1
236	250	100	40	12

237	240	100	36,66	11
238	230	100	40	12
239	220	100	33,33	10
240	210	100	0	0
241	200	100	50	15
242	190	100	13,33	4
243	180	100	33,33	10
244	170	100	33,33	10
245	160	100	40	12
246	150	100	53,33	16
247	140	100	40	12
248	130	100	43,33	13
249	120	100	0	0
250	110	100	36,66	11
251	100	100	46,66	14
252	90	100	40	12
253	80	100	50	15
254	70	100	46,66	14
255	60	100	36,66	11
256	50	100	30	9
257	40	100	43,33	13
258	30	100	33,33	10
259	20	100	40	12
260	10	100	43,33	13
261	10	110	36,66	11
262	20	110	33,33	10
263	30	110	26,66	8
264	40	110	40	12
265	50	110	26,66	8
266	60	110	36,66	11
267	70	110	13,33	4
268	80	110	6,66	2
269	90	110	16,66	5
270	100	110	33,33	10
271	110	110	36,66	11
272	120	110	0	0
273	130	110	30	9
274	140	110	26,66	8
275	150	110	13,33	4
276	160	110	36,66	11
277	170	110	40	12
278	180	110	33,33	10
279	190	110	0	0
280	200	110	26,66	8
281	210	110	6,66	2
282	220	110	36,66	11
283	230	110	13,33	4
284	240	110	16,66	5
285	250	110	0	0
286	260	110	40	12
287	260	120	13,33	4

288	250	120	10	3
289	240	120	0	0
290	230	120	23,33	7
291	220	120	16,66	5
292	210	120	3,33	1
293	200	120	0	0
294	190	120	6,66	2
295	180	120	16,66	5
296	170	120	36,66	11
297	160	120	26,66	8
298	150	120	26,66	8
299	140	120	13,33	4
300	130	120	0	0
301	120	120	33,33	10
302	110	120	6,66	2
303	100	120	13,33	4
304	90	120	40	12
305	80	120	26,66	8
306	70	120	20	6
307	60	120	16,66	5
308	50	120	40	12
309	40	120	16,66	5
310	30	120	26,66	8
311	20	120	0	0
312	10	120	30	9
313	10	130	30	9
314	20	130	0	0
315	30	130	6,66	2
316	40	130	6,66	2
317	50	130	0	0
318	60	130	3,33	1
319	70	130	16,66	5
320	80	130	0	0
321	90	130	10	3
322	100	130	13,33	4
323	110	130	16,66	5
324	120	130	0	0
325	130	130	30	9
326	140	130	6,66	2
327	150	130	0	0
328	160	130	10	3
329	170	130	3,33	1
330	180	130	20	6
331	190	130	20	6
332	200	130	6,66	2
333	210	130	13,33	4
334	220	130	0	0
335	230	130	0	0
336	240	130	23,33	7
337	250	130	3,33	1
338	260	130	6,66	2

339	260	140	3,33	1
340	250	140	16,66	5
341	240	140	20	6
342	230	140	0	0
343	220	140	10	3
344	210	140	16,66	5
345	200	140	6,66	2
346	190	140	6,66	2
347	180	140	0	0
348	170	140	3,33	1
349	160	140	0	0
350	150	140	10	3
351	140	140	6,66	2
352	130	140	3,33	1
353	120	140	6,66	2
354	110	140	16,66	5
355	100	140	0	0
356	90	140	6,66	2
357	80	140	0	0
358	70	140	16,66	5
359	60	140	0	0
360	50	140	26,66	8
361	40	140	10	3
362	30	140	0	0
363	20	140	0	0
364	10	140	6,66	2
365	10	150	0	0
366	20	150	3,33	1
367	30	150	30	9
368	40	150	0	0
369	50	150	0	0
370	60	150	13,33	4
371	70	150	30	9
372	80	150	0	0
373	90	150	10	3
374	100	150	13,33	4
375	110	150	0	0
376	120	150	20	6
377	130	150	3,33	1
378	140	150	0	0
379	150	150	3,33	1
380	160	150	10	3
381	170	150	10	3
382	180	150	0	0
383	190	150	3,33	1
384	200	150	6,66	2
385	210	150	13,33	4
386	220	150	0	0
387	230	150	6,66	2
388	240	150	33,33	10
389	250	150	10	3

390	260	150	6,66	2
391	260	160	13,33	4
392	250	160	3,33	1
393	240	160	0	0
394	230	160	13,33	4
395	220	160	23,33	7
396	210	160	6,66	2
397	200	160	0	0
398	190	160	0	0
399	180	160	6,66	2
400	170	160	13,33	4
401	160	160	0	0
402	150	160	20	6
403	140	160	13,33	4
404	130	160	13,33	4
405	120	160	0	0
406	110	160	3,33	1
407	100	160	13,33	4
408	90	160	16,66	5
409	80	160	6,66	2
410	70	160	40	12
411	60	160	0	0
412	50	160	3,33	1
413	40	160	13,33	4
414	30	160	10	3
415	20	160	0	0
416	10	160	33,33	10

Tabela 3A. Modelo Semivariograma ajustado para a presença de *Phytophthora nicotianae* em área experimental em Jaboticabal.

Efeito Pepita Puro

C_0= 481

C_1= 0

a= 0

Nº pares	Distância (h)	Gama(h)	Modelo	Y-YE
84	1,69999862	585,5714111	481	84
447	3,00286889	472,3668823	481	447
508	4,81724072	470,3858337	481	508
695	6,85680151	445,7208557	481	695
564	8,70780087	408,0177307	481	564
563	10,6133871	484,1030273	481	563
454	12,5871658	468,1101379	481	454
367	14,5691805	481,2315979	481	367
300	16,4831581	447,6733398	481	300
271	18,5127411	470,2287903	481	271
198	20,4898586	526,8283081	481	198
149	22,4383373	497,8255005	481	149
100	24,393301	522,6400146	481	100
53	26,4089832	452,56604	481	53

SQTOT =3262372,86
SQD =24021,6293
R^2 =0,9926

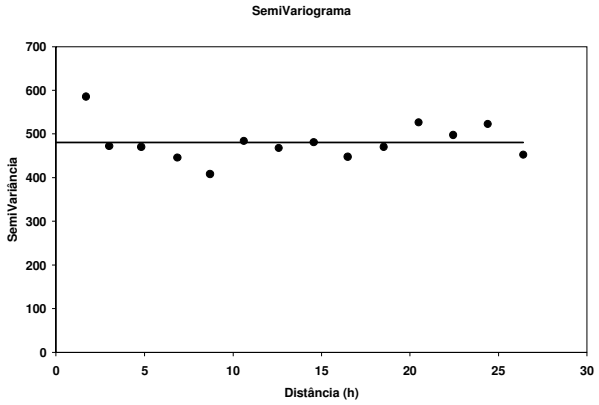


Tabela 4A. Modelo Semivariograma ajustado para a presença de *Phytophthora nicotianae* em área comercial no município de Monte Alto-SP.

Modelo Esférico

C_0= 126

C_1= 180

a= 71

Nº pares	Distância (h)	Gama(h)	Modelo	Y-YE
84	1,69999862	585,5714111	481	84
447	3,00286889	472,3668823	481	447
508	4,81724072	470,3858337	481	508
695	6,85680151	445,7208557	481	695
564	8,70780087	408,0177307	481	564
563	10,6133871	484,1030273	481	563
454	12,5871658	468,1101379	481	454
367	14,5691805	481,2315979	481	367
300	16,4831581	447,6733398	481	300
271	18,5127411	470,2287903	481	271
198	20,4898586	526,8283081	481	198
149	22,4383373	497,8255005	481	149
100	24,393301	522,6400146	481	100
53	26,4089832	452,56604	481	53

SQTOT =3262372,86
SQD =24021,6293
R^2 =0,9926

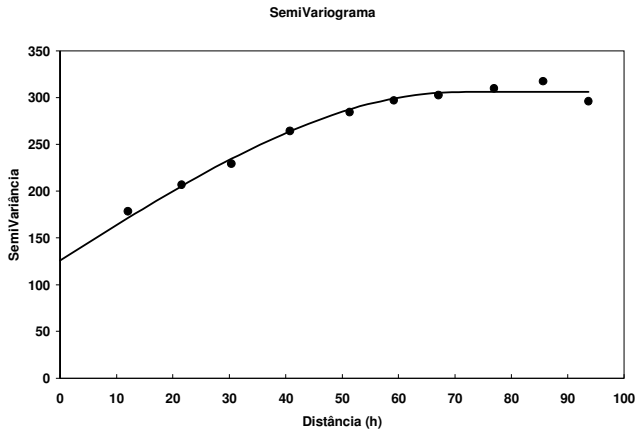
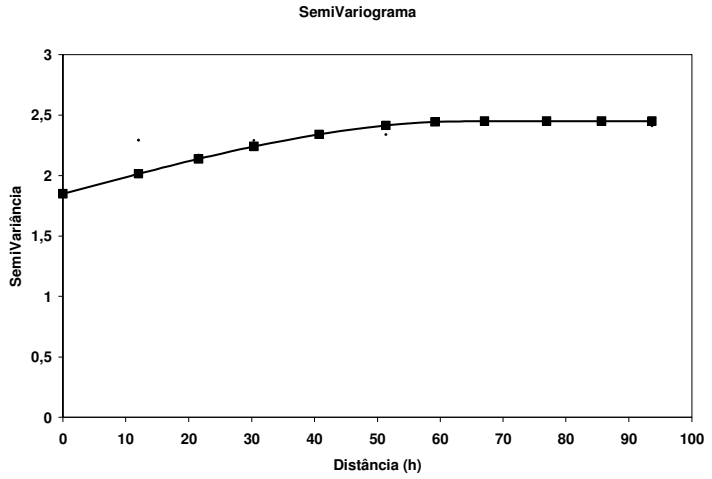


Tabela 5A. Modelo Semivariograma ajustado para a presença de *Phytophthora nicotianae* em casa de vegetação.

N^{O} pares	Distância (h)	Gama(h)	Modelo	Y-YE
1540	12,0173845	2,291558504	2,014498674	0,27705983
2168	21,546072	2,167665958	2,137403616	0,03026234
2718	30,3757439	2,28844738	2,239970271	0,04847711
4982	40,7289162	2,320554018	2,340133166	-0,01957915
4042	51,3527145	2,338446379	2,413102427	-0,07465605
3260	59,1785126	2,433282137	2,442996407	-0,00971427
5028	67,0712128	2,429196596	2,45	-0,0208034
5940	76,9372559	2,44907403	2,45	-0,00092597
3704	85,6348267	2,429535627	2,45	-0,02046437
5420	93,6795425	2,412361622	2,45	-0,03763838
				SQTOT =55,5822635
				SQD =0,0883483
				R^2 =0,9984

Modelo Esférico

C_0= 1,85

C_1= 0,6

a= 65