

**UNIVERSIDADE DE MARÍLIA - UNIMAR
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA
“PRODUÇÃO INTEGRADA EM AGROECOSSISTEMAS”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**

**VARIABILIDADE ESPACIAL DAS CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DO SOLO E
PRODUTIVIDADE DE LARANJA VALÊNCIA (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck)**

MARIANA GAION TREVISAN

**MARÍLIA - SP
ABRIL de 2008**

UNIVERSIDADE DE MARÍLIA - UNIMAR
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA
“PRODUÇÃO INTEGRADA EM AGROECOSSISTEMAS”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

**VARIABILIDADE ESPACIAL DAS CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DO SOLO E
PRODUTIVIDADE DE LARANJA VALÊNCIA (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck)**

MARIANA GAION TREVISAN

Orientador: Prof. Dr. SÉRGIO PASCOAL DE CAMPOS

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias da Universidade de Marília – UNIMAR, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Agronomia – Área de Concentração em Fitotecnia.

MARÍLIA - SP
ABRIL de 2008

UNIMAR – UNIVERSIDADE DE MARÍLIA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
MESTRADO EM AGRONOMIA

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: VARIABILIDADE ESPACIAL DAS CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DO
SOLO E PRODUTIVIDADE DE LARANJA VALÊNCIA (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck

ALUNA: MARIANA GAION TREVISAN

ORIENTADOR: PROF. DR. SÉRGIO PASCOAL DE CAMPOS

Aprovado pela Comissão Examinadora:

PROF. DR. SÉRGIO PASCOAL DE CAMPOS

PROF. DR. LACI MOTA ALVES

PROF. DR. RONAN GUALBERTO

Data da realização: 11 de Abril de 2008

REITOR UNIVERSIDADE DE MARÍLIA – UNIMAR
Márcio Mesquita Serva

Pró Reitora de Pesquisa e Pós - Graduação
Suely Fadul Villibor Flory

Diretor Faculdade de Ciências Agrárias
Helmuth Kieckhöfer

Programa de Pós Graduação em Agronomia
Área de Concentração em Fitotecnia

Coordenador
Ronan Gualberto

Orientador
Sérgio Pascoal de Campos

DEDICO

A minha família, pelo apoio, incentivo, paciência, tolerância, compreensão, carinho e por todo amor dedicado a mim. Muito obrigada.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, pela minha existência, saúde, força, sabedoria, pela minha família, por estar sempre presente e por tudo o que tem proporcionado em minha vida.

Aos meus avós pelos exemplos de vida, ensinamentos e sobretudo pelo amor verdadeiro. Pessoas tão especiais em minha vida, que sempre me incentivaram a persistir na realização dos meus sonhos. Minha eterna gratidão.

Aos meus pais, pelo grande incentivo, amor incondicional, por estar sempre presente.

As minhas irmãs, que apesar das diferenças, fazemos parte da mesma família.

Ao meu namorado Willian, pelo apoio, compreensão, companheirismo, estímulo e paciência.

Ao Prof. Dr. Sérgio Pascoal de Campos, pela orientação, ensinamentos, atenção, paciência e amizade durante a realização deste trabalho.

Ao meu ex-orientador, Prof. Dr. Paulo Sérgio Rabello de Oliveira, pela orientação, ensinamentos, atenção, dedicação, apoio e sugestões.

Aos coordenadores do curso, Prof. Dr. Luciano Soares de Souza e Ronan Gualberto, pela oportunidade concedida à realização deste curso.

Ao corpo docente do Programa de Pós - Graduação em Agronomia pelos ensinamentos, amizade e colaboração para a realização desta pesquisa.

Ao meu avô Felício e meu pai, Joel, por permitir-nos realizar o experimento em sua propriedade e pelo apoio financeiro.

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

As amigas Flávia Minotto Montans, Amanda Panichi, pelos ensinamentos, ajuda e amizade demonstrada nesta caminhada.

Aos amigos Dorival Alberto da Silva Junior, Cristiano Martins, Tiago Fernandes, Wellington, Elide Dalzoto Costa, Alexandre Moraes Santos, Amarildo Zentil, Valdir Mazzola, Walter, Nízia e demais colaboradores e incentivadores, pelo auxílio neste trabalho.

A empresa Plansat pelo trabalho de georreferenciamento dos pontos para amostragem.

Ao Sindicato Rural de Ibitinga pelo fornecimento das embalagens plásticas para coleta das amostras de solo.

A todos que, não sendo aqui citados especificamente, de uma forma ou de outra, colaboraram ou apoiaram a realização deste trabalho, meus sinceros agradecimentos.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO	IX
ABSTRACT	X
1 INTRODUÇÃO	1
2 REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1 A cultura dos Citros (<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck)	3
2.2 Agricultura de Precisão	5
2.3 Características Químicas de Solo	8
2.4 Qualidade de Frutos	11
2.5 Produtividade	13
3 MATERIAL E MÉTODOS	16
3.1 Localização da Área	16
3.2 Equipamentos	16
3.3 Identificação e Caracterização dos Pontos	16
3.4 Características Avaliadas	17

3.4.1 Características Químicas do Solo	17
3.4.2 Produtividade	18
3.4.3 Qualidade de Frutos	18
3.5 Mapas de Variabilidade	18
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	19
4.1 Resultados Químicos do Solo	19
4.1.1 Acidez do Solo (pH)	19
4.1.2 CTC do Solo	20
4.1.3 Matéria Orgânica (MO)	21
4.1.4 Saturação por Bases (V%)	22
4.1.5 Cálcio (Ca)	24
4.1.6 Fósforo (P)	25
4.1.7 Potássio (K)	26
4.1.8 Magnésio (Mg)	27
4.2 Qualidade de Frutos	28
4.3 Produtividade	30

5 CONCLUSÃO	32
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	33

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1 - Localização dos pontos de amostragem. Fazenda Santa Angélica, Ibitinga - SP, 2006	17
Figura 2 - Mapa de Variabilidade para pH. Fazenda Santa Angélica, Ibitinga - SP, 2006	20
Figura 3 - Mapa de Variabilidade para Capacidade de Troca Catiônica (CTC). Fazenda Santa Angélica, Ibitinga - SP, 2006	21
Figura 4 - Mapa de Variabilidade para Matéria Orgânica (MO). Fazenda Santa Angélica, Ibitinga - SP, 2006	22
Figura 5 - Mapa de Variabilidade para Saturação por Bases (V%). Fazenda Santa Angélica, Ibitinga - SP, 2006	23
Figura 6 - Mapa de Variabilidade para Cálcio (Ca). Fazenda Santa Angélica, Ibitinga - SP, 2006	24
Figura 7 - Mapa de Variabilidade para Fósforo (P). Fazenda Santa Angélica, Ibitinga - SP, 2006	25
Figura 8 - Mapa de Variabilidade para Potássio (K). Fazenda Santa Angélica, Ibitinga - SP, 2006	27
Figura 9 - Mapa de Variabilidade para Magnésio (Mg). Fazenda Santa Angélica, Ibitinga - SP, 2006	28
Figura 10 - Mapa de Variabilidade para Brix. Fazenda Santa Angélica, Ibitinga - SP, 2006	29
Figura 11 - Mapa de Variabilidade para Produtividade. Fazenda Santa Angélica, Ibitinga – SP, 2006	31

RESUMO

Na citricultura brasileira a principal espécie cultivada é a laranja devido ao grande mercado mundial de exportação de suco. Em decorrência da sua importância na economia agrícola mundial, a produção de laranja tem exigido constantes incrementos em sua tecnologia de produção. A citricultura de precisão pode racionalizar as quantidades de agroquímicos às reais necessidades dos pontos no campo, resultando em economia nesta etapa do processo. Desta forma o objetivo deste trabalho foi mapear a variabilidade das características químicas do solo, qualidade de frutos e produtividade agrícola de laranja Valência (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck). As amostragens de solo foram realizadas em uma área medindo 100 m x 399 m, composta por 100 pontos de amostragem georreferenciados, espaçados em 20 m entre plantas e 21m entre linhas, sendo cada ponto localizado a 1 m do tronco da planta correspondente. Utilizando os dados obtidos para as características químicas do solo, produtividade e qualidade de frutos elaborou-se mapas de variabilidade espacial utilizando o *software* Surfer[®] 7.0. Os resultados obtidos neste estudo demonstraram que os teores de magnésio, cálcio, fósforo, potássio e V% encontrados na camada de 0 a 20 cm estão abaixo daqueles recomendados para a cultura e apresentaram variabilidade na área de estudo. Os valores encontrados para Brix e produtividade apresentaram menor variabilidade do que aqueles encontrados para os demais parâmetros. Assim, pôde-se concluir que a variabilidade destes parâmetros não influenciaram nos valores para Brix e para produtividade, que se mantiveram na média nacional. Para os demais parâmetros químicos avaliados os valores encontrados, se mantiveram compatíveis com aqueles exigidos para a cultura.

Palavras-chave: Mapeamento. Fertilidade do solo. *Citrus sinensis*. Produtividade.

ABSTRACT

In the Brazilian citriculture the main cultivated species is the orange due to the great world-wide market of juice exportation. In result of its importance in world-wide the agricultural economy, the orange production has demanded constant increments in its technology of production. The precision citriculture can rationalize the amounts of agrochemical to the real necessities of the points in the field, resulting in economy in this stage of the process. Of this form the objective of this work was to map the variability of the chemical characteristics of the ground, quality of fruits and agricultural productivity of orange Valence (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck). The samplings of soil was collected in an area measuring 100 m x 399 m, composed for 100 georeferenced points of sampling, spaced in 20 m between plants and 21m between lines, being each located point the 1 m of the corresponding plant. Using the data gotten for the chemical characteristics of the ground, productivity and quality of fruits one elaborated maps of space variability using software Surfer® 7.0. The results gotten in this study had demonstrated that the content of magnesium, calcium, phosphorus, potassium and V% found in the layer of 0 the 20 cm are below of those recommended for the culture and showed variability in studied area. The values found for Brix and productivity showed low variability of that those finding for the too much parameters. Thus, it could be concluded that the variability of these parameters had not influenced in the values for Brix and productivity, that maintained in the national average. For the others chemical parameters evaluated the found values maintained compatible with those demanded for the culture.

Key Words: Mapping. Soil fertility. *Citrus sinensis*. Productivity.

1 INTRODUÇÃO

No mundo, as regiões potencialmente produtoras de citros (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck) situam-se nas Américas, dentre as quais destacam-se: São Paulo, no Brasil e Flórida, nos Estados Unidos.

A principal espécie cítrica cultivada no Brasil é a laranja, possuindo elevada produção, devido ao grande mercado mundial de exportação de suco. Sua demanda tem crescido cada vez mais, devido à conscientização das qualidades nutricionais da fruta.

O Brasil, além de ser o maior produtor, é também o maior exportador mundial de suco de laranja, devido ao fato que os Estados Unidos destina sua produção ao mercado interno. Sendo assim, hoje o Brasil responde por 50% da demanda e 75% das transações internacionais (HASSE, 1987). O suco de laranja é o único produto industrializado que possibilita ao Brasil se destacar dos demais países, no que diz respeito às exportações.

A produção brasileira de laranja, em grande parte, é destinada à indústria de suco, situada no estado de São Paulo, responsável por 70% da produção nacional de laranjas e 98% do suco produzido. Nos últimos 20 anos, a produtividade média de laranja do estado de São Paulo tem se situado entre 1,5 a 2 caixas/planta (HASSE, 1987). No ano de 2005, a produtividade média de laranja do estado de São Paulo foi de 1,98 caixas/planta (AGRIANUAL, 2006).

A citricultura, decorrente da sua importância na economia agrícola mundial, tem constantemente exigido incrementos em sua tecnologia de produção. O Brasil, mesmo mantendo-se na posição de maior produtor de citros do mundo, não aparece entre os 5 maiores países exportadores da fruta “in natura” (AGRIANUAL, 1998).

A agricultura de precisão estuda as variações de produtividade nas culturas, que em geral, é oscilante, devido à variabilidade espacial e temporal. Desta maneira, com a adoção dessa tecnologia, pode-se racionalizar as quantidades de

agroquímicos às reais necessidades dos pontos no campo, resultando em economia nesta etapa do processo, que é tão dispendiosa para o produtor.

Avanços tecnológicos na agropecuária têm mostrado a importância de se medir a variação espacial e temporal de propriedades que afetam o rendimento das culturas, com o objetivo de otimizar o aproveitamento de recursos e diminuir custos. O gerenciamento do processo de produção em função da variabilidade é o que se convencionou chamar Agricultura de Precisão. Seu objetivo é correlacionar causas e efeitos a partir de séries históricas de dados e de sua distribuição espacial (CARVALHO et al., 2002).

Com o desenvolvimento da agricultura de precisão, o conhecimento da distribuição espacial de variáveis de solo e planta tornou-se indispensável para o planejamento e otimização de adubações, tratos culturais e colheita. Portanto, o estudo da variabilidade espacial de propriedades dos solos é importante em áreas com diferentes manejos, pois pode indicar alternativas de manejo de solo para reduzir os efeitos da variabilidade horizontal e vertical do solo. Essa variabilidade, em muitos casos, pode influenciar a interpretação de efeitos de tratamentos em experimentos (SILVA et al., 2003).

Desta forma o objetivo deste trabalho foi mapear a variabilidade das características químicas do solo, qualidade de frutos e produtividade agrícola de laranja Valência (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck).

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A Cultura dos Citros (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck)

Os citros foram introduzidos no Brasil pela Bahia, através das primeiras expedições colonizadoras, por volta de 1540. Por encontrar boas condições para vegetar e produzir, a cultura se expandiu por todo o país (MOREIRA e MOREIRA, 1980).

A fruteira de maior produção nacional é os citros (FACHINELLO et al., 1996). O Brasil, nos últimos anos, tem se destacado como maior produtor mundial de frutas cítricas e lidera as exportações de suco cítrico concentrado (SALVA, 2001). Sendo assim, a citricultura é uma das grandes fontes geradoras de divisas para o país e tem relevante importância no contexto mundial por seu volume de produção e área plantada. O Estado de São Paulo é o grande produtor de citros, respondendo por, aproximadamente, 80% da produção nacional (RAMOS e DURIGAN, 1996) e 25% da mundial (SILVA, 2000).

É conhecida a importância do suco concentrado de laranja na economia brasileira (principalmente a do Estado de São Paulo) e na balança comercial do país, gerando divisas que ultrapassam US\$ 1 bilhão/ano (NEVES et al., 2001).

A importância da citricultura para o Brasil está relacionada às exportações e à geração de empregos. De acordo com dados da FAO (2005), a produção mundial de laranja foi de 63 milhões de toneladas, tendo o Brasil a posição de líder com produção de 18,2 milhões de toneladas, seguido pelos EUA, México, Índia e China. A área cultivadas com laranjas no Brasil é de aproximadamente 820.267 ha distribuídos em 27 mil estabelecimentos rurais (MOLIN e MASCARIN, 2007).

De acordo com Agriannual (1998), a comunidade europeia e os EUA são os mercados mais importantes para o Brasil em termos de exportação.

O amplo consumo do suco de laranja deve-se ao sabor agradável, conjugado às suas características nutricionais (OLIVEIRA et al., 2006). Segundo o

FDA (Food and Drug Administration - EUA), o suco de laranja possui vitaminas e nutrientes suficientes para ser considerado um alimento saudável (SUGAI et al., 2002).

No Brasil, a cultura dos citros agrega valor aos setores industrial e agrícola, possibilitando o crescimento e a manutenção de todos os segmentos que dela se cercam (FERNANDES e ULIAN, 1999).

Por produto exportado, tem-se verificado que o suco, por diversos anos tem se posicionado entre os principais produtos de exportação em termos de divisas geradas e, embora pouco conhecido por diversos anos, foi o primeiro lugar nas exportações paulistas, perdendo recentemente (anos 1999 e 2000) esta posição para os aviões (NEVES et al., 2001).

Embora a citricultura brasileira esteja em posição de destaque, grande parte dos pomares brasileiros está enxertada sobre limão 'Cravo' (SALVA, 2001), e de acordo com Andrade e Martins (2003), isto ocorre em 80% da área citrícola do país.

Segundo Rossetti (1991), este porta-enxerto tornou-se predominante no país após a entrada do vírus da tristeza dos citros, por ser tolerante a esta doença. Além de ser compatível com grande parte das copas cultivadas e apresentar alta tolerância ao déficit hídrico (CANTAGALLO et al., 2005).

Segundo De Negri (1988), a produtividade brasileira é muito baixa, comparada à dos demais países produtores. Um fator que pode influenciar negativamente na produtividade dos citros é a interferência de plantas daninhas nos pomares; que podem levar à um prejuízo de 10 a 50% (BLANCO e OLIVEIRA, 1978; SALGADO et al., 2000), pois estas plantas competem por água e nutrientes com as plantas cítricas, reduzindo seu crescimento e conseqüentemente sua produção, ou então, pela ação alelopática de substâncias químicas excretadas pelas mesmas. Estas plantas ainda podem servir como hospedeiras de pragas e patógenos (HADDAD, 1993).

Devido a vários fatores, como clima, solo, vegetação e a natureza perene das plantas de *Citrus* spp. (Rutaceae), inúmeras espécies de insetos fitófagos têm o seu desenvolvimento favorecido, podendo tornar-se pragas e comprometer a produção (KOLLER, 1994).

O desenvolvimento dos frutos cítricos divide-se em três fases bem definidas, segundo Bain (1958): a fase I, de crescimento rápido, se estende desde a

antese até o final da queda natural dos frutos, sendo esta caracterizada por intensa multiplicação celular; a fase II, também de crescimento rápido, provocado pelo aumento do tamanho das células, estende-se do final da queda natural até o início da maturação dos frutos; e a fase III, de crescimento lento, ocorre no período de maturação, até a colheita.

De acordo com Tonietto e Tonietto (2005) os citros têm uma distribuição geográfica ampla, podendo adaptar-se a diferentes condições climáticas, o que gera comportamentos diferenciados das plantas e variações espacial e temporal, nas características fenológicas da floração. Segundo os mesmos autores, de acordo com a latitude da região, as plantas cítricas estarão expostas à diferentes regimes de energia, temperatura e distribuição da intensidade luminosa. As diferenças entre estes fatores afetam o desenvolvimento da planta, pois têm efeitos diretos na taxa fotossintética diária.

Rocha et al. (1990) observaram que os índices de radiação e luminosidade diferem em cada quadrante. Sendo assim, de acordo com a localização do órgão na planta, teremos diferentes respostas em relação ao desenvolvimento dessa planta. Então, de acordo com a orientação do pomar, as plantas serão expostas a diferentes índices de insolação e terão comportamentos diferenciados em suas fases fenológicas.

2.2 Agricultura de Precisão

A agricultura de precisão é como se chama no Brasil, o sistema de produção adotado por agricultores de países de tecnologia avançada, *Precision Agriculture, Precision Farming, Site-Specific Crop Management* (MANZATTO et al., 1999).

A solução hoje utilizada é a de focar grandes áreas e entendê-las como homogêneas, levando ao conceito da necessidade média para a aplicação dos insumos – fertilizantes, defensivos, água, etc – o que faz com que, por exemplo, a mesma formulação e/ou quantidade do fertilizante seja utilizada para toda a área, atendendo apenas as necessidades médias e não considerando, desta forma, as necessidades específicas de cada parte do campo. O mesmo acontece para os demais insumos, causando como resultado uma lavoura com produtividade não uniforme (CAPELLI, 1999).

A agricultura de precisão promete reverter o quadro atual permitindo a aplicação de insumos agrícolas nos locais corretos e nas quantidades requeridas (FATORGIS, 1998).

Segundo BATCHELOR et al. (1997) a agricultura de precisão é uma filosofia de manejo da fazenda na qual os produtores são capazes de identificar a variabilidade dentro de um campo, e então manejar aquela variabilidade para aumentar a produtividade e os lucros.

O termo agricultura de precisão engloba o uso de tecnologias atuais para o manejo de solo, insumos e culturas, de modo adequado às variações espaciais e temporais em fatores que afetam a produtividade das mesmas (EMBRAPA, 1997).

Agricultura de precisão é um sistema de gerenciamento agrícola baseado na variação espacial de propriedades do solo e da planta encontrada nos talhões, visando à otimização do lucro, sustentabilidade e proteção do ambiente. Trata-se de diferentes tecnologias que são levadas ao campo para permitir um sistema de manejo que considere a variabilidade espacial da produção (MENEGATTI e MOLIN, 2003).

Davis (1998) afirma que a agricultura de precisão foi frequentemente definida com base nas tecnologias que permitem que ela seja realizada com GPS (Sistema de Posicionamento Global) e sistemas de taxa variável. Tão importantes quanto os dispositivos usados na agricultura de precisão, é perceber que a informação usada ou coletada é o ingrediente chave para o sucesso do sistema. O conceito de agricultura de precisão se distingue da agricultura tradicional por seu nível de manejo. Em vez de administrar uma área inteira como única unidade, o manejo é adaptado para pequenas áreas dentro de um campo.

Um sistema agrícola que adote a agricultura de precisão requer três subsistemas: sensoriamento (levantamento dos dados), gerenciamento (tomada de decisão) e controle (manipulação dos dados). Embora todos eles sejam imprescindíveis, o sensoriamento é o mais importante deles (SCHULLER, 2000).

No começo da década de 90, começaram a ser desenvolvidas tecnologias e princípios para manejar as variabilidades espacial e temporal associadas com os aspectos da produção agrícola. A produtividade das culturas varia espacialmente, e determinar as causas dessas variações é o desafio que enfrenta a Agricultura de Precisão. As variações espaciais podem ser estudadas através de técnicas

geoestatísticas que permitem elaborar mapas e delimitar áreas de manejo diferenciadas (FARIAS, 2002).

De acordo com Parise e Vetorazzi (2005b), desde Balastreire et al. (1999) já se pensa em agricultura de precisão aplicada à citricultura no Brasil. Em geral, a produção é levantada em nível de grupos de árvores e georreferenciada por meio da utilização do Sistema de Posicionamento Global (GPS). Após a interpolação dos dados de produção são produzidos os mapas de produtividade. Tal procedimento permite dividir o pomar em zonas que, segundo Lark e Stafford (1997), dão indicativo das condições sob as quais as plantas cresceram e produziram. No entanto, os mapas de produtividade, por apresentarem um caráter retrospectivo, só seriam úteis ao gerenciamento localizado, caso atendessem a duas condições. Primeiramente que grande parte da variabilidade de produção esteja associada a algum fator intrínseco ao terreno. Em segundo lugar, que esse fator seja identificável. Em citricultura, em comparação ao que ocorre com as culturas anuais, ainda o fator planta deve ser destacado; afinal, o número de plantas por área é bem menor e sua longevidade bem maior.

Lark e Stafford (1997) observaram em culturas anuais que, a despeito de a variabilidade espacial de produção entre ciclos sucessivos ser alta, ela ocorre em padrões e está associada a fatores intrínsecos que acompanham as flutuações de clima e manejo.

Segundo Farias et al. (2003) em um experimento usando geoestatística para mapear a produtividade em pomares cítricos, irrigados e não irrigados, verificaram maior variabilidade para a produtividade e tamanho de frutos nas quadras irrigadas. Portanto, a geoestatística mostrou-se uma ferramenta extremamente útil para auxiliar em programas de Agricultura de Precisão.

Na implantação de práticas de agricultura de precisão em citros, a dificuldade está em gerar mapas de produtividade, justificando a pesquisa de técnicas e equipamentos para a geração dessa informação. Um dos primeiros trabalhos para o mapeamento da produtividade de laranja foi realizado por Whitney et al. (1998), seguido por Miller e Whitney (1998) e Horrom (2000). Os métodos mostraram-se adequados para as condições em que foram propostos, porém com limitações. No Brasil, Balastreire et al. (2002), Farias et al. (2003) e Parise (2004) também obtiveram mapas de produtividade utilizando técnicas diferenciadas e que exigiram adaptações e mudanças na prática da operação de colheita.

Parise e Vetorazzi (2005a) realizaram um estudo em um pomar de laranjeiras Hamlin, que procurou investigar a potencialidade do uso de dados espectrais de árvores, visando ao gerenciamento localizado da produção de 52 árvores. Os resultados mostraram que a resposta espectral apresentou relação significativa com a produção, embora os valores de r^2 tenham sido baixos. A tomada de imagens multiespectrais voltadas ao gerenciamento localizado à fase de desenvolvimento vegetativo, apresentou desempenho semelhante quanto às relações entre resposta espectral e produção.

Parise e Vetorazzi (2005b) realizaram também um outro estudo em um pomar de laranjeiras Hamlin, que procurou investigar a potencialidade da utilização de dados espaço-temporais de produção por árvore para o gerenciamento localizado. A produção de 1.471 árvores georreferenciadas foi levada em dois ciclos sucessivos, 2000-2001 e 2001-2002, e classificada por meio de uma análise de agrupamentos via lógica fuzzy. Ainda, foi realizada uma análise de correlação intraclasses com dados de resposta espectral de 52 árvores, extraída de imagens aéreas multiespectrais de alta resolução espacial. Os resultados mostraram que foi possível a formação de classes distintas de comportamento produtivo, em função dos padrões de variabilidade espacial e temporal da produção. No entanto, as classes apresentaram baixa coerência espacial, o que dificulta o gerenciamento localizado da produção em nível de árvores individuais. Apesar disso, a resposta espectral esteve significativamente relacionada às classes formadas.

2.2 Características Químicas de Solo

Na agricultura brasileira, atualmente, grandes áreas são consideradas homogêneas; nelas a necessidade média de utilização dos insumos promove o uso de doses iguais de fertilizantes, desconsiderando a variabilidade espaço-temporal, podendo sobrecarregar uma gleba que é fértil e não atingir níveis ótimos para uma alta produtividade em outras glebas deficientes, comprometendo o rendimento das lavouras e tornando alto o custo de produção. Se essa variabilidade espacial de atributos químicos puder ser medida e registrada, essas informações poderão ser usadas para otimizar as aplicações em cada ponto, aumentando a produtividade e diminuindo problemas ambientais (MACHADO et al., 2007).

O estudo da variabilidade espacial de propriedades do solo tem grande importância não só na escolha de uma área experimental, locação das unidades experimentais, coleta de amostras e interpretação de resultados, mas também no levantamento e classificação de solos e nos esquemas de uso racional de fertilizantes. A variação das características do solo está relacionada com fatores de sua formação (SILVA et al., 2003) e com o efeito do manejo do solo (DOBERMANN e GEORGE, 1994).

Segundo Mercante et al. (2003) a variabilidade espacial dos solos não está sendo levada em consideração na produção agrícola. Tendo um maior conhecimento da variabilidade espacial da produtividade, das propriedades físicas do solo, da variabilidade temporal e fazendo-se o uso da agricultura de precisão, pode-se viabilizar uma agricultura moderna, economicamente competitiva e ecologicamente correta.

McGraw (1994) observou que, em 48 das 50 propriedades cultivadas com milho, os ganhos com o manejo georreferenciado da fertilidade do solo variam de 5 a 100 US\$ ha⁻¹.

A amostragem de solo é um ponto primordial em qualquer programa de pesquisa na área, de nada valem análises químicas sofisticadas e extremamente rigorosas de suas variáveis, se as amostras coletadas não são representativas da área em estudo (CHUNG et al., 1995).

Considerando o sistema de cultivo convencional, o qual mobiliza mais intensamente o solo e proporciona distribuição mais uniforme de nutrientes, principalmente na camada arável (ELTZ et al., 1989), seria mais realista proceder à amostragem de solo para avaliação da fertilidade na profundidade de 0 a 20 cm (MACHADO et al., 2007).

Segundo Orlando Filho e Rodella (1983), cerca de 80 a 85% do erro total nos resultados usados na recomendação de fertilizantes e corretivos podem ser atribuídos à amostragem no campo. De acordo com Melsted e Peck (1973), o conhecimento da variabilidade do solo é importante na avaliação da fertilidade para fins de recomendação de adubação.

Estudos realizados têm mostrado que a variabilidade do solo não é puramente aleatória, apresentando correlação à dependência espacial (VIEIRA et al., 1981; VIEIRA et al., 1983; TRANGMAR et al., 1985); e que a variabilidade da cultura segue o mesmo comportamento (MILLER et al., 1988; BHATTI et al., 1991).

Aliás, Le Clerg et al., (1962) já alertavam para o fato de a fertilidade do solo não poder ser considerada como aleatória, porém sistemática em alguma extensão, tanto que parcelas contíguas seriam, provavelmente, mais semelhantes do que as mais distantes.

A variabilidade do solo é conseqüência de complexas interações dos fatores e processos de sua formação. Além dos fatores e processos, práticas de manejo do solo e da cultura são causas adicionais de variabilidade (CORÁ, 1997). Áreas pedologicamente idênticas podem apresentar variabilidade distinta em atributos, quando submetidas às diferentes práticas de manejo. Da mesma forma, áreas pedologicamente diferentes, quando submetidas ao mesmo manejo, podem apresentar-se semelhantes em seus atributos. O manejo pode alterar atributos químicos, físicos, mineralógicos e biológicos, com impacto principalmente nas camadas superficiais do solo (BLEVINS et al., 1983; SETA et al., 1993; CORÁ, 1997).

Em áreas cultivadas, sobrepondo-se à variabilidade natural do solo, existem fontes adicionais de variabilidade devidas ao manejo exercido pelo homem, uma das quais é o cultivo de árvores em linhas e a conseqüente aplicação localizada de fertilizantes nos pomares (BECKETT e WEBSTER, 1971).

Segundo Oliveira et al. (1999) estudando a variabilidade espacial das propriedades químicas de um solo salino-sódico de origem aluvial, observou que os maiores coeficientes de variação foram obtidos para magnésio, cálcio e condutividade elétrica (CE) e o menor, para o pH. A análise da dependência espacial mostrou que a percentagem de sódio trocável, potássio e cálcio revelaram forte dependência, enquanto a CTC, CE, Mg, Na e o pH acrescentaram moderada dependência espacial, com alcance variando de 12 (CE e CTC) a 27 m (Ca).

Carvalho et al. (2002) usando a geoestatística na determinação da variabilidade espacial de características químicas do solo sob diferentes preparos, observou que a localização das amostras para estimar os valores das características químicas do solo deve levar em conta as operações de campo, e cuidados devem ser tomados em relação à amostragem casual.

Em estudo com variabilidade de fósforo na planta e no solo, Camelo et al. (1993) concluíram que a planta atuou como integradora da variabilidade do solo e que a intensidade de amostragem poderia ser menor para o fósforo na planta do que no solo.

Silva et al. (2003) trabalhando com a variabilidade espacial na produtividade de milho, constataram que houve uma distribuição normal, sendo a variável fósforo disponível no solo, a que apresentou maior variação no solo. Os mesmos autores constataram também que a produtividade de grãos e todas as características químicas avaliadas apresentaram dependência espacial forte à moderada, evidenciando a importância da agricultura de precisão.

O crescimento das plantas, conforme a lei do mínimo, citada por Mello (1983), Mengel e Kirby (1987) e Raij et al. (1991), é limitado pelo nutriente menos disponível no solo. Os aumentos sucessivos nas quantidades disponíveis no solo, em função de utilização de quantidades crescentes de fertilizantes, também podem atingir níveis prejudiciais ao crescimento das plantas. Este é o princípio da lei dos incrementos decrescentes. Ndiaye e Yost (1989), em estudo sobre potássio na cultura do milho observaram que, em áreas onde havia menor variação na concentração deste nutriente, o rendimento médio da cultura atingia níveis superiores.

2.4 Qualidade de Frutos

O teor de sólidos solúveis é um parâmetro que tem sido usado como indicador da qualidade dos frutos, incluindo melão (Grangeiro et al., 1999) e pinha (Maia et al., 1986), dentre outros. O teor de sólidos solúveis é de grande importância nos frutos, tanto para o consumo "in natura" como para o processamento industrial, visto que elevados teores desses constituintes na matéria-prima implicam menor adição de açúcares, menor tempo de evaporação da água, menor gasto de energia e maior rendimento do produto, resultando em maior economia no processamento (Pinheiro et al., 1984). Métodos baseados em espectroscopia têm sido usados para a avaliação do teor de sólidos solúveis em vários tipos de frutos (Martinsen e Schaare, 1998). Contudo, os métodos destrutivos, isto é, baseados no processamento do material e posterior uso do refratômetro ainda são os mais usados (Maia et al., 1986; Grangeiro et al., 1999) por serem simples, baratos e fáceis de serem empregados. No uso de tais métodos, a porção do fruto a ser avaliada deve ser obtida de tal maneira que o teor de sólidos solúveis nela determinado represente o teor de todo o fruto. Em alguns tipos de frutos, isto é importante, mesmo para o agricultor. Por exemplo, seja para ser exportado, o melão necessita

ter um teor de sólidos solúveis mínimo de 8 % caso o mercado importador seja o europeu. No caso do mercado norte-americano, este valor passa a ser de 9 % (Bleinroth, 1994). Desta maneira, a determinação do teor de sólidos solúveis passa a ser uma atividade rotineira entre agricultores.

Segundo Guimarães (2007) o teor de sólidos solúveis é uma das principais características dos frutos no que diz respeito ao sabor, visto que é nesta fração que se encontram os açúcares e os ácidos. Este teor é também indicador da qualidade dos frutos e dos seus subprodutos. Quanto maior for o teor de sólidos solúveis, maior será o rendimento industrial. Entretanto, de acordo com Dorais et al. (2001) e Caliman (2003), o conteúdo de sólidos solúveis é inversamente proporcional à produção do tomateiro.

De acordo com Simões Jr. (1999) dentre os diversos parâmetros de qualidade desejados na fruta para seu consumo fresco destacam-se o tamanho do fruto, o teor de açúcares e seu respectivo balanço com a porcentagem de ácidos totais. Para isso, diversas técnicas agronômicas são adotadas no manejo do pomar, tais como a escolha da copa e do porta-enxerto, manejo correto da adubação e demais técnicas, como o anelamento de ramos que é utilizado em alguns países.

Fernandes et al. (1992) verificaram uma redução na porcentagem de sólidos solúveis na polpa do mamão em função de aumentos na taxa de adubação nitrogenada. No entanto, Viégas (1997) observou um aumento da produção de frutos em função da adubação nitrogenada sem que houvesse perdas de peso ou diminuição na porcentagem de sólidos solúveis totais do fruto.

Ermland Jr. (1986), relata que as condições de cultivo do meloeiro é um dos fatores que tem grande influência na qualidade dos frutos. A coloração e as características organolépticas são dependentes da adubação, do solo, do clima e da disponibilidade hídrica, da mesma forma como o tamanho dos frutos está amplamente relacionado com a produtividade da planta, dada a limitação da área foliar por fruto, o que melhora a qualidade dos frutos e conseqüentemente seu valor comercial, como também sua resistência a transporte e armazenamento. A eficiência do uso da água (e.u.a.) e a resistência à seca são freqüentemente tratados como sinônimos, embora eles normalmente não estejam relacionados (HSIAO, 1973; BEGG e TURNER, 1976). A e.u.a. refere-se a um parâmetro de rendimento total da colheita por unidade de água utilizada e o maior objetivo das pesquisas nesta área está em conseguir altos valores da e.u.a., mantendo-se altas produtividades. No

entanto, a ênfase dada à resistência à seca é freqüentemente relacionada à sobrevivência da planta durante períodos de déficit hídrico, resultante do baixo fornecimento de água e alta radiação, temperatura e demanda evaporativa da atmosfera (HERNANDEZ, 1991). De acordo com este autor, tanto a produtividade biológica ou a de frutos e a quantidade de água evapotranspirada, são dependentes do balanço de energia e a e.u.a, por sua vez, é dependente da distribuição de energia dentro da cultura.

O meloeiro é bastante exigente em cálcio (Ca), sendo um dos nutrientes mais absorvidos por esta cultura (CANATO et al., 2001). Os níveis foliares de cálcio variam de 2 a 7% e tendem a aumentar durante o ciclo de cultivo (CANTÓN, 1999). O cálcio é importante para a obtenção de frutos de boa qualidade tanto na aparência visual com redução da podridão apical, como no aumento da vida de prateleira (LESTER, 1996).

2.5 Produtividade

De acordo com Souza et al., (2004), conhecer a variabilidade espacial dos atributos do solo que controlam a produtividade das culturas é um fator indispensável. Fatores como declividade e posição topográfica influenciam na produtividade das culturas de maneira indireta, por influenciarem nos atributos químicos e físicos do solo.

A variabilidade na produtividade de uma cultura dentro do campo pode ser inerente do solo, clima ou induzida pelo manejo. Entre modificações nas propriedades físicas, químicas, biológicas do solo causadas por práticas de manejo, estão a compactação do solo pelas máquinas agrícolas e a variabilidade no stand das culturas e nos teores de nutrientes no solo devido à aplicação desuniforme de sementes, fertilizantes e corretivos (CASSEL et al., 1988; RUNGE e HONS, 1998; PLANT et al., 1999).

Um sistema de medição da produtividade tem como função medir direta ou indiretamente a produção de uma cultura (BALASTREIRE et al., 1997). Segundo Wagner e Schrock (1989) os sistemas da produtividade, de posicionamento e de aquisição de dados são essenciais para o mapeamento de produtividade.

Para Queiroz et al. (2000) os mapas de produtividade da cultura podem ser utilizados como o ponto de partida, a fim de avaliar as causas da variabilidade de

produtividade. Sendo assim, seu uso é imprescindível para a agricultura de precisão, pois identifica e quantifica a variabilidade espacial da produtividade das culturas e auxilia os processos de gerenciamento localizado (HAN et al., 1994). De acordo com Clark (1999), a observação e análise dos mapas de produtividade, usualmente, conduzem ao desejo de entender os fatores que afetam a produtividade, de maneira que o gerenciamento das práticas no campo possa ser adequado para o desenvolvimento da cultura. Concordando com Molin (2000), que observou que a produtividade apresenta variabilidade temporal e seu comportamento espacial não se repete com as diferentes culturas. Contudo, as informações contidas nos mapas de produtividade são além de imprescindíveis, insubstituíveis.

Segundo Parise e Vettorazzi (2005b) no Brasil, o uso da agricultura de precisão na citricultura, geralmente é feito com um levantamento de produção em nível de grupos de árvores que são georreferenciadas por meio da utilização do Sistema de Posicionamento Global (GPS). Após a interpolação dos dados de produção são produzidos os mapas de produtividade. Dessa maneira, o pomar é dividido em zonas que indicam as condições sobre as quais as plantas cresceram e produziram (LARK & STAFFORD, 1997).

Nos Estados Unidos é freqüente a adoção do uso de mapas e o monitoramento da produtividade. Em algumas propriedades é comum o produtor ter alguns mapas de colheitas, que documentam a distribuição espacial da produtividade na área, mas não permitem determinar a causa da variação. Dessa maneira, com as interpretações destes mapas, as chances de entender e poder controlar os fatores de variabilidade e também conhecer suas origens, são maiores (DOERGE, 1999).

Drummond et al. (1995), em uma análise visual dos mapas de produtividade de dois anos, em duas safras, uma de milho e outra de soja, em uma área de 25 ha, concluíram que a condição climática foi o fator que mais influenciou na produtividade.

Molin et al. (2002) realizaram um trabalho de mapeamento de produtividade de café e sua correlação com os componentes de fertilidade do solo em duas áreas pilotos nos municípios de Gália-SP e Pompéia-SP e observaram que os componentes de correlação entre a produtividade e fertilidade do solo resultaram em baixos valores. As duas áreas apresentaram grande variação na produtividade (1,3 a 4,5 Mg ha⁻¹).

Cox *et al.* (1999) relataram que estudos realizados na Austrália mostraram que, com a adoção da agricultura de precisão (mapeamento de produtividade, amostragem de solo e aplicação de gesso em taxas variáveis) durante cinco anos, trouxe um lucro de aproximadamente US\$ 536 ha⁻¹ na cultura da beterraba.

De acordo com Souza *et al.* (2004), conhecer a variabilidade espacial dos atributos do solo que controlam a produtividade das culturas é um fator indispensável. Fatores como declividade e posição topográfica influenciam na produtividade das culturas de maneira indireta, por influenciarem nos atributos químicos e físicos do solo.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização da Área

A área de estudo se localiza no município de Ibitinga-SP, na Fazenda Santa Angélica, em Argissolo Vermelho Amarelo, com coordenadas centrais 48°51'40"W e 21°43'32"S e altitude de 540 metros, apresentando verão chuvoso e inverno seco.

3.2 Equipamentos

Foi utilizado o Receptor GPS Geodésico L1 – Trimble, modelo: PRO-XR, na obtenção das coordenadas geográficas dos pontos de amostragem

Na obtenção do Brix, utilizou-se o Refratômetro.

Para a avaliação da produtividade utilizou-se caixas plásticas para laranja e balança para 200 kg.

3.3 Identificação e Caracterização dos Pontos

A área amostrada foi dada por um retângulo de 100 m x 399 m, sendo que a maior extensão foi disposta no sentido da declividade do terreno, objetivando detectar possíveis influências nos parâmetros avaliados devido a topossequência. A área total corresponde a 3,99 ha composta por 100 pontos de amostragem, espaçados em 20 m entre plantas e 21m entre linhas, sendo cada ponto localizado a 1 m do tronco da planta correspondente. As amostras simples de solo foram realizadas nos pontos georreferenciados (Figura 1) na profundidade de 0 a 20cm .

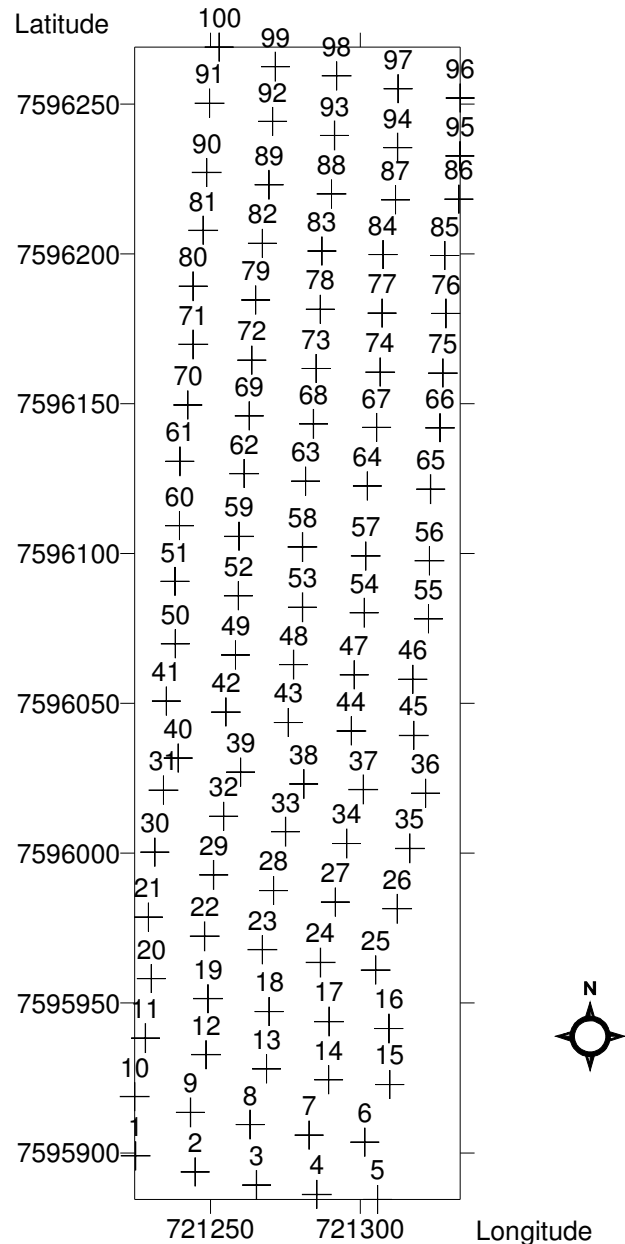


Figura 1 – Localização dos pontos de amostragem. Fazenda Santa Angélica, Ibitinga - SP, 2006

3.4 Características Avaliadas

3.4.1 Características Químicas do Solo

As amostras de solo ficaram expostas ao ar em ambiente protegido por 7 dias, com o objetivo de retirar o excesso de água existente, uma vez que a coleta se procedeu com o solo em grau elevado de umidade. Após este período, as amostras foram devidamente acondicionadas em sacos plásticos e identificadas e enviadas à

Universidade do Oeste Paulista, na cidade de Presidente Prudente, SP para realização das análises químicas.

Foram determinadas as seguintes características químicas: pH, teores de fósforo (P), cálcio (Ca), magnésio (Mg), potássio (K), matéria orgânica (MO), capacidade de troca catiônica (CTC) e saturação por bases (V%).

3.4.2 Produtividade

Todos os frutos das plantas correspondentes aos pontos georreferenciados, foram pesados e posteriormente expressos em kg planta^{-1} .

3.4.3 Qualidade de Frutos

Foram coletados 10 frutos de cada planta, para teste de Brix, usando o refratômetro.

3.5. Mapas de Variabilidade

Utilizando os dados obtidos para as características químicas do solo, produtividade e qualidade de frutos elaborou-se mapas de variabilidade espacial utilizando o *software* Surfer[®] 7.0. A grade amostral foi dada pelos pontos georreferenciados, onde em cada ponto obteve-se o valor da variável estudada. Desta forma, utilizando-se a krigagem como método de interpolação destes valores obteve-se os mapas de variabilidade.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados foram expressos na forma de mapas de isolinhas, com preenchimento em cores visando facilitar a interpretação da distribuição espacial dos parâmetros estudados. Assim, optou-se pela cor vermelha para os menores valores e a cor verde para os maiores valores.

4.1 Resultados Químicos do Solo

As Figuras 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 e 8 expressam os resultados obtidos para as características químicas do solo.

4.1.1 Acidez do Solo (pH)

A Figura 2 demonstra a distribuição da acidez do solo, onde pode-se verificar valores médios de pH na maior extensão da área amostrada. Valores inferiores à 4,9 são observados na parte mais alta do terreno equivalendo aos baixos teores encontrados para saturação por bases (V%), fósforo (P), potássio (K), Magnésio (Mg) e Cálcio (Ca), sendo que podemos considerar este último como o principal responsável pela maior acidez do solo.

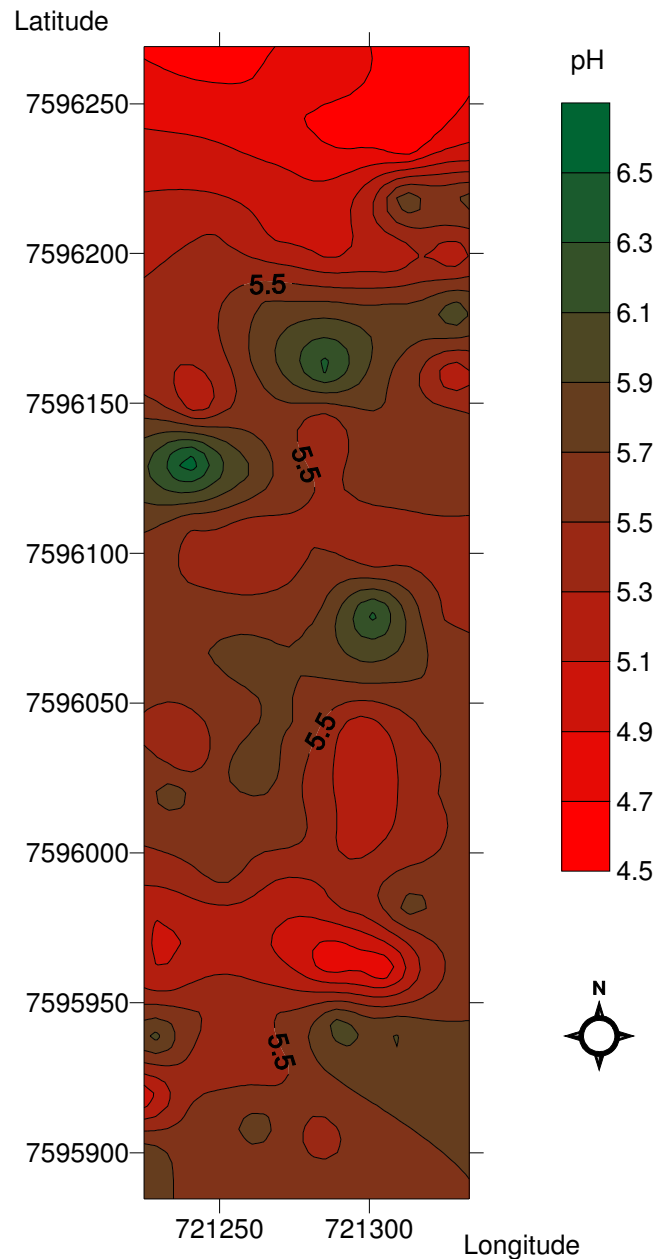


Figura 2 – Mapa de variabilidade para pH. Fazenda Santa Angélica, Ibitinga - SP, 2006

4.1.2 CTC do Solo

A variabilidade da CTC do solo, demonstrada na Figura 3 apresenta em algumas regiões da área amostrada relação com a variabilidade da matéria orgânica (MO) (Figura 4). Esta relação pode ser justificada por se tratar de um solo que apresenta horizonte superficial arenoso e aumentos nos teores de MO no solo elevam significativamente os valores para CTC. Nas demais regiões verifica-se que os valores de CTC variam de médios à baixos.

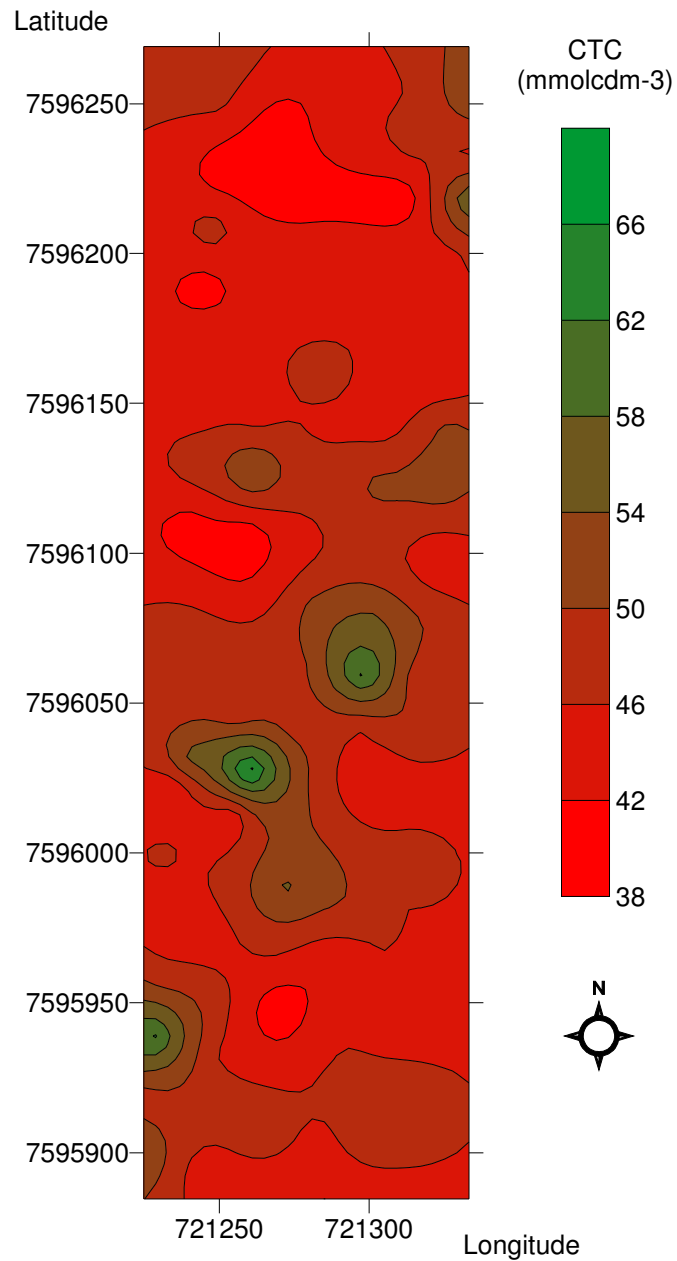


Figura 3 - Mapa de variabilidade para Capacidade de Troca Catiônica (CTC). Fazenda Santa Angélica, Ibitinga - SP, 2006

4.1.3 Matéria Orgânica (MO)

Os valores encontrados para matéria orgânica (MO) são compatíveis com aqueles citados por Rajj et al. (1997), que estabelecem valores de até 15 g dm^{-3} de MO para solos arenosos.

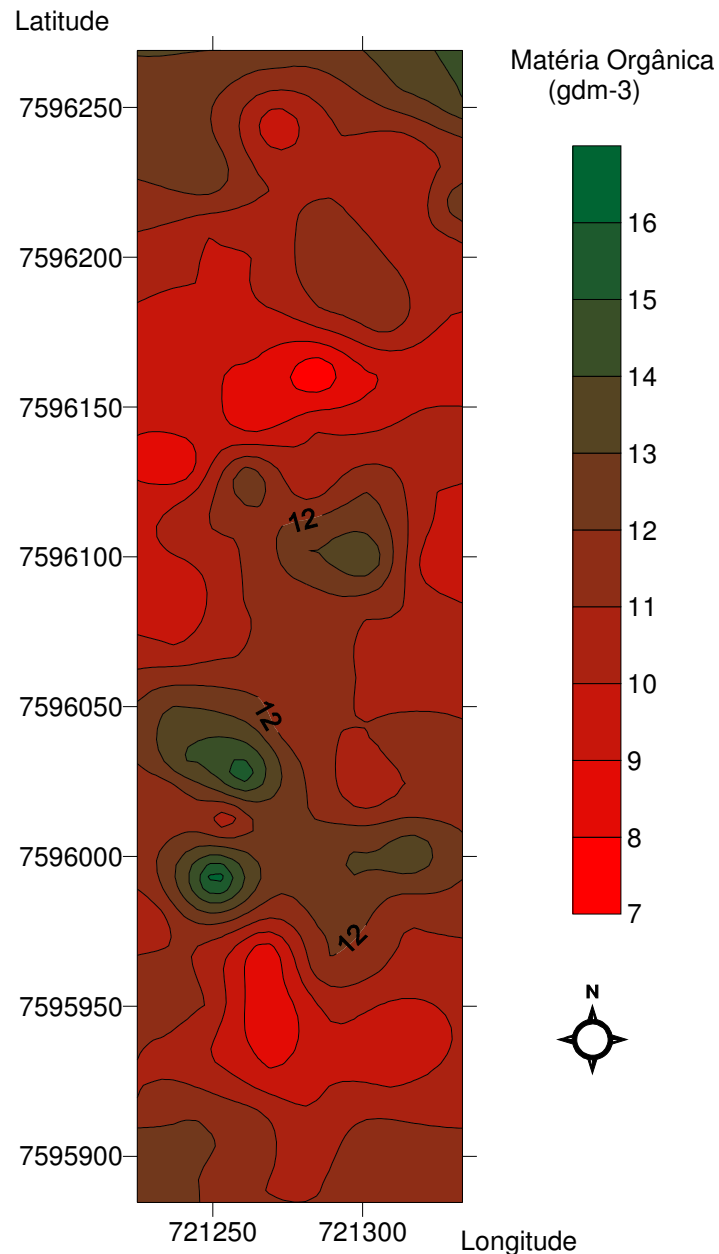


Figura 4 - Mapa de variabilidade para Matéria Orgânica (MO). Fazenda Santa Angélica, Ibitinga - SP, 2006

4.1.4 Saturação por Bases (V%)

Segundo Raij et al. (1997), a saturação por bases (V%) recomendada para citros no Estado de São Paulo é de valor igual ou maior a 70%. O mapeamento realizado para V% demonstrou, conforme Figura 5, haver uma descontinuidade deste parâmetro na área de estudo.

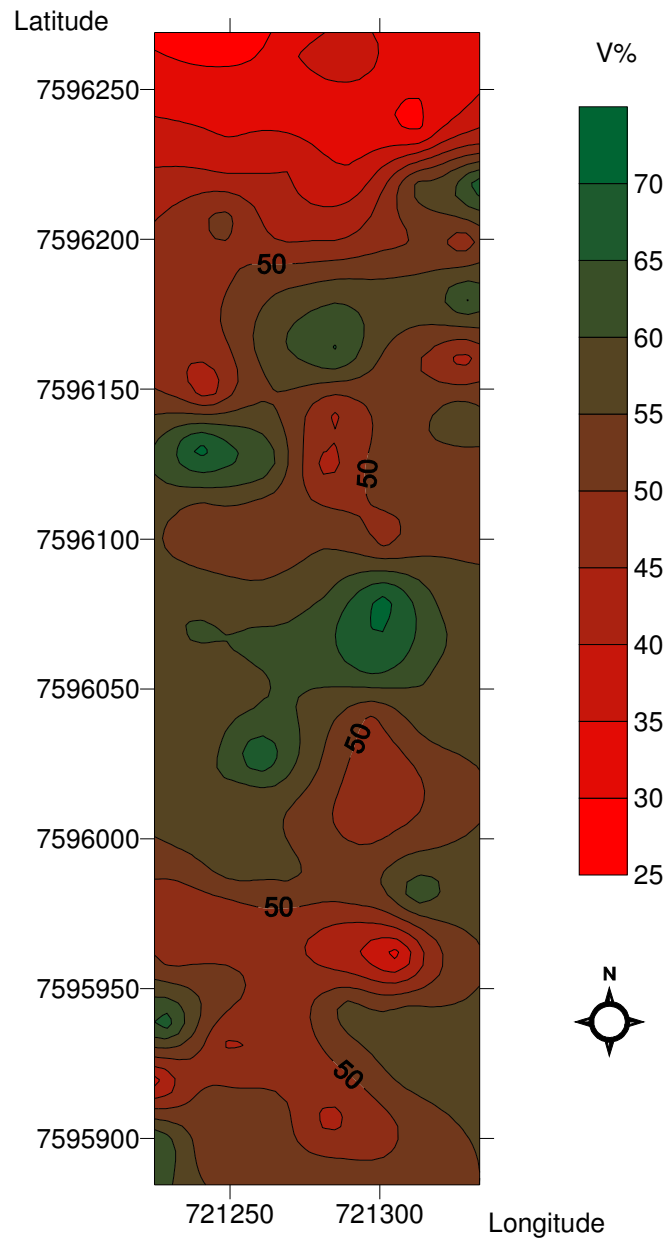


Figura 5 - Mapa de variabilidade para Saturação por Bases (V%). Fazenda Santa Angélica, Ibitinga - SP, 2006

Verifica-se que a maior porcentagem da área possui V% próximo (55 – 65%) ao recomendado. No entanto, valores baixos variando de 25 a 40%, são encontrados na parte mais alta do terreno, assemelhando ao comportamento apresentado pelos teores de magnésio, potássio e cálcio.

4.1.5 Cálcio (Ca)

O mapa de variabilidade para cálcio (Figura 6) mostrou que este apresenta teores variáveis para a área de estudo. Contudo, a homogeneidade de valores variando entre 8 e 12 $\text{mmol}_c\text{dm}^{-3}$ na parte superior da figura, assemelha-se aos padrões encontrados para outros parâmetros como fósforo, magnésio, pH e produtividade.

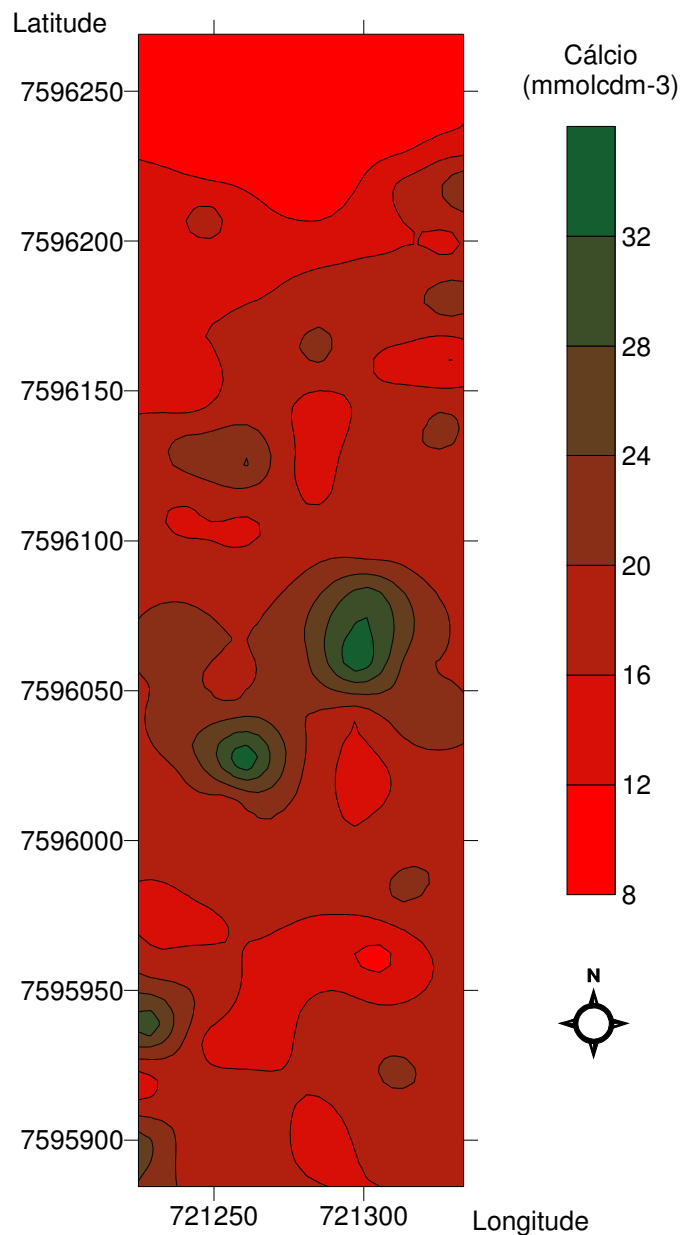


Figura 6 - Mapa de variabilidade para Cálcio (Ca). Fazenda Santa Angélica, Ibitinga - SP, 2006

4.1.6 Fósforo (P)

Os valores encontrados para fósforo (P) são considerados muito baixos, conforme Raij et al. (1997) na maior parte da área de estudo, apresentando valores menores que 5 mg dm^{-3} .

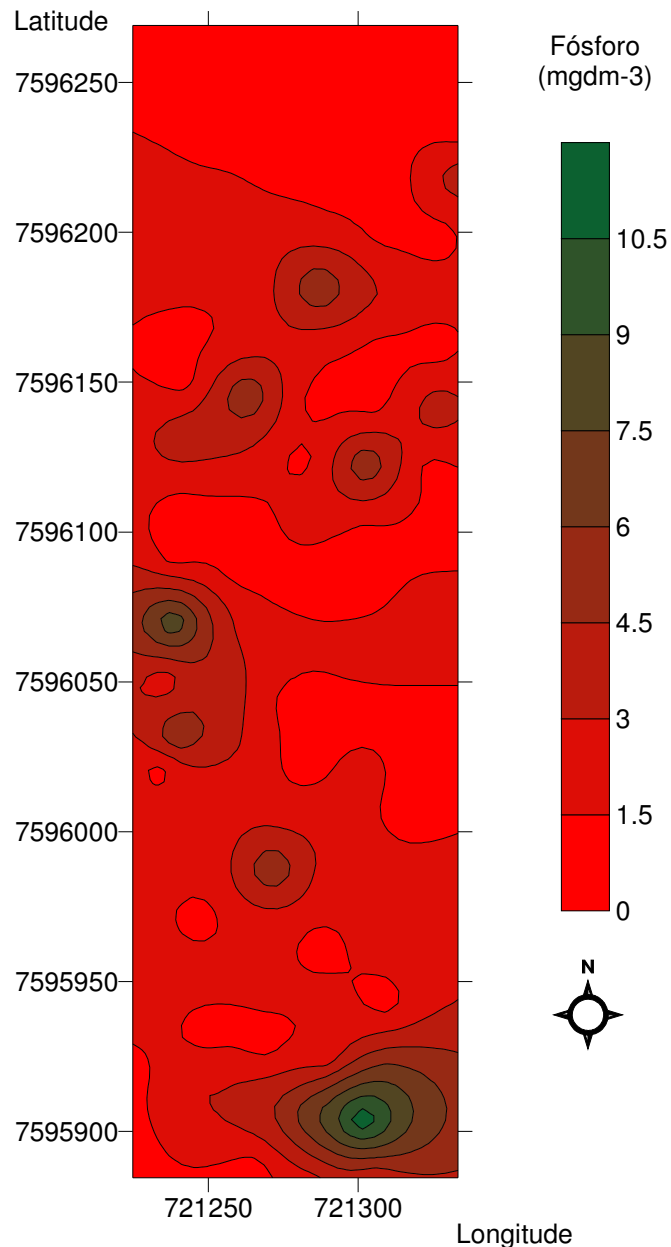


Figura 7 - Mapa de variabilidade para Fósforo (P). Fazenda Santa Angélica, Ibitinga - SP, 2006

Analisando o histórico de adubação e correção, da área de estudo apresentado na Tabela 1, verifica-se que as formulações utilizadas até o instante da

realização das amostragens (Novembro/2006) não contemplavam doses de fósforo. Pode-se atribuir a este fato os baixos valores encontrados para este nutriente.

Tabela 1 – Histórico de adubação e correção na área de estudo. Fazenda Santa Angélica, Ibitinga - SP, 2006

Data	Formulação
Nov/2002	20-0-20
Jun/2003	Calcário Dolomítico
Nov/2003	20-0-20
Jan/2004	20-0-20
Ago/2004	Yoorin Master M1
Out/2004	20-0-20
Dez/2005	20-0-20
Jan/2007	15-5-15
Mar/2007	15-5-15

4.1.7 Potássio (K)

Na Figura 8 observa-se que valores iguais ou inferiores a $1,1 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$ podem ser encontrados na maior parte da área. Mesmo o maior valor, ainda é considerado médio de acordo com Raij et al. (1997).

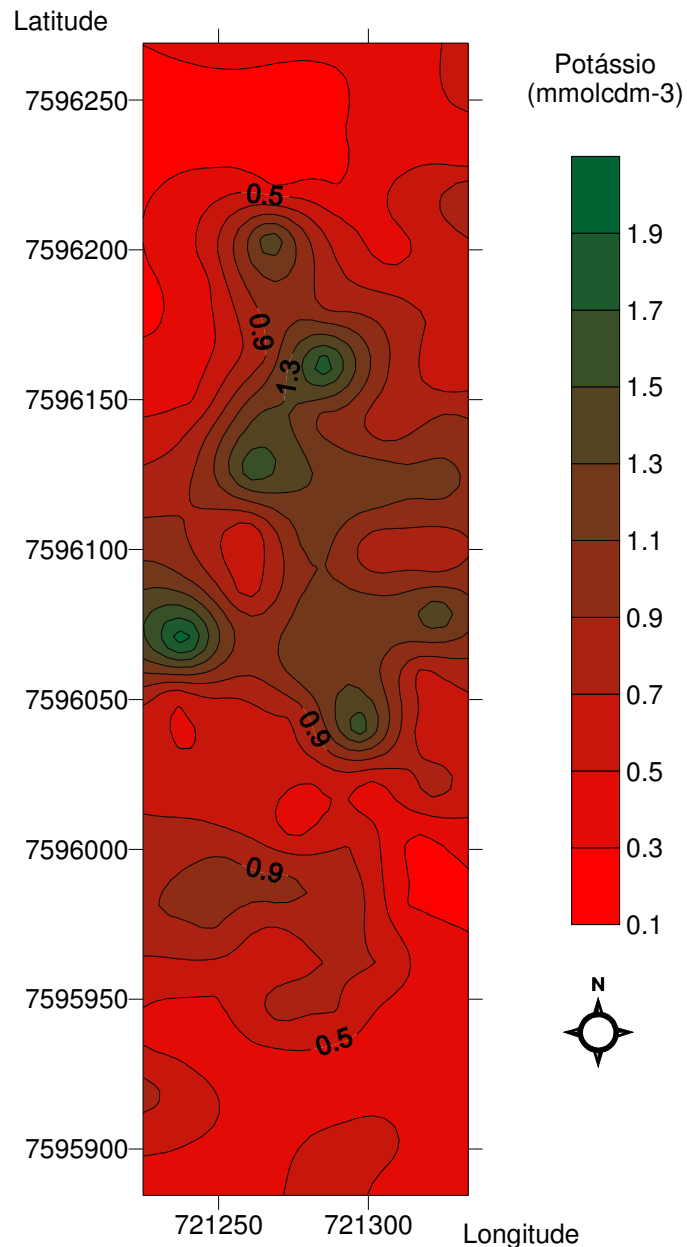


Figura 8 - Mapa de variabilidade para Potássio (K). Fazenda Santa Angélica, Ibitinga - SP, 2006

4.1.8 Magnésio (Mg)

De acordo com Raij et al. (1997) teores de magnésio (Mg) maiores que 8 mmol_c dm⁻³, são considerados altos. Para a área de estudo verificou-se a existência de teores próximos a este na maior parte da área. No entanto, os autores sugerem que seja mantido um teor mínimo de 9 mmol_c dm⁻³ desse nutriente para a cultura de

citros. Analisando a Figura 9 e embasando-se na orientação do autores pode-se concluir que os teores de Mg se apresentam abaixo do mínimo recomendado.

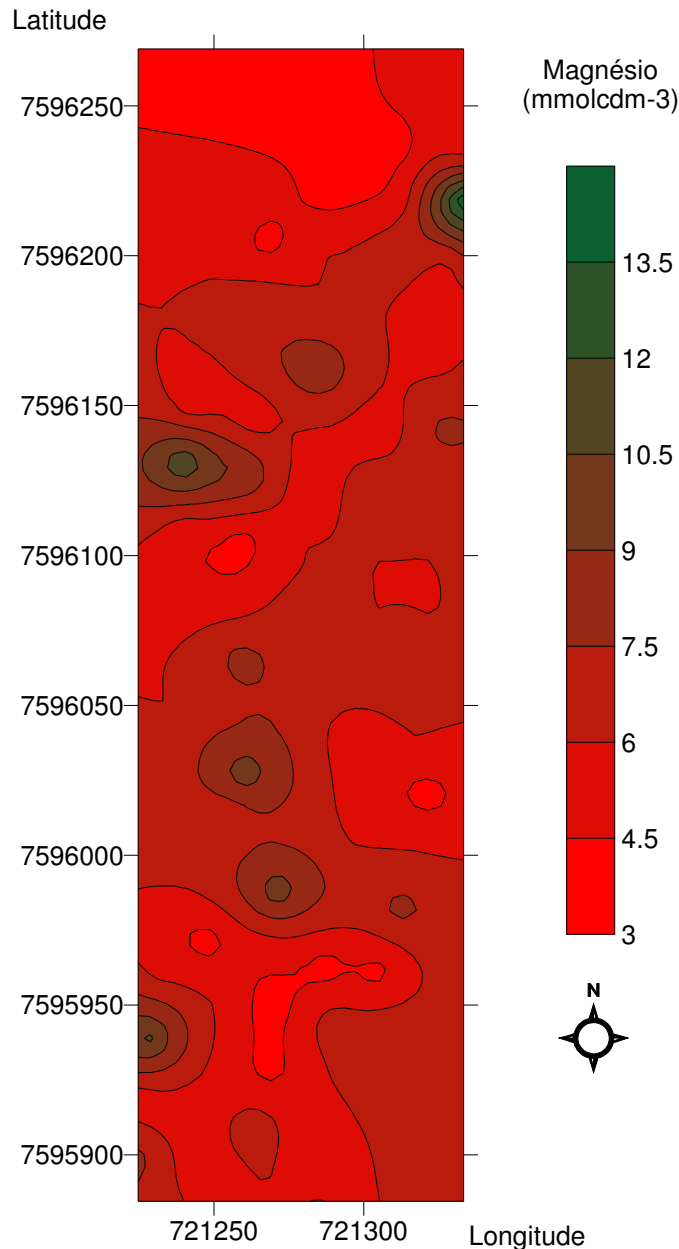


Figura 9 - Mapa de variabilidade para Magnésio (Mg). Fazenda Santa Angélica, Ibitinga - SP, 2006

4.2 Qualidade de Frutos

O Brix é utilizado para avaliar a qualidade de frutos em citros, sendo uma medida total de sólidos solúveis no suco da fruta. Os sólidos solúveis se constituem basicamente de açúcares (sacarose, frutose e glucose) e por isso o Brix é

considerado basicamente como a porcentagem de açúcar presente no suco. Para se referir ao Brix usamos o termo "graus Brix", o que equivale a uma porcentagem.

A Figura 10 demonstra a distribuição dos teores de Brix encontrados na área de estudo, os quais variaram de 10 a 15° Brix. Considerando que a laranja brasileira apresenta uma variação de 11 a 17° Brix, pode-se considerar que a qualidade de frutos da área de estudo está a contento com a média nacional.

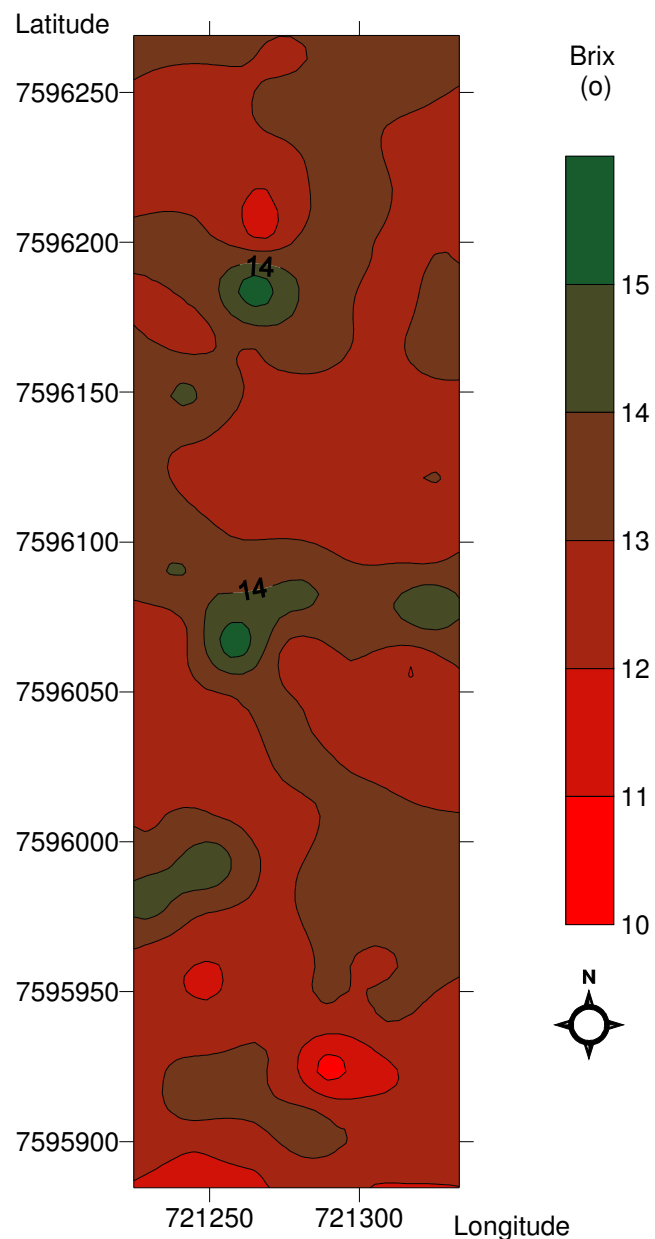


Figura 10 - Mapa de variabilidade para Brix. Fazenda Santa Angélica, Ibitinga - SP, 2006

Não foi observada relação entre a variabilidade do Brix e as demais variáveis estudadas.

4.3 Produtividade

Conforme Agriannual (2006) a produtividade média de laranja no Estado de São Paulo foi de 80,78 kg planta⁻¹. Comparando este valor com a média obtida para a área de estudo, de 115,5 kg planta⁻¹, verifica-se que embora tenha-se encontrado teores baixos para a maioria das variáveis estudadas, a produtividade manteve-se acima da média nacional. No entanto, verifica-se pela Figura 11 que houve uma heterogeneidade na produtividade com valor mínimo de 37 kg planta⁻¹ e máximo de 185 kg planta⁻¹. Esta heterogeneidade pode ser, no caso de baixa produtividade, atribuída à amostragem em plantas debilitadas por motivos de doenças ou nutrição, uma vez que a amostragem foi pontual e não em grupos de plantas ao entorno do ponto georreferenciado. Farias et al. (2003) realizaram o mapeamento da produtividade em um pomar de laranja Natal (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck) e também observaram uma alta variabilidade espacial. Os autores comentam ainda que, esta variabilidade pode ocorrer devido a fatores como tipo de solo, fertilidade e pragas.

As discrepâncias encontradas entre os mapas de variabilidades dos parâmetros químicos do solo e o mapa de produtividade, sendo que este último se apresenta mais homogêneo, sugere que a profundidade de amostragem se apresentou insuficiente para demonstrar a relação entre as variáveis químicas do solo e produtividade. Duenhas et al. (2005), estudando os efeitos de diferentes doses e formas de adubação com NPK, observaram que não houve incrementos significativos sobre a produtividade de laranja Valência. Para citros, cultura que apresenta sistema radicular profundo, amostragens de solo realizadas em profundidades maiores, podem fornecer resultados melhores na correlação entre solo e produtividade.

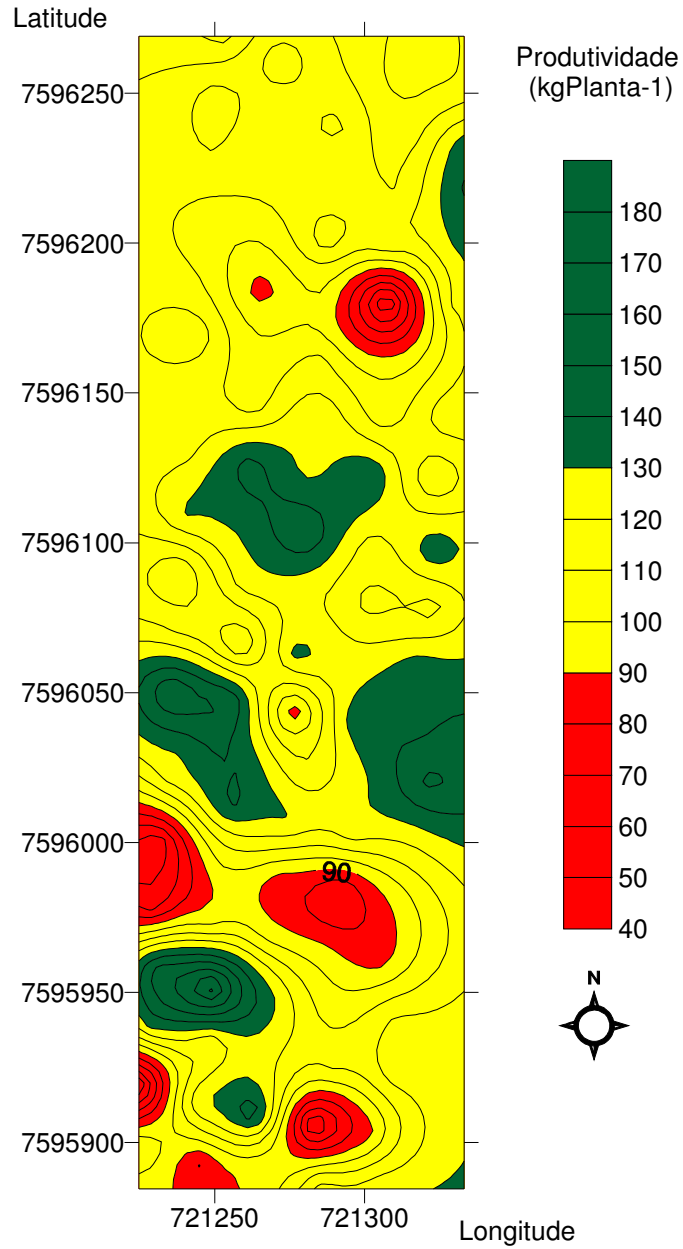


Figura 11 - Mapa de variabilidade para produtividade. Fazenda Santa Angélica, Ibitinga - SP, 2006

5. CONCLUSÃO

Analisando os resultados obtidos neste estudo pôde-se concluir que os baixos teores de magnésio, cálcio, fósforo, potássio e V% encontrados na camada de 0 a 20 cm não influenciaram no Brix e na produtividade.

A metodologia utilizada para mapear a variabilidade dos parâmetros estudados foi de grande valia na verificação da relação entre estes.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRIANUAL 1998: anuário da agricultura brasileira, São Paulo: FNP Consultoria e Comércio, 1998. 481p.

AGRIANUAL 2006: anuário da agricultura brasileira, São Paulo: FNP Consultoria e Comércio, 2006. p.266.

ANDRADE, R.A.; MARTINS, A.B.G. Propagação vegetativa de porta-enxertos para citros. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.25, n.1, p.134-136, abr. 2003.

BAIN, J.M. Morphological, anatomical and physiological changes in the developing fruit of the Valencia orange (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck). **Australian Journal of Botany**, Victoria, v.6, p.69-76, 1958.

BALASTREIRE, L.A.; AMARAL, J.R.; ESQUERDO, J.C.D.M. Agricultura de Precisão: mapeamento da produtividade de uma cultura de laranja. In: Balastreire, L.A. **Avanços na agricultura de precisão no Brasil no período de 1999-2001**. Piracicaba: ESALQ/LER, 2002. Cap.2, p.151-7.

BALASTREIRE, L.A.; ELIAS, A.I.; AMARAL, J.R. Agricultura de precisão: mapeamento da produtividade da cultura de milho. **Engenharia Rural**, Piracicaba, v.8, n.1, p.97-111, 1997.

BALASTREIRE, L.A. et al. **Agricultura de Precisão: mapeamento da produtividade de uma cultura de laranja**. 1999. Disponível em: <<http://www.ciagri.usp.br/~leia/laranja.htm>>. Acesso em 02 fev. 2004.

BATCHELOR, B. et al. **Precision agriculture: introduction to precision agriculture**. Iowa Cooperative Extension, 1997. 4p. Disponível em:

<<http://www.extension.iastate.edu/pages/precisionag/prec-ag.pdf>>. Acesso em: 18 ago. 1999.

BECKETT, P.H.T.; WEBSTER, R. Soil variability: a review. **Soil Fertil.**, v.34, p.1-15, 1971.

BEGG, I.E; TURNER, N.C. Crop water déficits. **Advances in Agronomy**, New York, v. 43, p. 65-217, 1976.

BHATTI, A.U. et al. Identifying and removing spatial correlation from yield experiments. **Soil Science Society of America Journal**, v.55, n.5, p.1523-1528, sept./oct. 1991.

BLANCO, H.G.; OLIVEIRA, D.A. Estudos dos efeitos da época de controle do mato sobre a produção de citros e a composição da flora daninha. **Arquivo Instituto Biológico de São Paulo**, São Paulo, v.45, n.1, p. 25-26, 1978.

BLEINROTH, E.W. Determinação do ponto de colheita. In: Netto, A.G. **Melão para exportação: procedimentos de colheita e pós colheita**. Brasília, MAARA/FRUPEX, 1994. p.11-21. (Série Publicações Técnicas).

BLEVINS, R.L. et al. Changes in soil properties after 10 years continuous of non-tilled and conventionally tilled corn. **Soil & Tillage Research**, v.3, p.135-146, May. 1983.

CALIMAN, F.R.B. **Produção e qualidade de frutos de genótipos de tomateiro em ambiente protegido e no campo**. 72f. Tese (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2003.

CAMELO, L.G.L. et al. Variabilidade espacial de fosforo en suelo y planta en un Argiudol Tipico bajo cultivo de maiz. **R. Fac. Agron.**, v.14, p.1-8, 1993.

CANTAGALLO, F.S. et al. Micropropagação de citrumelo 'Swingle' pelo cultivo *in vitro* de gemas axilares. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.27, n.1, p. 136-138, abr. 2005.

CANTÓN, J.M.R. El cultivo del melón em hidroponia. In: Fernandez, M.F.; Gomes, I.M.C. (Ed.) **Cultivos sin suelo II**. Almería: Dirección General de Investigación y Formación Agrária de La Junta de Andalucía, 1999. p. 535-561.

CAPELLI, N.L. **Agricultura de precisão - Novas tecnologias para o processo produtivo**. LIE/DMAQAE/FEAGRI/UNICAMP, 1999. Disponível em: <<http://www.bases.cnptia.embrapa.br/cria/gip/gipap/capelli.doc>>. Acesso em: 15 out. 1999.

CANATO, G.H.D.; BARBOSA, J.C.; CECÍLIO FILHO, A.B. Concentração de macro e micronutrientes em melão rendilhado cultivado em casa de vegetação. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.19, suplemento cd rom, jul. 2001.

CARVALHO, J.R.P.; SILVEIRA, P.M.; VIEIRA, S.R. Geoestatística na determinação da variabilidade espacial de características químicas do solo sob diferentes preparos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.37, n.8, p.1151-1159, ago. 2002.

CASSEL, D.K.; UP CHURCH, D.R.; ANDERSON, S.H. Using regionalized variables to estimate field variability of corn yield for four tillage regimes. **Soil science society of America Journal**, v.52, n.1, p.222-228, 1988.

CHUNG, C.K.; CHONG, S.K.; VARSA, E.C. Sampling strategies for fertility on a stoy silt loam soil. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v.26. n.5/6, p.741-763, 1995.

CLARK, R.L. **Evaluation of the potential to develop soil strength maps using a cone penetrometer**. St. Joseph: ASAE, 1999.

CORÁ, J.E. **The potential for site-specific management of soil and corn yield variability induced by tillage**. 1997. 104f. Tese (Doutorado em Crop and Soil Science) - Michigan State University, 1997.

COX, G.; HARRIS, H.; COX, D. Application of precision agriculture to sugar cane. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON PRECISION AGRICULTURE, 4., 1999, Madison. **Proceedings**... Madison: ASA, CSSA, SSSA, 1999. p. 753-763.

DAVIS, G.; CASADY, W.; MASSEY, R. **Precision agriculture: an introduction**. Water quality. University of Missouri-System, 1998. p.8. Disponível em: <<http://www.fse.missouri.edu/mpac/pubs/wq0450.pdf>>. Acesso em 17 jun. 1999.

DE NEGRI, J.D. Práticas culturais para o aumento da produtividade dos citros. In: SIMPÓSIO DE CITRICULTURA, 3., 1988, Jaboticabal. **Anais**... Jaboticabal: UNESP, 1988. p.205-219.

DOBERMANN, A.; GEORGE, T. Field-scale soil fertility variability in acid tropical soils. In: WORLD CONGRESS OF SOIL SCIENCE, 15., 1994, Acapulco. **Transactions**... Acapulco, 1994. v.5. p. 610-627.

DOERGE, T.A. **Journal of Production Agriculture**. Johnston, IA 50131 USA. 1999.

DORAIS, M.; GOSSELIN, A.; PAPADOPOULOS. AP. Greenhouse tomato fruit quality. **Horticultural reviews**, v.26, p. 239-306, 2001.

DRUMMOND, S.T.; SUDDUTH, K.A.; BIRREL, S.J. **Analysis and correlation methods for spacial data**. St. Joseph:ASAE, 1995. 22p.

DUENHAS, L.H. et al. Produção, qualidade dos frutos e estado nutricional da laranja Valência sob fertirrigação e adubação convencional. **Eng. Agríc.**, Jaboticabal, v. 25, n. 1, p. 154-160, jan./abr. 2005.

ELTZ, F.L.P.; PEIXOTO, R.T.G.; STEIN, A. Estimativa do teor de argila e de potássio trocável em solo esparsamente amostrado no sul do estado do Mato Grosso.

Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 24, p. 129-140, 1989.

EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro: CNPS, 1997.

EMBRAPA. **Tecnologia em mecanização no Brasil: equipamentos e sistemas para o futuro**. In: SEMINÁRIO TEMÁTICO PARA PROSPECÇÃO DE DEMANDAS EM PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM MECANIZAÇÃO AGRÍCOLA NO BRASIL, 1997.

ERMLAND JR., F.K.V. **Efeito do cultivo em casa de vegetação com cobertura de filme de polietileno, sobre a qualidade tecnológica e conservação pós colheita de melão (*Cucumis Melo* L.) cv. "Valenciano Amarelo CAC", com uso da irrigação por jato-pulsante**. Jaboticabal, UNESP/FCAV, 1986. 55p.

FACCHINELLO, J.C.; NACHTIGAL, J.C.; KERSTEN, H. **Fruticultura: fundamentos e práticas. Pelotas**: Ed. UFPEL, 1996. 311p.

FAO. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS.

Disponível em: < <http://faostat.fao.org/>>. Acesso em 15 JUN. 2005.

FARIAS, P.R.S. et al. Agricultura de precisão: mapeamento da produtividade em pomares cítricos usando geoestatística. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.25, n.2, p.235-241, ago. 2003.

FARIAS, P.R.S. et al. Geostatistical analysis of the spatial distribution of *Rotylenchulus reniformis* on cotton cultivated in crop rotation. **Russian Journal of Nematology**, Moscow, v.10, p. 1-9, 2002.

FATORGIS. Agricultura de Precisão: a tecnologia de GIS/GPS chega às fazendas. Curitiba, 1998. Disponível em: < <http://www.fatorgis.com>>. Acesso em 19 jul. 1999.

FERNANDES, D.M.; CORREA, L.S.; FERNANDES, F.M. Efeito da adubação nitrogenada e fosfatada em mamoeiro (*Carica papaya* L.) 'Solo' cultivado com irrigação. **Científica**, v.18, p.1-8, 1992.

FERNANDEZ, E.B.; ULIAN, L.F. Novos rumos da citricultura paulista. In: SECITAP - SEMANA DA CIÊNCIA E DA TECNOLOGIA AGROPECUÁRIA, 24., 1999, JABOTICABAL. **Resumos...** Jaboticabal: UNESP, 1999. p.26.

GRANJEIRO, L.C. et al. Qualidade de híbridos de melão-amarelo em diferentes densidades de plantio. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.17, p.110-113, 1999.

GUIMARÃES, M.A. Produção e sabor dos frutos de tomateiro submetidos à poda apical e de cachos florais. **Horticultura Brasileira**. v.25, n.2, Brasília, Abr-Jun 2007.

HADDAD, A.C. **Racionalização de herbicidas aplicados ao solo e em pós-emergência das plantas daninhas em pomares cítricos (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck.)**. 1993. f.4-23. Monografia (Trabalho de Graduação em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1993.

HAN, S. et al. Cell size selection for site-specific crop management. **Transactions of the ASAE**, v.37, n.1, p.19-26, Jan/Feb. 1994.

HASSE, G. **A laranja no Brasil**. 1987. Disponível em: <http://www.abecitrus.com.br/industria_br.html>. Acesso em: 30 abr. 2006.

HASSE, G. **História da laranja**. 1987. Disponível em: <http://www.abecitrus.com.br/historia_br.html>. Acesso em: 16 maio 2006.

HERNANDEZ, F.B.T. **Determinação do consumo de água na cultura do trigo (*Triticum aestivum* L.) na região de Jaboticabal-SP**. 1991. 77p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista Prof. Júlio de Mesquita Filho, 1991.

HORROM, N. Citrus yield monitoring and mapping. In: INTERNATIONAL SOCIETY OF CITRICULTURE CONGRESS, 2000. Orlando. **Proceedings...** Orlando: ISC, 2000. p 219.

HSIAO, T.C. **Plant response to water stress**. Annual Review of plant Physiology, Palo Alto, v.24, p. 519-570, 1973.

KOLLER, O.C. **Citricultura: laranja, limão e tangerina**. Porto Alegre: Rigel, 1994. 446p.

LARK, R.M.; STAFFORD, J.V. Classification as a first step in the interpretation of temporal and spatial variation of crop yield. **Annals of Applied Biology**, v.130, n.1, p.111-121, Feb. 1997.

LeCLERG, E.L.; LEONARD, W.H.; CLARK, A.G. **Field plot technique**. Minneapolis, Burgess, 1962. 373p.

LESTER, G.E. Calcium alters senescence rate of postharvest muskmelon fruit disc. **Postharvest Biology and Technology**, v.7, p. 91-96, 1996.

MACHADO, L.O. et al. Variabilidade espacial de atributos químicos do solo em áreas sob sistema plantio convencional. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v.31, p. 591-599, 2007.

MAIA, G.A. et al. Características físicas e químicas da ata. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.21, n.10, p.1073-1076, 1986.

MANZATTO, C.V.; BHERING, S.B.; SIMÕES, M. **Agricultura de Precisão: Propostas e ações da EMBRAPA Solos**. EMBRAPA Solos, 1999. Disponível em: <<http://www.cnps.embrapa.br/search/pesqs/proj01/proj01.html>>. Acesso em: 01 out. 1999.

MARTINSEN, P.; SCHAARE, P. Measuring soluble solids distribution in kiwifruit using near-infrared imaging spectroscopy. **Postharvest Biology and Technology**, v.14, p.271-281, 1998.

MC GRAW, T. Soil test level variability in southern Minnesota. **Bette Crops Plant Food**, v.78, p. 24-25, 1994.

MELLO, F.A.F. et al. **Fertilidade do solo**. 3.ed. São Paulo: Nobel, 1983. 400p.

MELSTED, S.W.; PECK, T.R. The principles of soil testing. In: WALSH, L.M. BEATON, J.D. (eds). **Soil testing and plant analysis**. Madison, Soil Science Society of America, 1973. cap.2, p.13-21.

MENEGATTI, L.A.A.; MOLIN, J.P. Metodologia para identificação e caracterização de erros em mapas de produtividade. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.7, n.2, p.367-374, 2003.

MENGEL, K.; KIRKBY, E.A. **Principles of plant nutrition**. Bern: International Potash Institute, 1987. 687p.

MERCANTE, E.; URIBE-OPAZO, M.A.; SOUZA, E.G. Variabilidade espacial e temporal da resistência mecânica do solo à penetração em áreas com e sem manejo químico localizado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.27, n.6, p.1149-1159, nov./dez. 2003.

MILLER, M.P.; SINGER, M.J.; NIELSEN, D.R. Spatial variability of wheat yield and soil properties on complex hills. **Soil Science Society of America Journal**, v.52, n.3, p.1133-1141, May/June 1988.

MILLER, W.M.; WHITNEY, J.D. Development of yield monitoring systems for Florida citrus. ASAE Annual International Meeting, 1998, Orlando. **Proceedings...** St. Joseph. ASAE, 1998. 12p. (Paper, 981098).

MOLIN, J.P. Geração e interpretação de mapas de produtividade para a agricultura de precisão. In: BORÉM, A.B. *et al.* **Agricultura de precisão**. Viçosa:UFV, 2000. p. 237-258.

MOLIN, J.P. *et al.* Mapeamento da produtividade de café e sua correlação com componentes de fertilidade do solo em duas áreas pilotos. In: BALASTREIRE, L.A. **Avanços na agricultura de precisão no Brasil no período de 1999-2001**. Piracicaba, ESALQ, 2002. P.58-65.

MOLIN, J.P.; MASCARIN, L.S. Colheita de citros e obtenção de dados para mapeamento da produtividade. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.27, n.1, p.259-266, Jan-Abr. 2007.

MOREIRA, C.S.; MOREIRA, S. História da Citricultura no Brasil. In: Rodrigues, O.; Viégas, F. (Ed.) **Citricultura Brasileira**. Campinas: Fundação Cargill, v.1, p. 1-21. 1980.

NDIAYE, J.P.; YOST, R.S. Corn response to spatial variability of residual potassium. **Soil science**, Baltimore. v. 148, n.1, p 1-7, 1989.

NEVES, E.M. *et al.* Citricultura Brasileira: Efeitos econômicos-financeiros, 1996-2000. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.23, n.2, p.432-436, Ago 2001.

OLIVEIRA, J.C. *et al.* Características microbiológicas do suco de laranja in natura. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v.26, n.2, p. 241-245, Abr-Jun 2006.

OLIVEIRA, J.J. *et al.* Variabilidade espacial de propriedades químicas em um solo salino-sódico. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.23, p.783-789, 1999.

ORLANDO FILHO, J.; RODELLA, A. A análise química do solo e recomendação de adubação. In: ORLANDO FILHO, J. (Coord.). **Nutrição e adubação da cana-de-açúcar no Brasil**. Piracicaba: Instituto do Açúcar e do Alcool/Planalsucar, 1983. p.155-178.

PARISE, F.J.O. **Padrões de variabilidade espacial e temporal da produção em um pomar jovem de laranja Hamlin**, 2004. 107f. Tese (Doutorado em Irrigação e Drenagem) – Escola Superior de Agricultura “Luis de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

PARISE, F.J.O.; VETTORAZZI, C.A. Análise de dados de produção em um pomar jovem de laranjeiras Hamlin: I. Relações com a resposta espectral. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.27, n.1, p.43-47, abr. 2005a.

PARISE, F.J.O.; VETTORAZZI, C.A. Análise de dados de produção em um pomar jovem de laranjeiras Hamlin: II. Classificação de dados espaço-temporais. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.27, n.1, p.48-51, abr. 2005b.

PINHEIRO, R.V.R. et al. Produtividade e qualidade dos frutos de dez variedades de goiaba, em Visconde do Rio Branco, Minas Gerais, visando ao consumo ao natural e à industrialização. **Revista Ceres**, Viçosa, v.31, p.360-387. 1984.

PLANT, R.E. et al. Factors underlying grains yield spatial variability in three irrigated wheat fields. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v.42, n.5, p.1187-1202, 1999.

QUEIROZ, D.M.; DIAS, G.P.; MANTOVANI, E.C. Agricultura de precisão na produção de grãos. In: BORÉM, A.B. *et al.* **Agricultura de precisão**. Viçosa: UFV, 2000. p.1-42.

RAMOS, H.H.; DURIGAN, J.C. Avaliação da eficiência de uma mistura pronta de glyphosate mais 2,4-D no controle de *Commelina virginica* L. em citros. **Planta Daninha**, Campinas, v.14, n.1, p.33-41, 1996.

RAIJ, B. et al. **Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo**. Campinas, Instituto Agrônomo – Fundação IAC, Boletim Técnico 100, 285p, 1997.

RAIJ, B. et al. **Fertilidade do solo e adubação**. São Paulo: Ed. Agronômica Ceres, Potafós, 1991.

ROCHA, A.C. et al. Época e intensidade de florescimento e pegamento de frutos segundo a distribuição pelos quadrantes em laranjeiras. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.25, n.6, p.85-88, 1990.

ROSSETTI, V. Clorose Variegada dos citros (CVC). In: RODRIGUEZ, O. *et al.* **Citricultura brasileira**. Campinas: Fundação Cargill, 1991. v.2, p. 715-720.

RUNGE, E.C.A.; HONS, F.M. Precision Agriculture – development of a hierarchy of variable influencing crop yields. In: Robert, P.C.; RUST, R.H.; LARSON, W.E. **Proceedings of the fourth international conference on precision agriculture**. St. Paul: American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Soil Science Society of America, 1998. p.143-158.

SALGADO, T.P. et al. Avaliação da eficiência do herbicida MON 78128 no controle de uma comunidade de plantas daninhas infestando a cultura da laranja. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 22., 2000, Foz do Iguaçu. **Resumos...** Foz do Iguaçu, 2000. p.412.

SALVA, R. Citrus tree production in Brazil. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF CITRUS NURSERYMEN, 6., 2001, Ribeirão Preto. **Proceedings...** Ribeirão Preto: EECB:Fundecitrus, 2001. p. 11-16.

SCHULLER, J.K. O estudo da arte da agricultura de precisão nos EUA. In: SIMPÓSIO SOBRE AGRICULTURA DE PRECISÃO, 2., 2000, Piracicaba. **Anais**. Piracicaba: ESALQ, 2000. p.8-16.

SETA, A.K. et al. Reducing soil erosion and agricultural chemical losses with conservation tillage. **J. Environ. Qual.**, v.22, p.661-665, 1993.

SILVA, G.P. **Eficiência do glyphosate e do sulfosate no controle de plantas daninhas na cultura dos citros *Citrus sinensis* (L.) Osbeck cv. Valência**. 2000. f.1-4. Monografia (Trabalho de Graduação em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2000.

SILVA, V.R. et al. Variabilidade espacial das características químicas do solo e produtividade de milho em um argissolo vermelho-amarelo distrófico arênico. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.27, n.6, p.1013-1020, nov./dez. 2003.

SIMÕES JR, A.B. Avaliação de frutos de laranjeira 'Pera' em função dos anelamentos de ramos em diferentes épocas. **Sci Agrícola**, v. 56, n.3, Jul. 1999.

SOUZA, Z.M. et al. Variabilidade espacial do Ph, Ca, Mg e V% do solo em diferentes formas do relevo sob cultivo de cana-de-açúcar. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.34, n.6, p. 1763-1771, 2004.

SUGAI, A.Y. et al. *Cienc. Tecn. Aliment*, Campinas, v.22, n.3, p.233-238, set-dez. 2002.

TONIETTO, S.M.; TONIETTO, A. Floração da variedade Tobias (*Citrus sinensis* Osbeck.) sobre três porta-enxertos no Vale do Taquari-RS. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.27, n.1, p.14-16, abr. 2005.

TRANGMAR, B.B.; YOST, R.S.; UEHARA, G. Application of geostatistics to spatial studies of soil properties. **Advances in Agronomy**, v.38, p.45-93, 1985.

VIÉGAS, P.R.A. Teores de nitrogênio em tecidos foliares, produção e qualidade de frutos de mamoeiro, em função da adubação nitrogenada. 1997. 62f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal Viçosa, Viçosa, 1997.

VIEIRA, S.R. *et al.* Geostatistical theory and application to variability of some agronomical properties. **Hilgardia**, v.51, n.3, p.1-75, June 1983.

VIEIRA, S.R.; NIELSEN, D.R.; BIGGAR, J.W. Spatial variability of field-measured infiltration rate. **Soil Science Society of America Journal**, v.45, n.5, p.1040-1048, Sept./Oct. 1981.

WAGNER, L.E.; SCHROCK, M.D. Yield determination using a pivoted auger flow sensor. **Transactions of the ASAE**, v.32, n.2, p.409-413, Mar./Apr. 1989.

WHITNEY, J.D. et al. Precision farming applications in Florida citrus. In: ASAE ANNUAL INTERNATIONAL MEETINGS, 1998, Orlando. **Proceedings...** Orlando: St Joseph, 1998. 10p.

AUTORIZAÇÃO PARA REPRODUÇÃO

Eu, Mariana Gaion Trevisan, autora da dissertação intitulada “Variabilidade espacial das características químicas do solo e produtividade de laranja Valência (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck)” apresentada como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Agronomia, em 11 de Abril de 2008, autorizo a reprodução desta obra a partir do prazo abaixo estabelecido, desde que seja citada a fonte.

(X) imediatamente

() após 6 meses da defesa pública

() após 12 meses da defesa pública

Marília, 11 de Abril de 2008

assinatura