

SISTEMAS DE CONDUÇÃO, NUTRIÇÃO MINERAL E ADUBAÇÃO DA
FIGUEIRA “ROXO DE VALINHOS” NA REGIÃO NORTE
FLUMINENSE

LUIZ CARLOS SANTOS CAETANO

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE DARCY RIBEIRO

CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ
AGOSTO – 2004

SISTEMAS DE CONDUÇÃO, NUTRIÇÃO MINERAL E ADUBAÇÃO DA
FIGUEIRA “ROXO DE VALINHOS” NA REGIÃO NORTE
FLUMINENSE

LUIZ CARLOS SANTOS CAETANO

“Tese apresentada ao Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como parte das exigências para obtenção do título de Doutor em Produção Vegetal”

Orientador: Prof. Almy Junior Cordeiro de Carvalho

CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ
AGOSTO – 2004

FICHA CATALOGRÁFICA

Preparada pela Biblioteca do **CCTA / UENF** 038/2004

Caetano, Luiz Carlos Santos

Sistemas de condução, nutrição mineral e adubação da figueira "Roxo de Valinhos" na Região Norte Fluminense / Luiz Carlos Santos Caetano. – 2004.

106 f. : il.

Orientador: Almy Junior Cordeiro de Carvalho

Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias. Campos dos Goytacazes, RJ, 2004.

Bibliografia: f. 98 – 104.

1. Figo 2. Adubação 3. Nitrogênio 4. Boro 5. Poda I. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias. II. Título.

CDD – 634.37

SISTEMAS DE CONDUÇÃO, NUTRIÇÃO MINERAL E ADUBAÇÃO DA
FIGUEIRA “ROXO DE VALINHOS” NA REGIÃO NORTE
FLUMINENSE

LUIZ CARLOS SANTOS CAETANO

“Tese apresentada ao Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como parte das exigências para obtenção do título de Doutor em Produção Vegetal”

Aprovada em 17 de agosto de 2004

Comissão Examinadora:

Pesq. Mauri dos Santos Manhães (D.Sc., Nutrição Mineral de Plantas) – UFRRJ

Prof^a Cláudia Sales Marinho (D.Sc., Fruticultura) – UENF

Prof. Eliemar Campostrini (D.Sc., Fisiologia Vegetal) – UENF

Prof. Almy Junior Cordeiro de Carvalho (D.Sc., Fruticultura) – UENF
Orientador

Dedico este trabalho à minha família que sempre me apoiou na busca dos meus objetivos e, em especial, a minha filha Ana Clara, mais uma razão para nunca esmorecer.

AGRADECIMENTOS

A Deus, esta força superior que guia a minha vida.

A Pesagro-Rio pela oportunidade concedida com a manutenção dos meus vencimentos e o suporte para a realização de parte dos trabalhos de tese.

A Embrapa pelo auxílio na forma de bolsa de estudos e a FAPERJ também com recursos financeiros que propiciaram a instalação dos experimentos.

A Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro pela oportunidade de enriquecer meus conhecimentos.

Ao meu orientador, Almy Junior Cordeiro de Carvalho, pelos ensinamentos e pela amizade sincera.

Aos professores Eliemar Campostrini, Claudia Sales Marinho, Elias Fernandes de Souza e Edenio Detmann pela grande contribuição durante o curso.

Aos professores Henrique e Silvério pela grande amizade e a professora Janie pela correção dos “abstracts” da tese. Ao Dr. Mauri Manhães da UFRRJ.

Aos pesquisadores da Pesagro-Rio/Estação Experimental de Campos pela amizade e companheirismo e ao professor Zaia da FUNDENOR.

Aos amigos e colaboradores Bruno, Kátia, Patrícia, Marcio, Joacy, Jaqueline, Catia e Lenício e aos bolsistas do LFIT pela contribuição na realização dos experimentos da tese.

Aos funcionários de campo da Pesagro-Rio e UENF (Colégio Agrícola).

Aos colegas Marta, Marcos, Crespo, Ruimário, Patrícia, Alexandre, Luís Otávio e todos os outros pela amizade e companheirismo.

SUMÁRIO

RESUMO	vi
ABSTRACT	viii
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1. Situação atual, importância econômica e perspectivas para a cultura da figueira	4
2.2. Origem, características botânicas e distribuição geográfica	7
2.3. Formação das plantas e área foliar	9
2.4. Nutrição e adubação da figueira	11
3. ARTIGO Nº 1	21
Estimação da área foliar da figueira cultivar Roxo de Valinhos utilizando modelo matemático baseado no comprimento foliar	
4. ARTIGO Nº 2	30
Efeito do número de ramos produtivos sobre o desenvolvimento da área foliar, composição mineral e produtividade da figueira.	

5. ARTIGO Nº 3	49
Produtividade e composição mineral da figueira Roxo de Valinhos em função de adubação nitrogenada	
6. ARTIGO Nº 4	67
Produtividade e composição mineral de folhas e frutos da figueira cultivar Roxo de Valinhos em função da adubação com boro e esterco bovino na região norte fluminense	
7. RESUMO E CONCLUSÕES	94
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	98
APÊNDICE	105

RESUMO

CAETANO, Luiz Carlos Santos; Eng. Agrônomo, D.Sc.; Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro; agosto de 2004; Sistemas de condução, nutrição mineral e adubação da figueira “Roxo de Valinhos” na região Norte Fluminense; Professor Orientador: Almy Junior Cordeiro de Carvalho; Professores Conselheiros: Claudia Sales Marinho e Elias Fernandes de Sousa

Neste trabalho objetivou-se estudar tecnologias que viabilizem o estabelecimento do cultivo da figueira na região Norte do Estado do Rio de Janeiro. Os objetivos específicos foram: 1) definir um modelo matemático estimador de área foliar para a figueira; 2) avaliar a influência do número de ramos produtivos sobre a área foliar, produtividade e nutrição mineral da figueira; 3) verificar a resposta da figueira à adubação com diferentes doses de nitrogênio; 4) avaliar a produtividade e a composição mineral de folhas e frutos da figueira em função de cinco doses de ácido bórico e da adubação orgânica; 5) determinar a extração de nutrientes pela colheita dos frutos da figueira. O cultivar utilizado foi o Roxo de Valinhos. Os resultados mostraram que o comprimento da folha (C) é adequado para estimar a área foliar da figueira (AF), sendo o modelo matemático mais adequado $AF = 0,8414C^2$. Na busca de definir-se uma estrutura de copa adequada para a condução da figueira foi conduzido experimento avaliando-se plantas de figueira conduzidas com 16, 20, 24, 28 e 32 ramos produtivos. O número e a produção de figos verdes mostraram resposta quadrática aos tratamentos. A maior produtividade de figos verdes, 11.910 kg/ha, foi obtida quando as plantas foram conduzidas com 24 ramos, sendo que

neste tratamento a área foliar média de cada planta foi de 6,2 m² e o teor foliar de macronutrientes (g/kg), Cl (g/kg) e outros micronutrientes (mg/kg) foi igual a: N = 28,7; P = 1,8; K = 14,7; Ca = 25; Mg = 7,3; S = 1,5; Cl = 2,0; Zn = 29,3; Fe = 152; Mn = 185; B = 42,1; Cu = 12,7. Em outro experimento, com plantas conduzidas com 20 ramos, avaliou-se a resposta da figueira a cinco doses de N (0, 64, 128, 192 e 256 g/planta). O número e a produtividade máxima de frutos foram de 353 e 9.282 kg/ha, respectivamente, com a aplicação de 161 g de N/planta. Observou-se resposta significativa às doses de nitrogênio nos teores foliares de P, K, Mg e B. A adubação nitrogenada não influenciou os teores foliares de N, S, Ca, Fe, Zn, Cu e Mn. Os teores foliares de todos os nutrientes foram influenciados pela época de amostragem. Para avaliar a resposta da figueira a adubação com boro (0, 20, 40, 60 e 100 g de ácido bórico/planta) combinadas com dois níveis de adubação com esterco bovino (sem esterco e 10 kg/planta), foi instalado um experimento com figueiras conduzidas com 12 ramos produtivos. A aplicação de boro não influenciou, e a adubação com esterco aumentou a produtividade da figueira. Os teores foliares de Mn, Zn e B aumentaram linearmente com aumento das doses de ácido bórico. Os teores de nutrientes encontrados na matéria seca foliar foram (macronutrientes em g/kg e micronutrientes em mg/kg): NH₄ = 34,2; NO₃ = 1,3; Ntotal = 35,5; P = 2,2; K = 13,8; Ca = 12,4; Mg = 5,7; S = 1,8; Mn = 120; Fe = 114; Zn = 25; B = 84,2 e Cu = 6,9. Os teores e a extração de Mn e B pelos frutos aumentaram linearmente com aumento nas doses de ácido bórico. As quantidades extraídas de macronutrientes (kg/ha/safra) e micronutrientes (g/ha/safra) foram: NH₄ = 16,4; NO₃ = 0,8; Ntotal = 17,2; P = 2,0; K = 13,3; Ca = 4,5; Mg = 2,0; S = 0,8; Mn = 33,7; Fe = 48,0; Zn = 22,8; B = 32,3 e Cu = 7,9. O teor de B no solo aumentou linearmente com as doses de ácido bórico. O teor de Al no solo foi reduzido com a adubação com esterco, enquanto os teores de K e P aumentaram.

ABSTRACT

CAETANO, Luiz Carlos Santos; Agronomist, D.Sc.; Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro; August 2004; Conduction systems, mineral nutrition and fertilization of “Roxo de Valinhos” fig tree in the North Fluminense region; Prof. Advisor: Almy Junior Cordeiro de Carvalho; Prof. Counselors: Cláudia Sales Marinho and Elias Fernandes de Sousa

The objective of the present work was to study technologies to enable the establishment of the fig tree crop in northern Rio de Janeiro. The specific objectives were: 1) to establish a mathematical model to estimate the fig tree leaf area; 2) to evaluate the influence of the number of productive branches on leaf area, yield and fig tree mineral nutrition; 3) to evaluate the response of fig tree to several nitrogen fertilization levels; 4) to evaluate the fig tree yield, leaf and fruit mineral composition in function of five boric acid levels and organic fertilization; 5) to establish the green fig crop nutrient extraction values. The fig tree cultivar used was Roxo de Valinhos. The results showed that the leaf length (L) is suitable to estimate the fig tree leaf area (LA) and the appropriate mathematical model is $LA = 0,8414L^2$. In order to obtain an appropriate canopy structure to conduct the fig tree an experiment was carried out for evaluating fig tree plants with 16, 20, 24, 28 and 32 productive branches. The highest green fig yield productivity, 11910 kg/ha, was observed under the treatment with plants conducted with twenty four branches, whose mean leaf area was 6,2 m² and the leaf macronutrients (g/kg), Cl (g/kg) and other micronutrients (mg/kg) contents were: N = 28,7; P = 1,8; K = 14,7; Ca = 25; Mg = 7,3; S = 1,5; Cl = 2,0; Zn = 29,3;

Fe = 152; Mn = 185; B = 42,1; Cu = 12,7. Another experiment which had plants conducted with twenty productive branches, the fig tree response to five nitrogen levels (0, 64, 128, 192 and 256 g/plant) was evaluated. Maximum fruit number and yield were, respectively, 353 and 9282 kg/ha applying 161 g of N/plant. There was a significative response of leaf P, K, Mg and B contents to the nitrogen levels. The nitrogen fertilization did not affect N, S, Ca, Fe, Zn, Cu and Mn leaf contents. All nutrient leaf contents were affected by leaf sampling time. To evaluate the fig tree response to boron fertilization (0, 20, 40, 60 and 100 g of boric acid/plant) combined with two cattle manure fertilization levels (without cattle manure and with 10 kg/plant) was carried out an experiment with twelve productive branches fig trees. The boric acid fertilization did not affect the green fig yield whereas the cattle manure one increased it. The Mn, Zn and B leaf contents increased linearly in function of the boric acid levels. The leaf nutrients mean contents were (macronutrients, g/kg, and micronutrients, mg/kg): $\text{NH}_4 = 34,2$; $\text{NO}_3 = 1,3$; $\text{N}_{\text{total}} = 35,5$; $\text{P} = 2,2$; $\text{K} = 13,8$; $\text{Ca} = 12,4$; $\text{Mg} = 5,7$; $\text{S} = 1,8$; $\text{Mn} = 120$; $\text{Fe} = 114$; $\text{Zn} = 25$; $\text{B} = 84,2$ e $\text{Cu} = 6,9$. The fruit Mn and B contents and extraction increased linearly with the boric acid levels. The amounts of macronutrients (kg/ha/crop) and micronutrients (g/ha/crop) extracted by fruit yield were: $\text{NH}_4 = 16,4$; $\text{NO}_3 = 0,8$; $\text{N}_{\text{total}} = 17,2$; $\text{P} = 2,0$; $\text{K} = 13,3$; $\text{Ca} = 4,5$; $\text{Mg} = 2,0$; $\text{S} = 0,8$; $\text{Mn} = 33,7$; $\text{Fe} = 48,0$; $\text{Zn} = 22,8$; $\text{B} = 32,3$ e $\text{Cu} = 7,9$. The B soil content increased linearly with the boric acid levels. The Al content decreased with the cattle manure fertilization, whereas the K and P contents increased.

1. INTRODUÇÃO

A figueira (*Ficus carica* L.) tem sido a cultura pioneira em programas de incentivo à fruticultura como ocorrido em Minas Gerais e em São Paulo. Este fato, muitas vezes, é decorrente do início precoce da produção da cultura e de possuir baixo custo de implantação em relação à maioria das fruteiras. Na figueira, a produção inicia-se no primeiro ano de plantio, alcançando a estabilidade a partir do terceiro ano quando as plantas apresentam-se formadas pelas podas de condução. Outras vezes é escolhida por ser cultura adequada às pequenas propriedades, utilizando mão-de-obra familiar e permitindo agregação de valor à produção pela industrialização caseira ou comunitária.

A ficicultura, com seu sistema de cultivo com práticas intensivas abrangendo podas, desbrotas, pulverizações semanais e colheitas diárias, no caso de figo de mesa, é grande empregadora de mão-de-obra, sendo cultivada predominantemente em pequenas propriedades em sistema de meia e utilizando mão-de-obra familiar, sendo que cada meeiro cultiva área normalmente em torno de 1 ha.

Os frutos verdes podem ser comercializados “in natura” em feiras livres, CEASA e supermercados ou destinados à indústria para elaboração de compotas e frutas cristalizadas. Os figos maduros ou “de vez” são destinados à mesa ou utilizados na elaboração de figadas, geléias e figos do tipo “rami”.

O Estado do Rio de Janeiro é um grande importador de produtos hortifrutícolas. Ocupando uma área de 5% do território nacional com cerca de 13.600.000 habitantes (10% da população do Brasil), fortemente concentrada na área urbana (90%), é o segundo maior mercado consumidor do país e, em 1996, produziu apenas 12,78% do valor das frutas comercializadas na CEASA-RJ. Por outro lado apresenta excelente localização, estando próximo de outros centros consumidores, como os estados de São Paulo e Minas Gerais, cuja distância se situa num raio de 500 km. Apresenta ainda, boa estrutura portuária, rodoviária e aeroportuária.

Praticamente todo o figo de mesa (maduro) comercializado no Estado do Rio de Janeiro é proveniente do Estado de São Paulo. A exploração deste mercado é possível principalmente para produtores das Regiões Serrana e Sul do Estado do Rio de Janeiro em face ao clima mais adequado para produção de figo de mesa e da proximidade do centro consumidor (Grande Rio).

Nas regiões Norte e Noroeste Fluminense a produção de figos apresenta potencial, principalmente de figos verdes para industrialização. A confecção de doces é tradição no município de Campos e região, onde estão instalados muitos estabelecimentos de pequeno porte, muitas vezes artesanais. Este potencial deve ser explorado não só para o aproveitamento da produção de figos, mas também de outras fruteiras.

Uma vez que o clima das Regiões Norte e Noroeste Fluminense se caracteriza por inverno de pouco frio, é possível uma segunda poda de produção, nos meses de março ou abril (normalmente poda-se no início de agosto) proporcionando a colheita nos meses de inverno. Esta prática, associada ao uso da irrigação, aumenta a produção anual da lavoura e faz com que a colheita coincida com a época de entressafra no Rio Grande do Sul e nas regiões produtoras mais altas de São Paulo (Valinhos) e Sul de Minas Gerais, podendo o produtor destas regiões do Estado do Rio de Janeiro obter maior preço de mercado pela sua produção. O valor pago aos produtores pelo quilo do figo verde nas regiões Norte e Noroeste Fluminense tem sido em média de R\$ 1,00 (um real).

Em estudos realizados pela Pesagro-Rio, foi possível observar que a produtividade de figos verdes para industrialização pode ultrapassar 10.000 kg/ha,

em lavouras bem conduzidas. Estes resultados são semelhantes aos conseguidos nas regiões produtoras do Estado de São Paulo e indicam a boa adaptabilidade da cultura à região.

Com os projetos do governo do Estado do Rio de Janeiro de incentivo à fruticultura, foram instaladas áreas de cultivo da figueira em vários municípios do Estado. Mas, na introdução de uma cultura em determinada região são necessários estudos detalhados, sobretudo em relação à produtividade e qualidade da produção, entre outros, gerando tecnologia de produção adequada às condições de clima e solo ali encontradas.

Buscando atender a algumas das necessidades do sistema de produção da figueira para a região Norte Fluminense, desenvolveu-se este trabalho tendo como objetivos:

1. Definir um modelo matemático estimador de área foliar para a figueira;
2. Avaliar a influência do número de ramos produtivos sobre a área foliar, produtividade e nutrição mineral da figueira;
3. Verificar a resposta da figueira à adubação nitrogenada;
4. Avaliar a produtividade e a composição mineral de folhas e frutos da figueira em função da adubação com boro e esterco bovino;
5. Estimar a extração de nutrientes provocada pela colheita dos frutos.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Situação atual, importância econômica e perspectivas para a cultura da figueira

A produção mundial de figos corresponde a 1.777.639 toneladas, ocupando área de 410.705 hectares no ano de 1998, conforme dados da FAO. Embora cultivado em cerca de trinta países, a maior parte da produção mundial de figos é oriunda de sete grandes produtores localizados na região Bacia Arábica do Mediterrâneo: Egito, Grécia, Irã, Marrocos, Turquia, Itália e Espanha. A Turquia é responsável por 77,3% do comércio mundial de figos secos. Além desses países onde o cultivo de figos é tradição milenar, merece destaque os Estados Unidos da América, cuja produção concentrada no Estado da Califórnia, atingiu em 1998 o total de 44.000 t em 6.475 ha cultivados (Penteado, 1999).

No Brasil, o cultivo comercial da figueira data de 1910 quando imigrantes italianos, utilizando estacas provenientes da Itália, realizaram os primeiros plantios de figo Roxo no município de Valinhos, Estado de São Paulo. Os satisfatórios resultados econômicos obtidos nos primeiros cultivos permitiram uma rápida difusão da cultura, fazendo de Valinhos e municípios próximos, o maior centro produtor de figos do Estado de São Paulo e do Brasil durante muitos anos. Entretanto, a grande elevação do preço da terra na região e a crescente especulação imobiliária têm

levado os cultivos para outros municípios, como Campinas e Sorocaba (Penteado, 1999).

O Estado do Rio Grande do Sul é outro grande centro produtor de figos, concentrando-se os cultivos na região de Pelotas. Porém, a produtividade vem caindo nos últimos anos com o envelhecimento e a falta de renovação dos pomares (Penteado, 1999).

Mais recentemente, a cultura tem se expandido pelo Sudoeste e Sul do Estado de Minas Gerais, sendo cultivados aproximadamente 216 ha nos municípios de São Sebastião do Paraíso, Jacuí, Pratápolis, Lavras, Caldas e outros. Alguns plantios são encontrados também em Araxá e Uberaba. Toda a área cultivada no Estado está direcionada à produção de figos verdes para indústria, sendo a safra de 1997 de 1.200 t, comercializada diretamente nas fábricas de doces do Estado e nas CEAGESP e CEASA-MG (Antunes et al., 1997).

Segundo o IBGE (2002), a área colhida com a cultura do figo no Brasil foi de 3.111 ha com 23.921.000 kg, e rendimento médio de 7.689 kg/ha. A maior área plantada foi verificada no Estado do Rio Grande do Sul, com 2.037 ha, vindo a seguir o Estado de Minas Gerais com 445 ha e o Estado de São Paulo com 390 ha. O maior produtor foi o Estado do Rio Grande do Sul com 11.215.000 kg, seguido dos Estados de São Paulo e Minas Gerais com 7.274.000 kg e 3.886.000 kg, respectivamente. A maior produtividade foi obtida no Estado de São Paulo com 18.650 kg/ha seguido do Estado de Minas Gerais com 8.730 kg/ha. Neste mesmo ano, o Estado do Rio de Janeiro produziu 40.000 kg de frutos em 7 hectares colhidos.

Os Estados de São Paulo e Rio Grande do Sul possuem mais tradição no cultivo da figueira, enquanto a expansão para as regiões Sul e Sudoeste de Minas Gerais é mais recente. O figo sulino é fornecido principalmente para a indústria, para a produção de conservas, enquanto que a safra paulista é destinada ao mercado interno como figo maduro de mesa e ao externo, como figo tipo exportação (meio maduro).

A exportação é bastante vantajosa aos produtores brasileiros, não só pelas melhores cotações obtidas, mas porque ocorre num período de excedente de oferta do produto no mercado interno. Ao mesmo tempo, a colheita brasileira ocorre num período de entressafra da produção de fruta fresca no mercado do hemisfério norte,

e coincide com as festas natalinas, época de maior consumo. Este fato permite atender bem aos exigentes consumidores nos países desenvolvidos da Europa, pois são-lhes oferecidos frutos frescos (Amaro, 1997).

Os maiores importadores de figo do Brasil são Alemanha, França, Países Baixos e Suíça, dentre mais de dez países para onde costumeiramente são feitos embarques aéreos. O pico de exportação ocorre na segunda quinzena de dezembro, quando se obtêm as maiores cotações (Amaro, 1997).

As exportações de figo vêm alcançando volumes crescentes, situando-se no patamar de 600 toneladas por ano, na década de noventa, e preço médio de US\$ 1,61/kg. Nos últimos anos, com preços elevados, superiores a US\$ 2,0/kg, a receita bruta superou um milhão de dólares-FOB, o que permite constatar um interesse crescente no figo brasileiro. A isenção de Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS) na exportação de frutas, a partir de setembro de 1996, tornou o produto nacional competitivo no mercado internacional e deverá propiciar ampliação nas vendas (Amaro, 1997 e Amaro, 1999).

O mercado mundial de frutas frescas movimenta anualmente cerca de US\$ 20 bilhões. Se considerarmos também a comercialização de frutas processadas, o valor dos negócios alcança algo próximo a US\$ 55 bilhões. A demanda mundial do mercado de frutas tem se mostrado extremamente dinâmica nos últimos anos. Consumidores europeus, norte-americanos e de alguns países asiáticos estão dispostos a pagar para ter acesso a frutas tradicionais de boa qualidade. Recebem também muito bem as frutas tropicais, que consideram exóticas e sofisticadas. Do lado da oferta de frutas, diversos países, entre os quais Estados Unidos, Israel e Nova Zelândia, têm participação importante. O Chile desenvolveu um sistema que envolve pesquisa, marketing, tecnologia e ação empresarial que rende cerca de US\$ 1,5 bilhão anualmente, só com a venda externa. O Brasil tem uma produção significativa, 32 milhões de toneladas de frutas anuais, mas a participação no comércio externo de frutas frescas é tímida, cerca de 0,5% de um mercado que movimenta US\$ 20 bilhões a cada ano. As justificativas por tão pífia participação neste mercado envolvem juros altos nos créditos agrícolas, câmbio sobre valorizado, impostos em demasia e os demais elementos que convencionamos chamar de custo Brasil (Revista Agroanalysis-Editorial, 1999 e Amaro, 1999).

2.2. Origem, características botânicas e distribuição geográfica

A figueira cultivada (*Ficus carica* L.) pertencente à família das Moráceas é considerada uma das mais antigas árvores frutíferas domesticadas, tendo sido encontrados fósseis das eras geológicas Quartenária e Terciária. Referências sobre a figueira são encontradas na Bíblia, nos escritos de Homero, Teofrasto, Aristóteles, Plínio e de outros escritores gregos e romanos (Simão, 1998).

Segundo Simão (1998), a figueira é nativa da Ásia Menor (Turquia). Penteadó (1999) descreve a figueira como originária da região mediterrânea. Apesar da aparente controvérsia entre os autores com relação a origem da figueira, o mar mediterrâneo banha países do sul da Europa, como Portugal, França, Espanha, Grécia e Itália, países localizados na Ásia, como Turquia, Síria, Israel e Líbano e também países do norte da África como Egito, Tunísia e Líbia. Todos estes países formam a chamada bacia mediterrânea (FIBGE, 1980).

A figueira, ao que tudo indica, foi, primeiramente, cultivada nas áreas férteis do sudoeste da Arábia, Mesopotâmia, Armênia e Pérsia. No período que marcou a queda do Império Romano (fins do Século V), a figueira difundiu-se em toda a bacia mediterrânea e também através da costa atlântica, na África. Através dos mouros, a cultura expandiu-se desde o norte da África até a Espanha e Portugal. Durante os “grandes descobrimentos”, o figo difundiu-se em cultivos pelas regiões tropicais, subtropicais e de moderado clima temperado das Américas. Cultivares europeus foram estabelecidos no Peru em 1526 e na Flórida em 1575. Em 1759 missionários espanhóis levaram o figo para a região de San Diego na Califórnia (Storey, 1975, citado por Pereira, 1981, Simão, 1998, Penteadó, 1999).

A introdução da figueira no Brasil provavelmente ocorreu ao mesmo tempo que a da videira, marmeleiro e outras espécies, as quais foram trazidas pelos participantes da primeira expedição colonizadora de Martin Afonso de Souza, no ano de 1532. Em 1910 passou a ser cultivada comercialmente em Valinhos -SP (Regitano, 1955, citado por Pereira, 1981 e Simão, 1998).

As variedades de figos cultivadas no Brasil são aquelas em que para a formação dos frutos é dispensada a polinização, chamada de caprificação, uma vez

que o agente polinizador do figo, a vespa *Blastophaga psenes* não é encontrada no Brasil.

O introdutor do figo Roxo em Valinhos foi o Sr. Lino Busatto, imigrante italiano, que chegou por volta de 1898 e teve a iniciativa de mandar vir de uma região da Itália, próxima ao mar Adriático, algumas mudas de figueiras produtoras de figo Roxo, que encontraram fácil adaptação, sendo hoje conhecidos como “Roxo de Valinhos” (Penteado, 1999).

A grande capacidade de adaptação às diferentes condições climáticas proporciona o cultivo da figueira nas mais diversas regiões. No Brasil os plantios espalham-se desde as regiões mais frias do Rio Grande do Sul até o vale do rio São Francisco na região Nordeste, com resultados satisfatórios.

As variedades selvagens de figo pertencem ao tipo caprifigo (*Ficus carica silvestris*) raramente apresentam-se comestíveis, destacando-se como fornecedoras de pólen. É a única classe de figo, cujas flores apresentam, quando maduras, estames fornecedores de pólen às demais variedades. São também os únicos figos, cujas flores femininas apresentam estilos curtos, apropriados a ovoposição e ao desenvolvimento da vespinha *Blastophaga psenes*, agente polinizador do figo. Os caprifigos são essenciais à reprodução e desenvolvimento desta vespa e por outro lado os caprifigos não completam o desenvolvimento dos seus frutos na ausência do inseto (Maiorano et al., 1997 e Pereira e Nachtigal, 1999).

Dos caprifigos evoluíram os demais tipos de figo: figo tipo smirna (*Ficus carica smyrniaca*), figo tipo comum (*Ficus carica hortensis*) e figo tipo São Pedro (*Ficus carica intermedia*). Nestes tipos encontram-se as variedades cultivadas comercialmente em todo o mundo (Maiorano et al. 1997 e Pereira e Nachtigal, 1999).

Os figos do tipo smirna produzem somente flores femininas com estilo alongado e a maturação dos frutos não se verifica, a menos que receba estímulo da polinização. São cultivados na Turquia, Grécia, Portugal, Espanha, Itália, Califórnia, etc. São também cultivadas para o preparo de figos secos (Maiorano et al., 1997 e Pereira e Nachtigal, 1999).

Os figos do tipo comum sofreram uma adaptação e não precisam de nenhum estímulo produzido pela polinização para amadurecerem. Apesar de apresentarem, como os figos do tipo smirna, flores femininas de estilo longo, os frutos são capazes

de se desenvolver por partenocarpia e, nesse caso, formam sementes estéreis. Se forem polinizados apresentarão sementes viáveis. Os figos desse tipo é que são cultivados no Brasil, destacando-se o cultivar Roxo de Valinhos (Maiorano et al., 1997 e Pereira e Nachtigal, 1999).

Os figos do tipo São Pedro têm características intermediárias entre os tipos smirna e comum, pois apresentam somente flores femininas de estilo longo. Entretanto, os figos da primeira colheita (ramos do ano anterior) são partenocárpicos, ao passo que os da segunda (ramos do ano) necessitam da caprificação para que cheguem a amadurecer. As variedades desse tipo têm pequeno valor comercial (Maiorano et al., 1997 e Pereira e Nachtigal, 1999).

Nos locais de inverno rigoroso, tanto na Europa quanto nas Américas, a figueira cresce abundantemente e produz plantas frondosas. Nas plantações comerciais norte-americanas e européias (Turquia, Espanha, Portugal, etc) a altura média das plantas varia entre 3 e 7 metros. Segundo Vossen e Silver (2000), as figueiras alcançam 6 a 9 metros de altura em pomares da Califórnia. No Brasil, as técnicas culturais empregadas, especialmente as podas de inverno, condicionam as plantas a um porte arbustivo inferior a 3 metros (Maiorano et al., 1997 e Pereira e Nachtigal, 1999). As variedades aqui cultivadas se adaptaram muito bem a este sistema de condução que permite grande aumento no número de plantas por área e um melhor controle das pragas da figueira, principalmente das brocas dos ramos e tronco.

2.3. Formação das plantas e área foliar

Pereira (1981) recomenda que, para a produção de figos de mesa (maduros), as plantas sejam formadas com 12 ramos e que para a produção exclusiva de figos verdes para a indústria, as plantas podem ser conduzidas com 20 a 30 ramos. Regitano (1957), citado por Corrêa e Santos (1999), indica que, para a produção exclusiva de figos verdes, as plantas podem ser conduzidas com 25 a 35 ramos; em trabalho realizado na região de Campinas, SP, observou que à medida que se aumenta o número de ramos por planta, ocorre um aumento na produção e no

número de frutos e, também, que quanto maior o número de ramos, menor o peso do fruto maduro, o que não ocorre com os frutos verdes.

Por outro lado, as variações no desenvolvimento e na produção das plantas podem implicar em alterações na demanda nutricional destas plantas. Estas situações devem ser acompanhadas para subsidiar o estudo do sistema produtivo da figueira.

Quando o número de ramos produtivos é alterado, a área foliar da planta é modificada e isto gera profundas alterações nas relações desta planta com o meio, sobretudo na demanda por nutrientes e por água.

Arranjos mais erectófilos apresentam menor coeficiente de extinção da luz, resultando numa distribuição da radiação incidente por maior área foliar, proporcionando, conseqüentemente, maior taxa de fotossíntese. Plantas com folhas superiores verticais e inferiores planas são mais eficientes para captação da energia luminosa pela variação do ângulo foliar. De modo geral, linhas de plantio no sentido norte-sul propiciam melhor padrão de interceptação da luz e maiores produções do que linhas de plantio na direção leste-oeste (Bernardes, 1987).

A área foliar pode ser uma importante ferramenta na análise de crescimento e produtividade das plantas, uma vez que está diretamente ligada a produção de matéria seca das plantas através da fotossíntese. As descrições das características do dossel são essenciais para entendermos diversos processos da planta por causa da profunda influência que esta estrutura tem nas relações entre a planta e o meio.

As equações matemáticas para estimação da área foliar foram desenvolvidas na busca de um método fácil e rápido de ser executado e também por não ser destrutivo. Esta metodologia é importante por adequar-se facilmente ao uso no campo, podendo, as avaliações, serem executadas várias vezes ao longo do ciclo de desenvolvimento da cultura e nas mesmas folhas.

Os modelos matemáticos estimadores de área foliar podem ser obtidos por diferentes medições nas folhas das plantas; as mais comuns são o comprimento ao longo da nervura principal (Pereira e Splittstoesser, 1986, Campostrini e Yamanishi, 2001), a largura máxima (Nascimento et al., 2002, Queiroga et al., 2003) e as relações entre essas medidas (Rao et al., 1978, Robbins e Pharr, 1987, NeSmith, 1991, Gamiely et al., 1991).

2.4. Nutrição e adubação da figueira

Quaggio et al. (1996) relatam que as informações sobre a nutrição das plantas frutíferas, de uma maneira geral, são limitadas, mesmo no Estado de São Paulo, e que elas têm surgido de forma esparsa em todo o mundo e transferidas de uma região para outra. Embora isso não seja o ideal, os resultados são aceitáveis, desde que ancorados em elementos técnicos, tais como: composição química das culturas, análise de solo e diagnose foliar.

Como os nutrientes exercem funções específicas dentro da planta, a carência ou o excesso de um deles resulta em alterações metabólicas, morfológicas ou anatômicas específicas, que se traduzem em sinais externos, os quais, juntamente com as análises de solo e folhas, completam o diagnóstico da disponibilidade dos nutrientes no solo, o que é fundamental no estabelecimento dos programas de adubação (Quaggio e Piza Junior, 2001).

Nas plantas, o nitrogênio é constituinte de compostos, tais como: aminoácidos, enzimas, ácidos nucléicos e clorofila (Marschner, 1995). De acordo com Bataglia et al. (1985), a adubação nitrogenada pode exercer uma importante função não somente por causa da concentração de metabólitos nitrogenados, mas também por causa dos seus efeitos na incorporação de assimilados através do aumento da capacidade fotossintética das plantas.

A absorção do nitrogênio pela planta se dá, sobretudo, na forma nítrica (NO_3^-), que na planta é reduzida a amônia (NH_3), envolvendo as enzimas redutase do nitrato e redutase do nitrito. A primeira transforma o nitrato em nitrito, e a segunda, o nitrito em amônia, que pode ser assimilada em compostos orgânicos (Taiz e Zeiger, 2004).

Em condições de deficiência de nitrogênio, a planta apresenta crescimento lento, com redução do porte; ramos finos e em menor número e com tendência ao crescimento vertical; folhas em menor número, com redução da área foliar; clorose generalizada e queda prematura das folhas (Malavolta, 1997).

No solo, o nitrogênio é encontrado tanto na forma orgânica quanto mineral, havendo um predomínio da primeira sobre a segunda, sendo que a forma orgânica não é prontamente absorvida pelas plantas.

O nitrogênio orgânico torna-se disponível para as plantas pelo processo da amonificação. Primeiramente os materiais orgânicos são quebrados em compostos tais como proteínas e aminoácidos e daí a amônio, que pode ser absorvido pelas plantas, fixado pelas cargas negativas do solo ou transformado em nitrato pela nitrificação. A nitrificação envolve duas conversões, primeiro a amônia é convertida em nitrito pela atividade de um grupo de bactérias denominadas nitrosomonas e, posteriormente, o nitrito é convertido em nitrato pela ação de bactérias do grupo nitrobacter (Malavolta, 1980, Marschner, 1995). O nitrato, que possui carga negativa, é repellido pelas cargas negativas do solo e, permanecendo em solução, pode ser perdido por lixiviação.

O balanço do nitrogênio no sistema solo-planta-atmosfera é dado entre ganhos e perdas no sistema; os ganhos são provenientes das adubações nitrogenadas, mineralização da matéria orgânica, fixação biológica e chuvas; as perdas são ocasionadas por extração pelas culturas, volatilização, desnitrificação, lixiviação, erosão e imobilização biológica.

O nitrato do solo pode ser perdido por desnitrificação. A desnitrificação corresponde à redução do nitrito ou nitrato a N-gasoso por microorganismos desnitrificadores que usam estes compostos como receptores terminais de elétrons em condições de anaerobiose, restrição do oxigênio ou com grandes quantidades de compostos orgânicos reduzidos (Malavolta, 1980).

A volatilização da amônia toma grande importância prática com o uso da uréia como fonte de nitrogênio nas adubações. A volatilização ocorre porque a uréia é hidrolisada no solo num processo catalisado pela enzima urease com liberação de amônia (NH_3), que é gasosa. A perda de amônia pode ser reduzida desde que a uréia seja incorporada a alguns centímetros de profundidade. Outra providência é o parcelamento da adubação para não saturar a capacidade de adsorção pelas partículas do solo (Coutinho et al., 1993).

O nitrogênio é o nutriente mineral mais importante para o crescimento da figueira, sendo o mais extraído pela planta, apresentando, assim, os maiores teores na matéria seca da parte vegetativa e nos frutos da figueira (Fernades e Buzetti, 1999). Tem sido constatado que o excesso de adubação nitrogenada provoca desenvolvimento vigoroso das plantas e frutos maiores, porém, retarda a maturação

dos figos (Simão, 1971 e Fachinello et al., 1979). Esta prática pode ser importante quando o objetivo é a produção de figos verdes para indústria.

Segundo Quaggio et al. (1996), os teores foliares de nitrogênio adequados para a figueira são 20 a 25 g/kg de matéria seca. Pereira (1981) indica as quantidades normais de nitrogênio nas folhas da figueira cultivar Roxo de Valinhos variando de 28,4 a 33 g/kg de matéria seca.

Segundo Fernandes e Buzetti (1999), os sintomas de deficiência de nitrogênio em figo são: plantas pequenas e frágeis com coloração verde-citrina por toda a área foliar das folhas maduras, podendo, também, os sintomas atingirem as folhas novas.

Hernandez et al. (1991) estudaram a resposta de figueiras do cultivar Roxo de Valinhos com seis ramos reprodutivos a doses de nitrogênio (0, 60, 120, 180, 240 e 300 g de N/planta). O resultados foram submetidos à análise de regressão, não sendo possível ajustar função matemática para as variáveis produtividade de figos verdes e/ou maduros, peso médio e diâmetro, e comprimento de frutos. Verificaram resposta linear crescente na concentração foliar de nitrogênio com o aumento das doses, coletando-se a primeira folha completamente desenvolvida a partir do ápice no início da frutificação. Posteriormente, Hernandez et al. (1996) obtiveram resposta positiva de produtividade de frutos maduros em experimento, aplicando-se seis doses de nitrogênio (0, 150, 300, 450, 600 e 750 g/planta), parceladas em quatro vezes.

Hernandez et al. (1994), trabalhando com figueiras do cultivar Roxo de Valinhos com doze ramos produtivos, em resposta à adubação nitrogenada (0, 150, 300, 450, 600 e 750 g/planta), e seis lâminas de irrigação, correspondentes a 0, 25, 50, 75, 100 e 125% da Evaporação do Tanque Classe A (ECA), encontraram que, na primeira colheita, o suprimento de nitrogênio proporcionou aumento nos sólidos solúveis dos frutos maduros. Nas três colheitas subseqüentes, segundo os autores, não ocorreu o mesmo resultado, provavelmente pela diminuição no suprimento de fotoassimilados aos frutos que ocorre devido a queda de folhas no decorrer do período produtivo, em função da característica caducifolia da espécie e pelo aumento da incidência de ferrugem (*Cerotelium fici*). Também não foi observado efeito dos tratamentos na relação polpa/casca dos frutos. Em folhas amostradas no início do

período produtivo (escolhendo-se a primeira folha completamente expandida a partir do ápice em cinco ramos) a análise de nutrientes mostrou que o aumento no suprimento de água fez aumentar a concentração foliar de cálcio e, principalmente, de nitrogênio e levou a redução na concentração de fósforo. As doses de nitrogênio influenciaram inversamente a concentração foliar de cálcio, ocorrendo redução dos teores foliares de cálcio com o aumento do suprimento de nitrogênio.

A deficiência e a toxicidade de boro ocorrem em todas as regiões agrícolas do mundo. A identificação e a correção do desequilíbrio de boro requerem o conhecimento dos processos que governam sua absorção, remobilização e distribuição na planta.

O teor total de boro no solo varia com o material de origem e com o grau de intemperismo. Em solos da região sudeste do Brasil, especialmente em Minas Gerais e em São Paulo, os teores de boro total ficam entre 9,8 e 54 mg/kg. Desse total, a maior parte encontra-se ocluída e/ou fortemente ligada aos minerais de argila, principalmente aos silicatados, e aos óxidos cristalinos e amorfos de ferro e alumínio. Do teor de boro total do solo, apenas 5% estariam disponíveis para as plantas (Dantas, 1991, Fontes et al., 2001). Malavolta et al. (1991) citam as faixas de 31 a 54 mg/kg para o boro total e 0,06 e 0,32 mg/kg para o boro disponível em solos brasileiros.

O boro disponível no solo encontra-se principalmente associado à matéria orgânica, o que evidencia sua maior concentração nos horizontes superficiais do solo. A adsorção aumenta com o aumento do pH, da temperatura, do teor de materiais adsorventes e com a diminuição da umidade do solo. Os óxidos de alumínio fixam mais boro que os óxidos de ferro. Em pH 6,0, a adsorção de boro é aproximadamente vinte vezes maior nos óxidos de alumínio que nos óxidos de ferro. As argilas absorvem o boro na seguinte ordem: Caulinita < motmorilonita < illita, crescendo com o pH, sendo que em pH ao redor de 6,0 ela é, para todas as argilas, mais ou menos da mesma ordem e grandeza que a observada nos óxidos de ferro, no mesmo valor de pH. Isto confirma o fato de que a correção de deficiência de boro em solos argilosos requer maior quantidade de adubo contendo boro do que em solos arenosos. O solo arenoso adsorve menos o boro permitindo maior disponibilidade do nutriente para as plantas, mas também, as maiores perdas deste

nutriente em razão da lixiviação (Dantas, 1991, Yamada, 2000, Fontes et al., 2001). Para Yamada (2000), a disponibilidade de boro na solução do solo é regulada pela adsorção e não pela lixiviação.

O suprimento de boro para as raízes depende da concentração inicial de boro na solução do solo (B_i), da capacidade de reposição do B_i , pelo boro adsorvido no solo (B_a) e do coeficiente de difusão desse nutriente no solo. O boro é provavelmente absorvido pelas plantas como ácido bórico não dissociado, que é absorvido mais rapidamente que o aniônio (Dantas, 1991, Fontes et al., 2001).

Atualmente sabe-se que o boro é móvel no floema de todas as espécies que utilizam polióis (açúcares simples como sorbitol e dulcitol) como um metabólito fotossintético primário. Nestas espécies, um complexo poliol-B-poliol é formado nos tecidos fotossintéticos e é transportado no floema para drenos ativos, como meristemas vegetativos ou reprodutivos. Em espécies que não produzem quantidades significativas de polióis, o boro, uma vez transportado até a folha através do fluxo transpiratório, não pode entrar no floema, resultando na sua completa imobilidade. Nestas espécies, o boro se acumulará nos locais de terminação de veias da folha, encontrando-se freqüentemente um gradiente abrupto na concentração de boro de tal modo que sua concentração em pecíolo e nervura central é menor que no meio da lâmina e, ainda menor, que nas margens e ápices (Brown e Hu, 1998).

Como as plantas nas quais o boro é imóvel acumulam sempre o boro no ápice e na extremidade das folhas velhas, os sintomas de toxidez de boro nessas espécies sempre são exibidos como queimaduras nas margens e na ponta destas folhas. Por outro lado, as plantas nas quais o boro é móvel exibem a toxidez como “dieback” em brotos jovens, abundante secreção de resina na axila da folha e aparecimento de lesões corticentas marrons ao longo de caules e pecíolos, em vez da queimadura marginal na folha (Brown e Hu, 1998).

Em fruteiras, a deficiência de boro causa mau funcionamento do tecido do cambio vascular, responsável pela multiplicação de células dos vasos condutores, provocando colapso imediato do floema e, em de deficiência aguda, também do xilema. Com isso, há redução de crescimento das raízes, que não recebem quantidade suficiente de fotoassimilados e, finalmente, a absorção de água e de

nutrientes também é afetada. Não há sintomas foliares típicos, mas sim, de estrangulamento do tronco ou ramos, tais como folhas engrossadas, retorcidas, com nervuras amareladas, salientes e corticosas. A gema apical morre e ocorre superbrotamento de gemas axilares, com perda da dominância apical, dando um formato de roseta nos pontos de crescimento da planta; e como há prejuízo à condução de açúcares para as raízes, os ramos jovens acumulam carboidratos e podem excretar goma (Quaggio e Piza Jr., 2001).

A adubação com esterco é uma recomendação comum na literatura sobre a cultura da figueira. Campo-Dall'orto et al. (1996) recomendam, para a figueira, adubação com 2 kg de esterco de galinha ou 10 kg de esterco bovino bem curtido, por cova, por ocasião do plantio, e mais quantidade equivalente, por planta anualmente, como adubação de produção. O uso de adubos orgânicos como fonte de nutrientes toma importância quando se leva em conta que são utilizados em grande quantidade e com alta frequência. Segundo Volkweiss (1991) é provável que os micronutrientes se encontrem em formas orgânicas e inorgânicas nestes materiais. Já os teores são variáveis com o tipo de material e também dentro do mesmo tipo de adubo. De quarenta e quatro amostras de esterco bovino de origem diferentes, Volkweiss (1991) cita teores de B variando de 4,5 a 52,0 mg/kg, Cu de 7,6 a 40,8 mg/kg, Mn de 75 a 549 mg/kg, Mo de 0,8 a 4,2 mg/kg e Zn de 43 a 247 mg/kg. Com relação aos teores de macronutrientes no esterco bovino curtido, Berton (1996) encontrou teores de 15 g/kg de N, 12 g/kg de P, 21 g/kg de K, 20 g/kg de Ca, 6 g/kg de Mg e 2 g/kg de S.

Em maracujazeiro amarelo irrigado no Norte Fluminense, a aplicação de 8,7 kg de esterco bovino por cova não proporcionou melhoria na produtividade ou qualidade do suco em relação à adubação mineral ou associação de ambas (Ogliari, 2003). Vêras e Yuyama (2000) verificaram que a adubação com esterco bovino reduziu a incidência de doenças foliares na pupunheira em relação à adubação mineral. Trindade et al. (2000) verificaram que a adição de 10 a 30% de esterco bovino no substrato permitiu o melhor estabelecimento da simbiose micorrízica e promoveu a formação de mudas saudáveis de mamão, sem sintomas de deficiência nutricional e apropriadas para o transplante no campo. Silva e Lima (2001) estudaram a influência do esterco bovino (0, 20, 40, 60 e 80 L/planta) sobre o teor

foliar de nutrientes na mangueira “Tommy Atkins”, verificando que não houve efeito dos tratamentos sobre a concentração foliar de nutrientes. Para a produção de mudas de café, a utilização de 50% de esterco bovino mais osmocote no substrato proporcionou os mesmos resultados do substrato comercial plantmax-café; e, entre os vários níveis de esterco no substrato testados (0 a 80%), 80% de esterco mais osmocote foi o que proporcionou as melhores características de mudas: altura de planta e peso de matéria seca de raízes e parte aérea (Andrade Neto et al., 1999). Borges et al. (2002) verificaram que a adubação da bananeira da terra com 20 L de esterco bovino em cobertura aumentou o número de frutos por cacho e o comprimento médio do fruto em relação à adubação química.

A análise química dos frutos por ocasião da colheita dá uma boa indicação da exportação de nutrientes pelos frutos, o que permite estimar as quantidades de nutrientes retiradas com a produção para fora do pomar, servindo como uma referência para os cálculos de adubação, principalmente quando resultados experimentais conclusivos não estão disponíveis (Quaggio e Piza Junior, 2001).

Trabalho realizado em condições de campo por Hernandez et al. (1994) demonstra a exportação de macronutrientes por diferentes partes da planta de figueira “Roxo de Valinhos”, cultivada sob condição de sequeiro, com 1666 plantas/ha e adubadas com 300 g/planta de N, 45 g/planta de P_2O_5 e 45 g/planta de K_2O , na região de Ilha Solteira, Estado de São Paulo. Segundo estes autores, os nutrientes extraídos em maiores quantidades foram o N e o K, tanto para frutos maduros como verdes, e N, K e Ca, quando se consideram os ramos das plantas retirados pela poda e a extração total da planta. As quantidades encontradas por estes autores estão descritas no Quadro 1.

Hiroce et al. (1979) estimaram a exportação de nutrientes para a produção de 22 t de figos frescos por hectare em 69,11 kg de nitrogênio, 10,40 kg de fósforo, 87,23 kg de potássio, 24,15 kg de cálcio, 6,71 kg de magnésio, 6,37 kg de enxofre, 154 g de B, 3 kg de Cl, 339,5 g de Cu, 168 g de Fe, 67g de Mn, 1,34 de Mo e 58 de Zn.

Quadro 1. Exportação de N, P, K, Ca e Mg, em kg/ha, pela cultura do figo cv. Roxo de Valinhos na região de Ilha Solteira-SP

Nutrientes (kg/ha)	Frutos frescos (kg/ha)	Frutos verdes (kg/ha)	Ramos (5,6 kg/planta)	Total (kg/ha)
N	20,50	11,60	32,90	65,00
P	0,96	0,52	2,98	4,36
K	22,25	9,16	25,92	57,33
Ca	4,60	4,40	25,90	34,90
Mg	1,80	1,70	5,60	9,10
Produção (t/ha)	10,00	1,30	9,30	-

Fonte: Hernandez et al. (1994)

Estudos conduzidos por Haag (1979) mostraram que plantas de figueira bem supridas em nutrientes apresentavam, nas folhas, teores de N, P, K, Ca e Mg de, respectivamente, 33,8, 2,0, 28,3, 19,1 e 6,6 g/kg, e teores de B entre 162 e 219 mg/kg. Pereira (1981) encontrou os seguintes valores (em g/kg) médios de macronutrientes no limbo e pecíolo foliar: limbo, N = 33; P = 2,6; K = 18,1; Ca = 16; Mg = 4,2, pecíolo, N = 12,4; P = 1,9; K = 33,4; Ca = 12,3; Mg = 5,1.

Segundo Quaggio et al. (1996), o teor adequado de macronutrientes, em folhas de figueira, é 20-25, 1-3, 10-30, 30-50, 7,5-10 e 1,5-3 g/kg, respectivamente para N, P, K, Ca, Mg e S. O mesmo autor recomenda coletar folhas recém- maduras e totalmente expandidas, da porção mediana dos ramos, três meses após a brotação.

Pereira (1981) encontrou os seguintes valores (em mg/kg) médios de micronutrientes no limbo e pecíolo foliar. Limbo: Fe = 139; Zn = 30,5; Cu = 10; Mn = 94,8; pecíolo: Fe = 31,8; Zn = 12,4; Cu = 7,48; Mn = 34,4.

Segundo Quaggio et al. (1996), o teor adequado de micronutrientes em folhas de figueira é 30-75, 2-10, 100-300, 100-350, e 50-90 g/kg, respectivamente para B, Cu, Fe, Mn e Zn. O mesmo autor recomenda coletar folhas recém- maduras e totalmente expandidas, da porção mediana dos ramos, três meses após a brotação.

Os níveis foliares adequados de macronutrientes (g/kg) e micronutrientes (mg/kg) na figueira, segundo vários autores compilados por Askin e Ceilan (1998), são: N = 17, P = 10, K = 9,3 a 12, Ca = 32,6 a 50, Mg = 7,5, Zn = 18,8, Fe = 291, Cu = 6,07 e Mn = 153. Neste trabalho, desenvolvido por Askin e Ceilan (1998) nas áreas de produção da Turquia com as variedades Adriatic e Calyrmina, foi utilizado

como metodologia de amostragem foliar a coleta da terceira folha completamente desenvolvida à partir da primeira folha com fruto na base.

A absorção de elementos minerais pela figueira varia em função dos estádios fisiológicos da planta durante o ciclo de produção. Proebsting e Warner (1954), citados por Fernandes e Buzetti (1999), avaliando os teores de N, P, K, Ca e Mg em folhas de figueira, variedades Adriatic e Calymirna, coletadas entre os meses de abril e setembro, verificaram que os teores de nitrogênio e fósforo decresceram durante o período de desenvolvimento das plantas; os teores de potássio apresentaram uma tendência irregular, isto é, houve um grande aumento do teor foliar de potássio do mês de abril até junho, que, após, decresceu acentuadamente até o mês de setembro; os teores de cálcio e magnésio aumentaram gradativamente durante o período de pesquisa.

Pereira (1981) recomenda, nas adubações anuais de restituição, aplicar as quantidades totais médias de nutrientes por hectare de 200 a 300 g de N, 40 a 60 kg de P_2O_5 e 200 a 500 kg de K_2O , para pomares de média fertilidade.

Almeida e Silveira (1997) recomendam que as adubações de cobertura deverão ser iniciadas quando mais de 60% das plantas estiverem com um número superior a três pares de folhas e repetidas a intervalos de cerca de 30 dias. Primeira e segunda adubação – 6 a 10 g de N; terceira adubação – 10 a 15 g de N e 15 g de K_2O ; quarta adubação – 15 g de N e 15 g de K_2O . Recomenda-se aplicar também 15 kg de esterco bovino curtido, ou 5 kg de esterco de galinha, ou 2 kg de torta de mamona, mais aplicação de P_2O_5 no início do período produtivo.

Campo-Dall'Orto et al. (1996), no Estado de São Paulo, fazem as seguintes recomendações para as adubações anuais de produção: aplicar, anualmente, 3 t/ha de esterco de galinha, ou 15 t/ha de esterco bovino bem curtido. A adubação mineral deve ser realizada de acordo com a análise de solo e a produtividade esperada (Quadro 2). Após a colheita, distribuir esterco, fósforo e potássio na dosagem anual misturados a terra de superfície em coroa larga, acompanhando a projeção da copa da planta no solo. Dividir o nitrogênio em 4 parcelas, aplicando em cobertura de dois em dois meses, a partir do início da brotação. Também pode ser utilizada fórmula NPK que se aproxime mais da proporção indicada de nutrientes e, nesse caso, a aplicação se dará em 4 parcelas, como descrito para o nitrogênio.

Quadro 2. Quantidade total de nutrientes minerais para aplicação em pomares de figueira

Produtividade esperada t/ha	Nitrogênio (kg/ha)	P resina (mg/dm ³)			K ⁺ trocável (mmol/dm ³)		
		0-12	13-30	>30	0-1,5	1,6-3,0	>3,0
		P ₂ O ₅ (kg/ha)			K ₂ O (kg/ha)		
<10	140	100	70	40	120	80	40
10-20	210	150	100	50	150	100	50
>20	280	200	140	70	240	160	80

Fonte: Campo-Dall'Orto et al. (1996)

Para que se possa melhor avaliar o estado nutricional de plantios comerciais de figo nas várias regiões produtoras do país e recomendar adubações, a realização de pesquisas regionalizadas de nutrição e adubação da cultura daria mais precisão às recomendações agronômicas e permitiria melhor desenvolvimento e maior produtividade das lavouras.

3. ARTIGO Nº 1

ESTIMAÇÃO DA ÁREA FOLIAR DA FIGUEIRA CULTIVAR ROXO DE VALINHOS UTILIZANDO MODELO MATEMÁTICO BASEADO NO COMPRIMENTO FOLIAR

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi determinar um modelo matemático para estimar a área foliar da figueira com base no comprimento da folha. De pomares localizados na Estação Experimental da Pesagro-Rio, localizada em Campos dos Goytacazes, RJ (a 21°19'23" de latitude sul e 41°19'40" de longitude oeste), foram coletadas 60 folhas para calcular as equações matemáticas e 30 folhas para validação dos modelos. A área foliar foi determinada com um medidor de área foliar automático (Modelo LI-3100, Li-cor, Lincoln, NE, USA). Dos cinco modelos matemáticos propostos, dois modelos quadráticos foram descartados por apresentarem coeficientes das equações de regressão não significativos. Um modelo linear foi eliminado por apresentar desvio padrão maior que dos demais. O modelo quadrático $\hat{Y} = 0,8414C^2$, onde \hat{Y} é a área foliar estimada (cm²) e C o comprimento da folha (cm), foi o escolhido, pois apresentou o menor valor do quadrado médio do desvio entre os valores preditos e observados (MSD) que o modelo não linear. Os resultados mostraram que o comprimento da folha foi adequado para estimar a área foliar da figueira.

Termos para indexação: *Ficus carica* L., figo verde, equação de regressão, comprimento da folha.

ESTIMATION OF FIG TREE ROXO DE VALINHOS CULTIVAR LEAF AREA USING A MATHEMATICAL MODEL BASED ON THE LEAF LENGTH

Abstract: The objective of the present work was to establish a mathematical model based on the leaf length to estimate the fig tree leaf area. From orchards situated at Pesagro-Rio experimental station, Campos dos Goytacazes, RJ, Brazil, (21°19'23" south latitude and 41°19'40" west longitude) sixty leaves were sampled for calculating the mathematical equations and thirty leaves were used for the validation of the models. The area of each leaf was obtained by using an automatic leaf area meter (LI-300 model, Li-cor, Lincoln, NE, USA). From five mathematical models proposed, two quadratic models were eliminated because they presented non significant equation coefficients. A linear model was eliminated because it showed the highest standard deviation value. The quadratic mathematical model $\hat{Y} = 0,8414 L^2$, where \hat{Y} is the estimated leaf area (cm²) and L is leaf length (cm), was chosen because it presented a smaller mean square deviation (MSD) between predicted and observed values than the non linear model. The results showed that the leaf length was suitable to estimate the fig tree leaf area.

Index terms: *Ficus carica* L., green fig, regression equation, leaf length.

INTRODUÇÃO

As descrições das características do dossel são importantes para entendermos diversos processos da planta por causa da profunda influência que esta estrutura tem nas relações entre a planta e o meio.

A área foliar pode ser uma importante ferramenta na análise de crescimento e produtividade das plantas, uma vez que está diretamente ligada à produção de matéria seca das plantas através da fotossíntese. De acordo com Larcher (2000) folhas desenvolvidas em ambiente sombreado apresentam menor eficiência fotossintética e, assim, contribuem menos para a produção da planta.

As características do ambiente de crescimento da planta podem causar significativas alterações nas dimensões foliares e na área foliar total da planta. Segundo Bernardes (1987) e Larcher (2000) quanto maior a intensidade de luz menor e mais grossa será a folha, dentro de certos limites e dependendo da espécie. Benincasa et al. (1976) determinaram fatores de correção, os quais correlacionaram o produto entre o comprimento e a largura do folíolo do feijoeiro com a área foliar obtida com planímetro em diferentes intensidades de radiação solar e microclimas. Sandri et al. (2003) verificaram que o sombreamento aumentou o índice de área foliar e a área foliar específica do tomateiro, demonstrando que folhas sombreadas são muito mais expandidas. Variações do formato da folha associadas às condições do clima de crescimento da planta foram, também, verificados por Dumas (1990) em tomateiro e, por Silva et al. (1998), em abóbora (*Curcubita pepo*).

Rocha et al. (2000) observaram que a área foliar e a produção total de biomassa do meloeiro cultivar pele de sapo apresentaram uma redução progressiva à medida que aumentou a salinidade da água de irrigação. Segundo Nascimento et al. (2002), a lâmina de irrigação quando inferior à necessidade hídrica do melão induz estresse hídrico à planta afetando o número, o tamanho das folhas e a área foliar total.

As equações matemáticas para estimação da área foliar foram desenvolvidas na busca de um método fácil e rápido de ser executado e também por não ser destrutivo. Esta metodologia é importante por adequar-se facilmente ao uso no campo, podendo, as avaliações, serem executadas várias vezes ao longo do ciclo de desenvolvimento da cultura e nas mesmas folhas. A limitação financeira para a aquisição de aparelhos medidores de área foliar torna o uso de modelos matemáticos ferramenta importante no contexto científico.

Os modelos matemáticos estimadores de área foliar podem ser obtidos por diferentes medições nas folhas das plantas, as mais comuns são o comprimento ao longo da nervura principal (Pereira e Splittstoesser, 1986, Campostrini e Yamanishi, 2001), a largura máxima (Nascimento et al., 2002, Queiroga et al., 2003) e as relações entre essas medidas (Rao et al., 1978, Robbins e Pharr, 1987, NeSmith, 1991, Gamiely et al., 1991). Nos trabalhos de Pereira e Splittstoesser (1986) e Campostrini e Yamanishi (2001), ajustaram-se modelos preditores de área foliar

baseados no comprimento da folha em espécies que apresentam folhas lobuladas (mandioca e mamão, respectivamente) como a figueira.

O objetivo deste trabalho foi determinar, entre os modelos matemáticos propostos, aquele que melhor estima a área foliar da figueira com base no comprimento da folha.

MATERIAL E MÉTODOS

Em janeiro de 2003 foram coletadas 90 folhas de figueira do cultivar Roxo de Valinhos de pomares localizados na estação experimental da Pesagro-Rio em Campos dos Goytacazes, RJ. Das folhas coletadas, 60 folhas foram retiradas de pomar com cinco anos de idade e utilizadas na construção dos modelos matemáticos; as 30 folhas restantes, retiradas de pomar com seis anos de idade, foram utilizadas no processo de validação dos modelos obtidos. Colheram-se aleatoriamente folhas expostas a luz e de diversos comprimentos.

Após a coleta, as folhas foram conduzidas ao Laboratório de Fisiologia Vegetal da Universidade Estadual do Norte Fluminense onde se procedeu a medição com régua graduada com precisão de 1mm do comprimento de cada folha ao longo da nervura principal, distância compreendida entre a base da folha no ponto de inserção do pecíolo até o ápice do lóbulo central. Posteriormente, determinou-se a área de cada folha, utilizando um medidor de área foliar, Modelo LI-3100, Li-cor, Lincoln, NE, USA.

Os dados de comprimento (variável independente) e área foliar (variável dependente) correspondente foram correlacionados através de regressões testando-se modelos linear e não-linear utilizando o programa SAS - Statistic Analysis System (EUA).

Para definição do melhor modelo matemático para determinação da área foliar foram usados como regras decisórias, de forma seqüencial: a significância dos coeficientes da equação (teste t ao nível de 5% de probabilidade), o desvio padrão residual, o padrão de dispersão de resíduos padronizados, e os valores dos componentes da variação de predição obtidos na validação dos modelos.

Na validação dos modelos foi utilizada metodologia proposta por Kobayashi e Salam (2000), baseada no quadrado médio dos desvios, que pode detectar imperfeições de predição dos modelos. A partir dos valores preditos e observados de área foliar foi calculado o quadrado médio do desvio (diferença) entre os valores preditos e observados (MSD). Quanto mais baixo o valor de MSD, mais próxima está a predição da observação. O MSD pode ser dividido em três componentes: SB, chamado quadrado do vício, que é o quadrado da diferença entre a média dos valores preditos e a média dos valores observados; SDSD, que é a diferença na magnitude de flutuação em relação à média entre a predição e a observação; e, LCS, que é essencialmente a falta de correlação positiva carregada pelos desvios padrões. Quanto mais baixos os valores de SB, SDSD e LSC, mais adequado é o modelo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os modelos matemáticos propostos são apresentados na Tabela 1.

Na Tabela 2, encontram-se os resultados dos testes de hipóteses (teste t) que mostram a significância dos coeficientes das equações dos modelos e os valores de desvio padrão assintótico (modelo não linear) e desvio padrão (demais modelos). Com base nestes resultados, os modelos quadrático 1 e quadrático 2 foram descartados por conterem coeficientes não significativos ($P < 0,05$). O modelo linear também foi descartado por apresentar desvio padrão residual alto em relação aos modelos quadrático 3 e não linear. Estes dois últimos modelos apresentaram desvio padrão residual (modelo quadrático 1) e desvio padrão residual assintótico (modelo não linear) muito próximos.

Tabela 1. Modelos matemáticos propostos para estimação da área foliar da figueira cultivar Roxo de Valinhos

Modelo	Modelo	Equação
Linear	$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_i + e_i$	$-232,2092 + 28,4378 C$
Quadrático 1	$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_i + \beta_2 X_i^2 + e_i$	$-30,4737 + 2,6576 X + 0,7909 C^2$
Quadrático 2	$Y_i = \beta_0 + \beta_2 X_i^2 + e_i$	$-9,5052 + 0,8718 C^2$
Quadrático 3	$Y_i = \beta_2 X_i^2 + e_i$	$0,8414 C^2$
Não-linear	$Y_i = \beta_1 X_i^{\beta_2} + e_i$	$0,6644 C^{2,0814}$

Tabela 2. Valor da significância* para os coeficientes das equações correspondentes a cada modelo, valores de coeficiente de determinação (R^2/r^2) e valores de desvio padrão (DP) ou desvio padrão assintótico (DPA)

Modelo	Testes de hipóteses*			R^2/r^2	DP/DPA
	β_0	β_1	β_2		
	Significância				
Linear	0,0001	0,0001	-	0,97	17,4168
Quadrático 1	0,5933	0,7177	0,0006	0,97	15,8448
Quadrático 2	0,0939	-	0,0001	0,97	15,7266
Quadrático 3	-	-	0,0001	0,99	15,9779
Não linear	-	0,0001	0,0001	0,97	15,7769

*Teste t ao nível de 5% de probabilidade.

Como o comportamento da dispersão de resíduos padronizados não permitiu a distinção dos modelos, o modelo escolhido foi o de menores valores dos componentes da variação de predição obtidos na validação dos modelos. O modelo quadrático 3 (Figura 1) apresentou os menores valores para todos os componentes, MSD, SB, SDSD e LCS (Figura 2).

Na escolha do melhor modelo para estimação de área foliar, ocorre variação metodológica. Queiroga et al. (2003) escolheram um modelo potência para estimar a área foliar do feijoeiro baseado na largura do folíolo central, considerando valores dos coeficientes de determinação, de correlação, de variação e a uniformidade de predição ao longo do ciclo da cultura. Nascimento et al. (2002) basearam-se nos valores de coeficiente de determinação para a escolha do modelo preditor de área foliar para a cultura do meloeiro.

Campostrini e Yamanishi (2001) usaram somente o modelo linear para correlacionar o comprimento da nervura central da folha do mamoeiro e sua respectiva área, tanto para predição do modelo tanto no processo de validação, obtendo coeficientes das equações estatisticamente significativos para ambos os modelos e alta correlação entre eles. Também observaram que um mesmo modelo matemático poderia ser usado para determinação da área foliar em genótipos de mamoeiro do grupo solo e formosa.

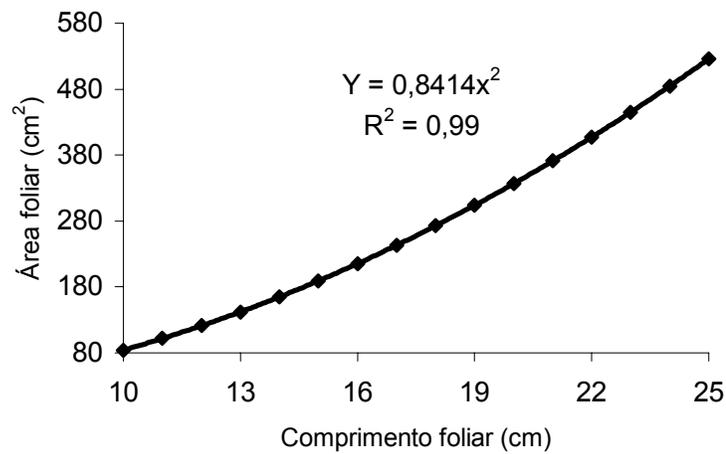


Figura 1. Equação de regressão para estimativa da área foliar de figueira em função do comprimento da folha.

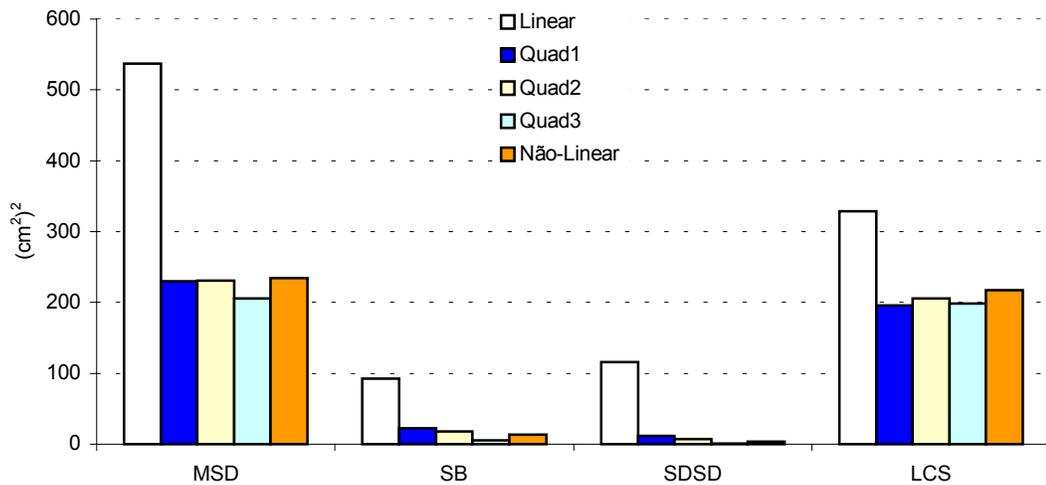


Figura 2. Partição da variação de predição dos modelos matemáticos propostos.

Pereira e Splittstoesser (1986) também obtiveram ajustes adequados para determinação de área foliar de folhas de mandioca baseados no comprimento do lóbulo central da folha utilizando apenas o modelo linear, mas os modelos foram diferentes para os seis cultivares estudados.

No trabalho realizado por Robbins e Pharr (1987), os mesmos modelos baseados no comprimento da folha foram eficientes na predição da área foliar do pepino cultivar calipso tanto no cultivo em casa-de-vegetação como no cultivo no campo, já quando o cultivo foi hidropônico, se fez necessário um modelo exclusivo para esta condição. Um único modelo de regressão múltipla utilizando a largura e o comprimento da folha foi eficiente em todas as situações de cultivo.

Modelos que utilizam uma única medida, como o comprimento da folha, quando apresentam bom ajuste para determinação da área foliar são vantajosos, pois são mais fáceis de executar pela rapidez na tomada dos dados.

CONCLUSÕES

- Os resultados mostraram que o comprimento da folha foi adequado para estimar a área foliar da figueira;
- O modelo matemático mais adequado entre os propostos foi $\hat{Y} = 0,8414C^2$, onde \hat{Y} é a área foliar estimada pelo modelo (cm²) e C o comprimento da folha (cm).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Benincasa, M.M.P., Benincasa, M., Latanze, R.J., Junquetti, M.T.G. (1976). Método não destrutivo para estimativa de área foliar de *Phaseolus vulgaris* L. (feijoeiro). *Científica*, Jaboticabal, 4(1):43-48.
- Bernardes, M.S. (1987). Fotossíntese no dossel das plantas cultivadas. *In*: Castro, P.R.C., Ferreira, S.O., Yamada, T. (Eds). *Ecofisiologia da produção agrícola*. Piracicaba: POTAFOS, 249 p.
- Campostrini, E., Yamanishi, O.K. (2001). Estimation of papaya leaf area using the central vein length. *Scientia Agricola*, Piracicaba, 58(1):39-42.
- Dumas, Y. (1990). Interrelation of linear measurements and total leaf área or dry matter production in young tomato plants. *Advances in Horticultural Science*, Firenze, 24(3):172-176.

- Gamiely, S., Randle, W.M., Mills, H.A., Smittle, D.A. (1991) A rapid and nondestructive method for estimating leaf area of onions. *HortScience*, Alexandria, 26(2):206.
- Kobayashi, K., Salam, M.U. (2000) Comparing simulated and measured values using mean squared deviation and its components. *Agronomy Journal*, Madison, 92(2): 345-352.
- Larcher, W. (2000) *Ecofisiologia vegetal*. São Carlos: RiMa Artes e textos, 531p.
- Nascimento, B., Farias, C.H.A., Silva, M.C.C., Medeiros, J.F., Sobrinho, J.E., Negreiros, M.Z. (2002). Estimativa da área foliar do meloeiro. *Horticultura Brasileira*, Brasília, 20(4):555-558.
- Nesmith, D.S. (1991) Nondestructive leaf area estimation of rabbiteye blueberries. *HortScience*, Alexandria, 26(10):1332.
- Pereira, J.F., Splittstoesser, W.E. (1986). A rapid method to estimate leaf area of cassava plants. *HortScience*, Alexandria, 21(5):1218-1219.
- Queiroga, J.L., Romano, E.D.U., Souza, J. R.P., Miglioranza, E. (2003). Estimativa da área foliar do feijão-vagem (*Phaseolus vulgaris* L.) por meio da largura máxima do folíolo central. *Horticultura Brasileira*, Brasília, 21(1): 64-68.
- Rao, G.S., Khan, B.H., Chadha, K.L. (1978) Comparison of methods of estimating leaf-surface area through leaf characteristics in some cultivars of *Mangifera indica*. *Scientia Horticulturae*, Amsterdam, 8:341-348.
- Robbins, N.S., Pharr, M.D. (1987). Leaf area prediction models for cucumber from linear measurements. *HortScience*, Alexandria, 22(6):1264-1266.
- Rocha, D.G.F., Holanda, J.S., Medeiros, J.F., Alencar, R.D., Porto Filho, F.Q., Rocha, A.A. (2000) Comportamento de cultivares de melão pele de sapo submetidas a condições de salinidade. In: *CD-Rom dos Anais do Congresso Brasileiro de Fruticultura*, 10, SBF.
- Sandri, M.A., Andriolo, J.L., Witter, M., Dal Ross, T. (2003) Effect of shading on tomato plant grow under greenhouse. *Horticultura Brasileira*, Brasília, 21(4):642-645.
- Silva, N.F., Ferreira, F.A., Fontes, P.C.R., Cardoso, A.A. (1998) Modelos para estimar a área foliar de abóbora por meio de medidas lineares. *Revista Ceres*, Viçosa, 45(259):287-291.

4. ARTIGO Nº 2

EFEITO DO NÚMERO DE RAMOS PRODUTIVOS SOBRE O DESENVOLVIMENTO DA ÁREA FOLIAR, COMPOSIÇÃO MINERAL E PRODUTIVIDADE DA FIGUEIRA

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi estudar o efeito do número de ramos produtivos sobre o desenvolvimento da área foliar, composição mineral e produtividade da figueira. O experimento foi conduzido de novembro de 2002 a abril de 2003 na Pesagro-Rio, Campos dos Goytacazes, RJ (a 21°19'23" de latitude sul e 41°19'40" de longitude Oeste) com plantas de seis anos de idade cultivadas em solo tipo cambissolo. Os tratamentos consistiram de plantas conduzidas com 16, 20, 24, 28 e 32 ramos. Utilizou-se o delineamento estatístico de blocos casualizados com cinco repetições. Foram avaliados a produção, o número de frutos produzidos, o comprimento dos ramos, o número de nós e a área foliar. O número e a produção de figos verdes mostraram resposta quadrática aos tratamentos. A maior produtividade observada de figos verdes, 11.910 kg/ha, foi obtida quando as plantas foram conduzidas com 24 ramos, sendo que neste tratamento a área foliar média de cada planta foi de 6,2 m² e o teor foliar de macronutrientes (g/kg), Cl (g/kg) e de outros micronutrientes (mg/kg) foi igual a: N = 28,7; P = 1,8; K = 14,7; Ca = 25; Mg = 7,3; S = 1,5; Cl = 2,0; Zn = 29,3; Fe = 152; Mn = 185; B = 42,1; Cu = 12,7.

Termos para indexação: *Ficus carica*, figo verde, estrutura da copa, poda, nutrientes foliares.

EFFECT OF THE NUMBER OF PRODUCTIVE BRANCHES ON THE LEAF AREA DEVELOPMENT, MINERAL COMPOSITION AND FIG TREE YIELD

Abstract: The objective of the present work was to study the effect of number of productive branches on the leaf area development, mineral composition and green fig yield. The experiment was carried out between November/2002 and April/2003 at Pesagro-Rio, Campos dos Goytacazes, RJ, Brazil, (21°19'23" south latitude and 41°19'40" west longitude) with six year-old plants growing in a cambisol. The treatments consisted of plants conducted with 16, 20, 24, 28 and 32 productive branches in a randomized block design with five replicates. The yield, number of fruits, branch length, knot number and leaf area were evaluated. The green fig number and the yield showed a quadratic response pattern to the treatments. The highest green fig yield, 11,910 kg/ha, was observed in the treatment which had plants conducted with twenty four branches, where the mean leaf area was 6,2 m² and the leaf macronutrient (g/kg), Cl (g/kg) and other micronutrient (mg/kg) contents were: N = 28,7; P = 1,8; K = 14,7; Ca = 25; Mg = 7,3; S = 1,5; Cl = 2,0; Zn = 29,3; Fe = 152; Mn = 185; B = 42,1; Cu = 12,7.

Index terms: *Ficus carica*, green fig, canopy structure, pruning, leaf nutrients concentration.

INTRODUÇÃO

Nos projetos com a cultura da figueira implantados nas diversas regiões do Estado do Rio de Janeiro tem surgido o questionamento por parte de produtores e técnicos de qual seria o número de ramos adequados para a condução das figueiras, uma vez que o número de ramos produtivos tem uma relação estreita com a produtividade.

Pereira (1981) recomenda que para a produção de figos de mesa (maduros) as plantas sejam formadas com 12 ramos e que para a produção exclusiva de figos verdes para indústria as plantas podem ser conduzidas com 20 a 30 ramos.

Regitano (1957), citado por Corrêa e Santos (1999), indica que para a produção exclusiva de figos verdes as plantas podem ser conduzidas com 25 a 35 ramos. O autor constatou em trabalho realizado na região de Campinas, SP, que à medida que se aumentava o número de ramos por planta, ocorria aumento na produção e no número de frutos. Verificou também que quanto maior o número de ramos, menor era o peso do fruto maduro, o que não ocorria com os frutos verdes.

O espaçamento das plantas no pomar determina a população de plantas e influencia a produtividade. O equilíbrio entre a população de plantas e o tamanho da copa, que é determinada pelo número de ramos conduzidos, deve ser alcançado para obtenção de máximo rendimento e qualidade dos frutos colhidos. As indicações de espaçamento variam: para Pereira (1981) o espaçamento de 3 metros entre linhas e 2 m entre plantas é o mais adequado; para Regitano (1954), citado por Pereira (1981), o espaçamento de 3 x 3 m é o mais adequado para áreas planas mecanizáveis; Simão (1971) se refere aos espaçamentos utilizados citando, entre os mais adequados, 2,5 x 2,5 m, 2 x 3 m e 3 x 3 m. Segundo Boliani e Corrêa (1999), o espaçamento varia com a fertilidade do solo, a topografia, o sistema de condução e os tratos culturais. Almeida e Silveira (1997) citam como usuais os espaçamentos de 3 m x 3 m, 3 m x 2 m e 2,5 m x 2,5 m para produção de frutos para consumo “in natura” e 2,5 m x 1,5 m para a produção de figos para a indústria. Para a produção de figo inchado e verde, Pereira (1981) cita ainda os espaçamentos 3 x 1 m ou 3 x 1,5 x 1 m. Nos cultivos das regiões Norte e Noroeste do Estado do Rio de Janeiro são encontrados os espaçamentos 3 x 2 m e 3 x 1,5 m.

A determinação da melhor estrutura de copa de uma planta está intimamente relacionada à otimização da distribuição da luz para formação de gemas frutíferas e qualidade de frutos ao invés de uma maximização da interceptação e produção de matéria seca (Jackson, 1980).

A produção fotossintética não aumenta indefinidamente com o IAF (índice de área foliar), sendo limitada pelo auto-sombreamento que as folhas superiores exercem sobre as inferiores. O auto-sombreamento provoca decréscimo na taxa fotossintética média em função do aumento do IAF (Bernardes, 1987). Folhas desenvolvidas em ambiente sombreado apresentam menor taxa fotossintética e

assim contribuem menos ou negativamente para a produção da planta (Larcher, 2000).

A luz é importante para a produção de frutos, pois todos os aspectos do crescimento da planta e dos frutos e o desenvolvimento de gemas floríferas requerem carboidratos que são produzidos pela fotossíntese nas folhas (Rajapakse et al., 1999, Marini, 2002). Na transição para o florescimento ocorre aumento no suprimento de carboidratos nas gemas vegetativas, pelo aumento da atividade fotossintética e hidrólise do amido. A sacarose é acumulada no meristema para o fornecimento de energia para o processo de ativação mitótica (Bodson e Outlaw, 1985).

Segundo Leão e Silva (2003), em uvas, a luz solar incidente sobre as gemas ao lado da luminosidade diária e da temperatura são os principais fatores climáticos que atuam sobre o aumento da diferenciação floral. Sandri et al. (2003) estudaram em cultivo protegido sob túnel alto o efeito do sombreamento (tela com 52% de sombreamento) sobre a produção do tomateiro encontrando redução no número de frutos produzidos nestas condições em relação ao controle (83% de transmissividade).

Estudos de interceptação da luz suprem as bases científicas para o manejo prático de dosséis em pomares, isto é, para escolha do tamanho da árvore, número por hectare, arranjo, tipo e técnicas de poda, para otimizar a produção de fotoassimilados e conversão destes em produção econômica (Jackson, 1980). A utilização da poda permite, portanto, adequar a copa da planta para obtenção de máxima produtividade e qualidade do produto colhido.

Segundo Kadir (2003), a poda insuficiente em fruteiras resulta em aumento da estrutura vegetativa da planta. Este crescimento causa pesado sombreamento e as gemas frutíferas param de desenvolver. Em poucos anos, as gemas frutíferas se desenvolverão somente no topo e lados da árvore onde há luz solar. Podando-se uma larga porção das folhas e ramos dentro da copa aumenta a penetração da luz solar que promoverá o desenvolvimento de gemas frutíferas no interior da área da árvore.

Por outro lado, as variações no desenvolvimento e na produção das plantas podem implicar em alterações na demanda nutricional destas. Haag (1987) mostrou,

em estudos com cafeeiro, que a extração de macronutrientes cresceu com o aumento do porte das plantas e com a produção de grãos. Estas situações devem ser acompanhadas para orientação da nutrição mineral das diversas espécies.

O objetivo deste trabalho foi determinar o número mais adequado de ramos produtivos para condução da figueira por meio de avaliações da produção e da qualidade dos frutos verdes colhidos.

MATERIAL E MÉTODOS

A área experimental localizou-se na Estação Experimental da Pesagro-Rio em Campos dos Goytacazes, RJ (a 21°19'23" de latitude sul e 41°19'40" de longitude Oeste), com plantas do cultivar Roxo de Valinhos de seis anos de idade, cultivadas em solo tipo cambissolo e plantadas no espaçamento 3 x 1,5 m.

O experimento foi iniciado em outubro de 2002 com a poda total das plantas. Em novembro de 2002, selecionou-se o número de ramos desejados para composição dos tratamentos.

Os tratamentos, em número de cinco, foram constituídos de plantas conduzidas com 16, 20, 24, 28 e 32 ramos. As colheitas foram realizadas em 13 e 22 de janeiro, 04 e 24 de fevereiro e 02 de abril de 2003.

As características do solo da área experimental e os dados de observações climatológicas durante a execução do experimento encontram-se nos Quadros 1 e 2.

O pomar experimental recebeu a seguinte correção e adubação: calcário dolomítico (PRNT 80%) a lanço sobre a superfície do solo na dose de 1.000 kg/ha; 15 litros de esterco de curral curtido por planta e 60 g de P_2O_5 por planta, por ocasião da instalação do experimento; 120 g de nitrogênio por planta e 80 g de K_2O por planta. As adubações com nitrogênio e potássio foram divididas em quatro parcelas com intervalo de aproximadamente 30 dias.

Quadro 1. Características químicas do solo da área experimental

Prof. cm	pH	C	P	K	Ca	M	Al	H+A	Na	Fe	Cu	Zn	Mn	S	B
		mg/dm ³			mmol _c /dm ³			l			mg/dm ³				
0-20	5,3	12,6	22	1,6	53	2,8	4	60	9	138	3,4	3,2	9,5	38,2	0,26
20-40	5,3	7,7	8	0,6	35	2,0	2	46	9	79	2,0	1,5	5,0	57,6	0,20

Análises realizadas na UFRRJ/Campus Leonel Miranda, Campos dos Goytacazes, RJ.

Quadro 2. Observações climatológicas durante a condução do experimento

Mês	ET ₀ (mm)	Precipitação (mm)	Temperatura média (°C)	UR média (%)	FFF (µmoles/m ² /seg)
Novembro/2002	166,9	61,5	24,7	74,1	591
Dezembro/2002	156,1	114,8	25,5	78,7	545
Janeiro/2003	156,8	226,8	26,0	78,6	536
Fevereiro/2003	172,3	15,5	26,9	71,9	670
Março/2003	153,9	153,3	26,2	72,7	508
Abril/2003	113,9	82,1	24,4	75,7	427

Dados obtidos na estação evapotranspirométrica da UENF, localizada na Estação Experimental de Campos/Pesagro-Rio; FFF: fluxo de fótons fotossintéticos.

O experimento foi instalado utilizando delineamento estatístico de blocos casualizados com cinco repetições. Quando foram consideradas as épocas de avaliação na análise estatística, os tratamentos de número de ramos compuseram as parcelas e as épocas de avaliação, as subparcelas, compondo esquema de parcelas subdivididas no tempo. As parcelas experimentais foram compostas por três plantas em linha, sendo útil a planta central. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e de regressão. Nos testes F e de Tukey, o nível de probabilidade utilizado foi de 5%.

Em cada planta útil, dois ramos foram marcados tomando-se individualmente sua produção, o número de frutos produzidos, o comprimento dos ramos, o número de nós e a área foliar. Os dados de produção e de número de frutos foram apresentados de forma totalizada.

O comprimento de ramos, o número de nós e a área foliar foram avaliados em quatro épocas: 14 de janeiro, 11 de fevereiro, 12 de março e 09 de abril de 2003, respectivamente aos 90, 120, 150 e 180 dias após a poda.

Da produção dos ramos marcados determinou-se o peso médio de frutos.

O comprimento dos ramos era tomado com um barbante de algodão o qual era medido posteriormente com uma trena.

Foram também determinados o número total de frutos e a produtividade. O número total de frutos por tratamento foi obtido pela soma do número de frutos do respectivo tratamento obtidos em cada colheita. O número de frutos por tratamento em cada colheita foi determinado pela divisão do peso total de frutos daquele tratamento pelo correspondente peso médio dos frutos dos ramos marcados. Os frutos foram colhidos no ponto adequado para industrialização do fruto verde, ou seja, no máximo crescimento, com coloração da casca verde intenso e partes internas com coloração branca.

Para determinação dos teores foliares de nutrientes em função dos tratamentos implementados foram realizadas três amostragens quando as plantas apresentavam as seguintes características: primeira amostragem (jan/2003) – as plantas apresentavam crescimento vegetativo intenso e os primeiros frutos estavam em ponto de colheita; segunda amostragem (fev/2003) – as plantas estavam em plena produção de frutos e já haviam sido realizadas três colheitas; terceira amostragem (mar/2003) – as plantas já haviam sido submetidas a quatro colheitas e já apresentavam grande queda de folhas aproximando-se do final do período produtivo.

Para análise foliar, foram coletadas folhas recém-maduras e totalmente expandidas (Quaggio et al., 1996). As folhas foram acondicionadas em sacos de papel e levadas ao laboratório onde foram secas em estufa com circulação forçada de ar à temperatura de 70°C, durante 48 horas. Após a secagem, o material foi triturado em moinho e submetido à análise para determinação dos teores foliares de nutrientes.

Os nutrientes analisados foram: nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre, ferro, zinco, cobre, manganês, cloro e boro. As análises foram realizadas no Laboratório de Nutrição Mineral de Plantas da Universidade Estadual do Norte Fluminense, em Campos do Goytacazes, RJ, de acordo com metodologias descritas por Malavolta et al. (1989), Jones Jr. et al. (1991), Jackson (1958) e Cawse (1967).

Para determinação da área de cada folha, utilizou-se o modelo matemático $AF=0,8414C^2$, onde AF é a área foliar (cm^2) e C o comprimento de cada folha (cm) medido ao longo da nervura central com uma régua graduada com divisões de 1 cm.

A área foliar de cada planta útil foi obtida pelo produto da área foliar média dos ramos marcados pelo número de ramos do tratamento correspondente.

A avaliação da penetração de luz dentro da copa foi realizada com um medidor portátil de fluxo de fótons fotossintéticos (FFF), modelo LI 189, Li-Cor, Nebraska, USA. Os valores de penetração de luz (FFF) no dossel das plantas foram obtidos da média de vinte leituras tomadas sob o dossel de folhas em cada planta útil a cerca de 30 cm do solo no dia 04 de fevereiro de 2004 entre 14 e 15:30 horas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de regressão mostrou comportamento quadrático da produtividade em função do número de ramos produtivos conduzidos, com máxima estimada em 10.801 kg/ha, com 27 ramos conduzidos (Figura 1). A maior produtividade, 11.910 kg/ha, foi observada no tratamento em que as plantas foram conduzidas com 24 ramos (Tabela 1).

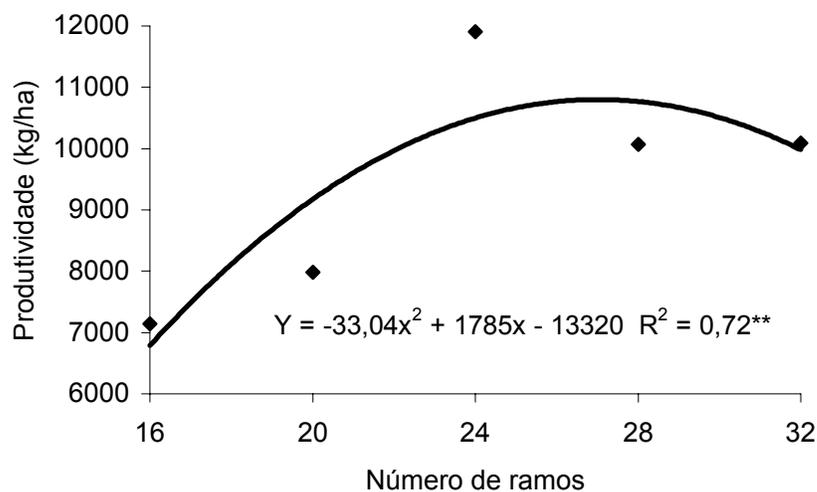


Figura 1. Produtividade da figueira, em kg/ha, em função do número de ramos produtivos conduzidos.

Tabela 1. Produtividade, número de frutos por planta e peso médio de frutos de figo em função do número de ramos produtivos conduzidos

Número de ramos Produtivos	Produtividade* (kg/ha)	Nº de frutos/planta*	Peso médio de frutos (g)
16	7.146	280	11,52
20	7.987	318	11,34
24	11.910	426	12,54
28	10.074	378	11,94
32	10.094	408	11,25
Média	9.442	362	11,72
CV(%)	16,30	13,53	11,78

*Significativo pelo Teste de F a 5% de probabilidade. Comportamento analisado por Regressões Quadráticas (Figuras 1 e 2).

Os resultados de produtividade podem ser explicados pelo número total de frutos produzidos (Figura 2), já que o peso médio de frutos não foi influenciado pelos tratamentos (Tabela 1). No tratamento com 24 ramos, obteve-se a produção de maior número de frutos, 426. A análise de regressão apresentou comportamento quadrático com máximo de 407 frutos com 29 ramos conduzidos.

O número médio de frutos/ramo apresentou comportamento quadrático (Figura 3). Estes resultados indicam que, provavelmente, a elevação do sombreamento na parte produtiva das plantas, com o aumento do número de ramos conduzidos, induziu diminuição no número de frutos produzidos, o que deve ser resultado da redução do número de gemas reprodutivas (não diferenciação das gemas), uma vez que o número de nós dos ramos não foi influenciado pelo número de ramos conduzidos por planta (Tabela 2). As figueiras apresentam as gemas frutíferas localizadas nos nós dos ramos (Pereira e Nachtigal, 1999). Para Jackson (1980), descrevendo resultados de pesquisas com macieiras, o aumento da intensidade de luz no interior do dossel estimula a formação de gemas frutíferas, enquanto que o sombreamento apresenta efeitos opostos.

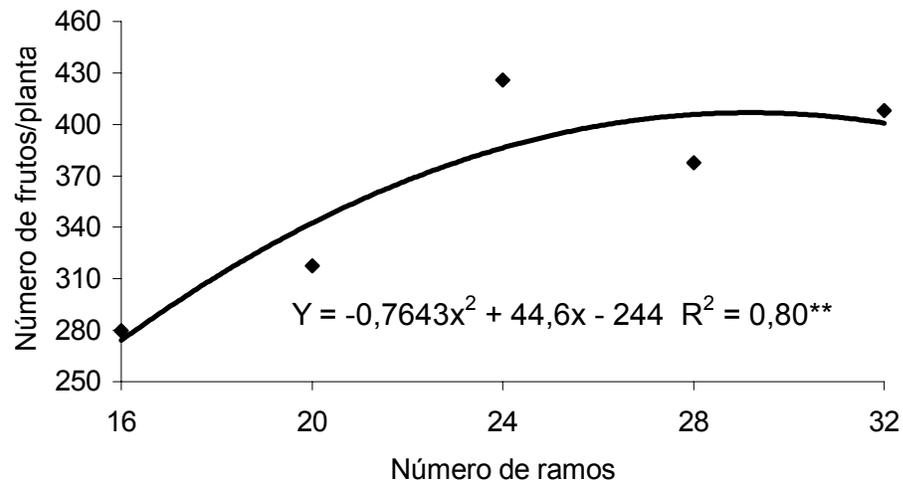


Figura 2. N^o total de frutos produzidos em função do número de ramos produtivos conduzidos.

O aumento de sombreamento acarreta também a redução da fotossíntese total da planta, pois, folhas sombreadas apresentam taxa fotossintética mais baixa que folhas expostas ao sol, chamadas folhas de sol (Larcher, 2000). Desta maneira, nos tratamentos com maior grau de auto-sombreamento, espera-se redução na produtividade.

O resultado da avaliação de penetração de luz por meio do fotômetro dentro da copa das figueiras nos tratamentos implementados é mostrado na Figura 4. Observou-se redução linear nas leituras de penetração de luz (FFF) na copa das plantas com o aumento do número de ramos produtivos conduzidos.

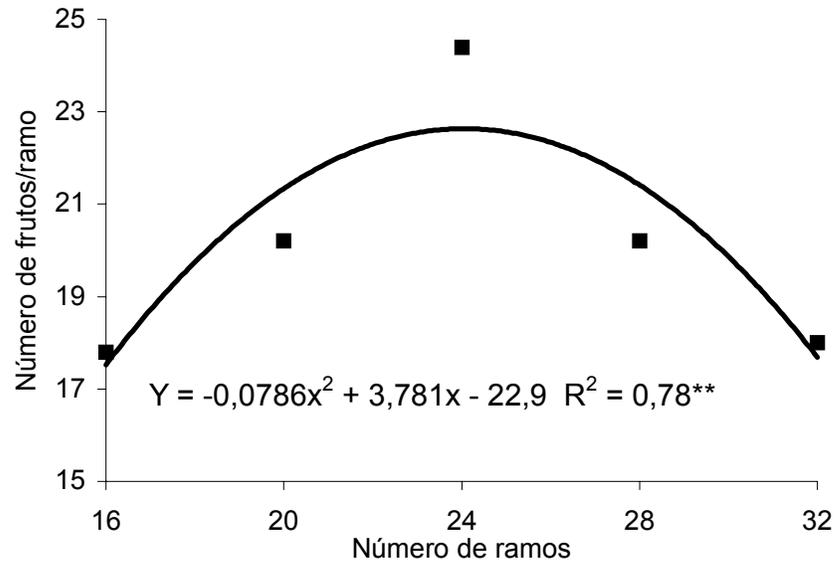


Figura 3. Nº de frutos/ramo em função do número de ramos produtivos conduzidos.

Tabela 2. Número de nós nos ramos em função do número de ramos produtivos conduzidos e da época de avaliação (dias após a poda)

Número de ramos produtivos	Número de nós			
	Número de dias após a poda			
	90	120	150	180
16	27	33	35	36
20	27	31	32	34
24	27	33	35	37
28	30	35	37	39
32	28	33	35	36
Média	28	33	35	36
CV(%)	7,70			

O comprimento médio dos ramos da figueira não foi influenciado pelo número de ramos conduzidos. Verificou-se, entretanto, apesar da análise de variância e de regressão não mostrarem significância estatística, uma tendência de aumento do comprimento médio dos ramos com o aumento do número de ramos conduzidos (Tabela 3). Segundo Rajapakse et al. (1999), alongamento de ramos em resposta a alterações da qualidade da luz pode ser mediado por mudanças no nível de ácido

giberélico ou na sensibilidade ao ácido giberélico. Observou-se também, incremento no comprimento dos ramos e do número de nós/ramo da primeira para a quarta época de avaliação (Figura 5).

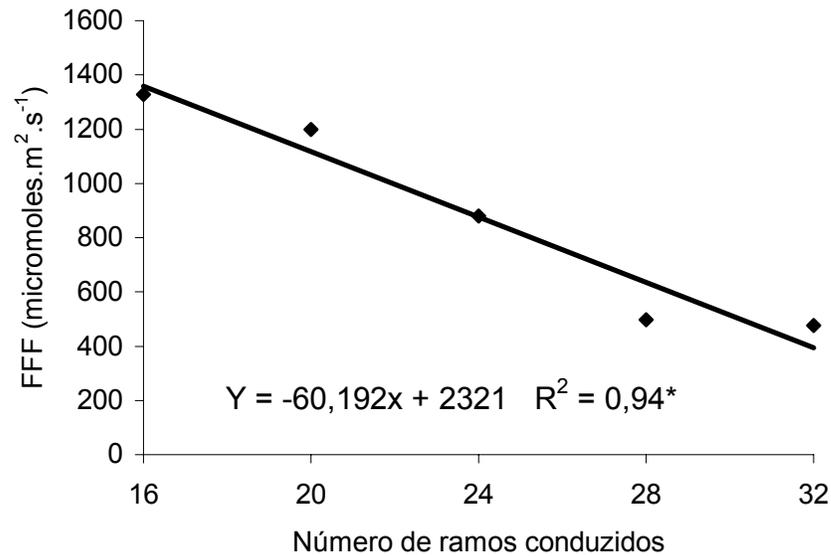


Figura 4. Fluxo de fótons fotossintéticos (FFF) sob a copa da figueira.

Tabela 3. Comprimento médio dos ramos (m) em função do número de ramos produtivos conduzidos e da época de avaliação (dias após a poda)

Número de ramos produtivos	Comprimento médio dos ramos (m)			
	Dias após a poda			
	90	120	150	180
16	0,79	0,86	0,88	0,91
20	0,85	0,94	0,98	0,98
24	0,91	0,97	0,99	1,00
28	1,02	1,07	1,10	1,13
32	0,89	1,00	1,02	1,02
Média	0,89	0,97	0,99	1,01
CV(%)	15,04			

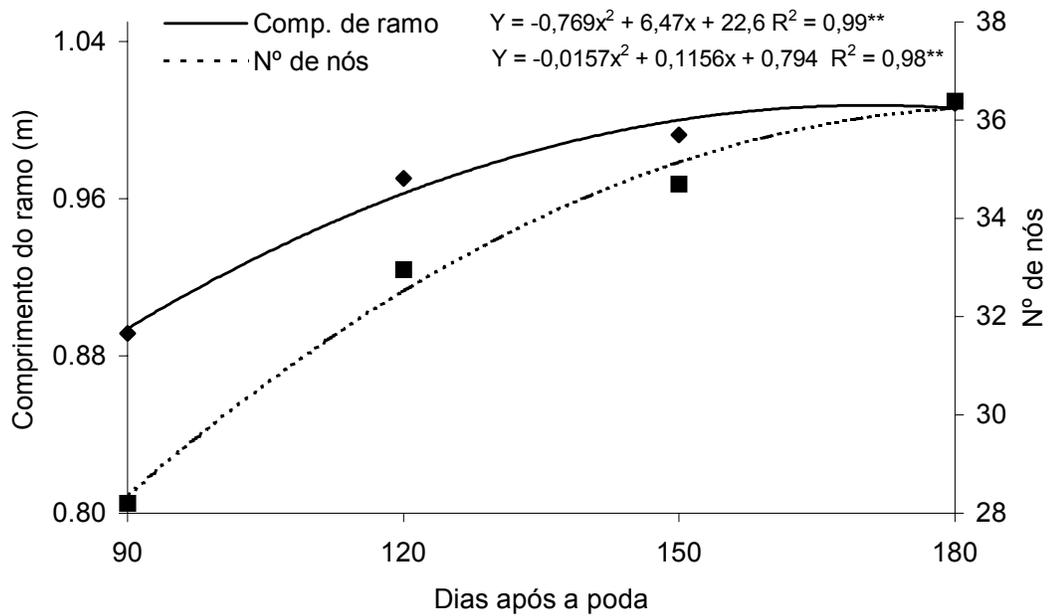


Figura 5. Comprimento médio dos ramos em função da época de avaliação, em dias após a poda.

Não ocorreu diferença significativa para a área foliar média dos ramos entre os tratamentos, nas quatro avaliações realizadas (Tabela 4). Em decorrência destes resultados, considerou-se a área foliar total de cada planta como o produto do número de ramos produtivos de cada planta (tratamento) pela área foliar média dos ramos. Os dados assim gerados e submetidos à análise de variância e regressão mostraram que a área foliar total da planta aumentou linearmente com o número de ramos produtivos conduzidos (Figura 6). Uma vez que a interação época de avaliação x número de ramos não foi significativa (teste de F ao nível de 5% de probabilidade), conclui-se que a área foliar média de 6,20 m² foi a mais adequada para figueira nas condições deste experimento, já que corresponde ao tratamento que proporcionou maior produtividade (24 ramos produtivos).

Tabela 4. Área foliar (m^2) dos ramos em função do número de ramos produtivos conduzidos e da época de avaliação (dias após a poda)

Número de ramos produtivos	Área foliar/ramo			
	Dias após a poda			
	90	120	150	180
16	0,31	0,29	0,25	0,24
20	0,34	0,28	0,21	0,21
24	0,32	0,25	0,24	0,21
28	0,35	0,27	0,21	0,22
32	0,32	0,29	0,23	0,23
Média	0,33	0,28	0,23	0,22
CV (%)	22,44			

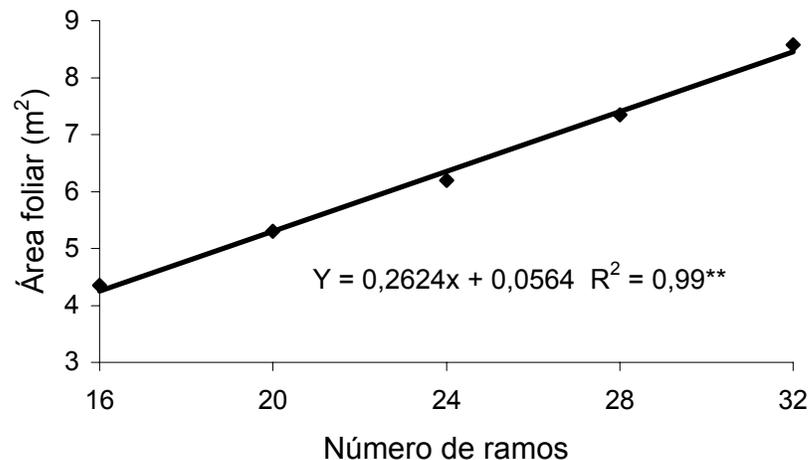


Figura 6. Área foliar total das plantas em função do número de ramos produtivos.

Considerando todos os tratamentos, a área foliar média dos ramos e a área foliar total das plantas diminuíram a partir da primeira época de avaliação (Figuras 7 e 8), sendo os valores da área foliar média dos ramos e da área foliar total da planta de, respectivamente: $0,33 m^2$ e $7,89 m^2$ na primeira avaliação, $0,28 m^2$ e $6,76 m^2$ na segunda avaliação, $0,23 m^2$ e $5,45 m^2$ na terceira avaliação e $0,22 m^2$ e $5,31 m^2$ na quarta avaliação. A abscisão natural de folhas, quando as plantas vão chegando ao final do ciclo produtivo, e, principalmente, o aumento da incidência da ferrugem da figueira (*Cerotelium fici*) é que causaram a redução da área foliar das plantas ao longo das avaliações.

Na Tabela 5, são apresentadas as equações de regressões de estimativa dos teores de nutrientes na matéria seca foliar da figueira em função do número de ramos produtivos conduzidos e o teor médio de nutrientes no tratamento onde as figueiras foram conduzidas com 24 ramos, tratamento que apresentou maior produtividade. O número de ramos produtivos influenciou significativamente os teores de P, Ca, Mg, S, Cl e Zn. A interação número de ramos produtivos e épocas de amostragem não foi significativa.

Tabela 5. Equações de regressões de estimativa dos teores de nutrientes na matéria seca foliar da figueira em função do número de ramos produtivos conduzidos e teor médio de nutrientes no tratamento que apresentou a maior produtividade observada

Nutriente	Equação	R ²	CV (%)	Teor médio no tratamento com 24 ramos
NH ₄ (g/kg)	ns	-	3,28	27,20
NO ₃ (g/kg)	ns	-	9,88	1,50
Ntotal (g/kg)	ns	-	3,35	28,70
P (g/kg)	Y = 1,487 + 0,011X	0,92**	5,30	1,78
K (g/kg)	ns	-	12,44	14,70
Ca (g/kg)	Y = -20,18 + 3,627X - 0,073X ²	0,56**	6,13	24,70
Mg (g/kg)	Y = -3,802 + 0,821X - 0,015X ²	0,77**	7,74	7,31
S (g/kg)	Y = -0,050 + 0,115X - 0,002X ²	0,93**	5,91	1,49
Cl (g/kg)	Y = -6,836 + 0,647X - 0,012X ²	0,85**	19,67	1,99
Zn (mg/kg)	Y = 6,855 + 1,827X - 0,036X ²	0,58*	7,66	29,30
Mn (mg/kg)	ns	-	16,91	185,00
B (mg/kg)	ns	-	10,94	42,10
Cu (mg/kg)	ns	-	8,85	12,70
Fe (mg/kg)	ns	-	19,00	152,00

ns – equações de regressão não significativas pelo teste de F (5%).

Com relação a variação dos teores foliares com a época de amostragem (Tabela 6), observou-se que os teores dos nutrientes N, P, Cu e Cl foram mais elevados durante a fase de intenso crescimento vegetativo, decrescendo no final do ciclo produtivo da figueira; enquanto os teores de Ca, Mg, S, Zn, Mn, B e Fe inicialmente foram mais baixos, elevando-se durante o ciclo de produção. Os teores de K foram maiores no período de maior produção de frutos (fevereiro), porém metade da adubação potássica foi realizada nesta época e pode ter influenciado nos

resultados. Proebsting e Warner (1954), citados por Fernandes e Buzetti (1999), encontraram variação semelhante do teor foliar de macronutrientes ao longo do período de cultivo (safra) da figueira na Turquia. Carvalho (1998) também obteve resultados semelhantes para Ca e Mg no maracujazeiro amarelo.

Tabela 6. Teores de nutrientes na matéria seca foliar em diferentes épocas de amostragem

Época de amostragem	NO ₃	NH ₄	Ntotal	P	K	Ca	Mg
	g/kg						
Janeiro/2003	1,67 a	29,1 a	30,8 a	2,02 a	14,2 b	19,1 c	5,66 b
Fevereiro/2003	1,45 b	28,8 a	30,2 a	1,84 b	15,3 a	23,1 b	6,90 a
Março/2003	1,54 b	23,2 b	24,7 b	1,39 c	14,2 b	25,3 a	7,07 a
CV(%)	11,50	5,80	5,40	4,60	6,70	9,90	6,70

Época de amostragem	S	Cl	Zn	Mn	B	Cu	Fe
	g/kg		mg/kg				
Janeiro/2003	1,38 b	1,66 a	25,0 b	127 c	38,9 c	14,6 a	79,7 c
Fevereiro/2003	1,41 b	1,50 ab	23,9 b	149 b	42,0 b	11,4 ab	107 b
Março/2003	1,49 a	1,36 b	36,8 a	278 a	44,7 a	11,0 b	247 a
CV(%)	7,40	25,9	7,7	15,20	7,60	40,10	26,10

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

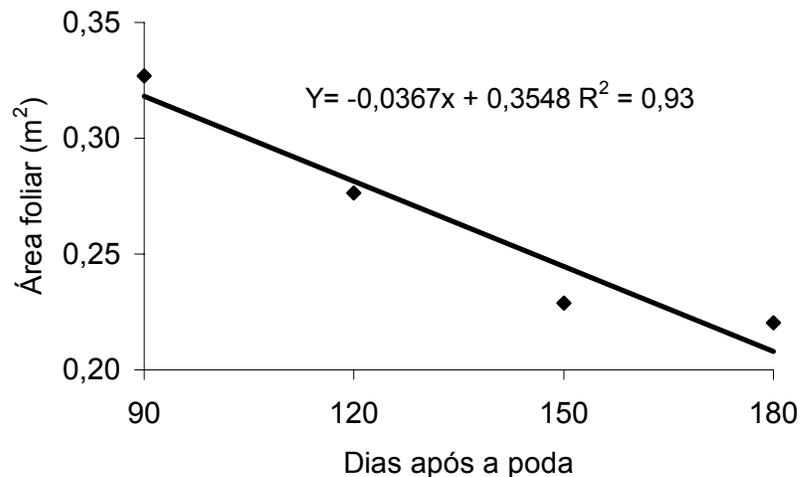


Figura 7. Área foliar média dos ramos em função da época de avaliação, em dias após a poda.

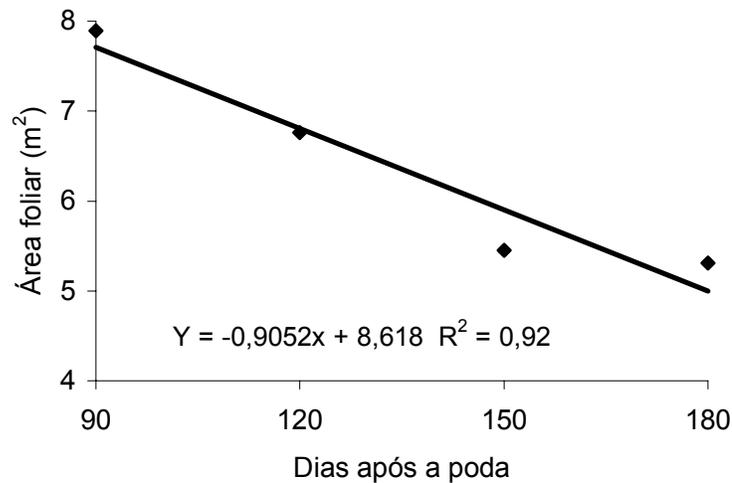


Figura 8. Área foliar total em função da época de avaliação, em dias após a poda.

CONCLUSÕES

- A maior produtividade estimada, 10.801 kg/ha, foi obtida com a condução de 27 ramos produtivos por planta e a maior produtividade observada, 11.910 kg/ha, foi obtida quando a planta foi conduzida com 24 ramos produtivos;
- Na maior produtividade observada, a área foliar média da planta foi igual a 6,2 m²;
- Os teores de macronutrientes e Cl, em g/kg, e outros micronutrientes, em mg/kg, na matéria seca foliar do tratamento com maior produtividade observada, foram: N = 28,7; P = 1,8; K = 14,7; Ca = 25; Mg = 7,3; S = 1,5; Cl = 2,0; Zn = 29,3; Fe = 152; Mn = 185; B = 42; Cu = 12,7;
- Verificou-se redução linear nas leituras de penetração de luz na copa das plantas, com o aumento do número de ramos produtivos conduzidos;
- Os teores foliares de N, K, Mn, Cu, B e Fe não foram influenciados e os de P, Ca, Mg, S, Cl e Zn foram influenciados pelo número de ramos produtivos conduzidos;
- Os teores foliares dos nutrientes N, P, Cu e Cl foram mais elevados durante a fase de intenso crescimento vegetativo, decrescendo no final do ciclo produtivo da figueira, enquanto os teores foliares de Ca, Mg, S, Zn, Mn, B e Fe inicialmente foram mais baixos elevando-se durante o ciclo de produção.
- Os teores foliares de K foram maiores no período de maior produção de frutos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almeida, M. de M., Silveira, da E.T. (1997) Tratos culturais na cultura da figueira no Sudoeste de Minas Gerais. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte: EPAMIG, 18 (188):27-33.
- Bernardes, M.S. (1987) Fotossíntese no dossel das plantas cultivadas. *In*: Castro, P.R.C., Ferreira, S.O., Yamada, T. (Eds). *Ecofisiologia da produção agrícola*. Piracicaba: Associação brasileira para pesquisa da potassa e do fosfato, p.13-45.
- Bodson, M., Outlaw Jr., W. (1985) Elevation in sucrose content of the shoot apical meristema of *sinapis alba* at floral evocation. *Plant Physiology*, Maryland, 79(2):20-24.
- Boliani, A.C., Corrêa, L.S. (1999) Propagação e instalação da cultura da figueira. *In*: Corrêa, L. de S., Boliani, A.C. *Cultura da figueira: do plantio a comercialização*. Ilha Solteira: Funep, p. 41-50.
- Carvalho, A.J.C. (1998) *Composição mineral e produtividade do maracujazeiro amarelo em resposta a adubações nitrogenada e potássica sob lâminas de irrigação*. Tese (Doutorado em Produção Vegetal), Campos dos Goytacazes, RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense - UENF, 109p.
- Cawse, P.A. (1967) The determination of nitrate in soil solution by ultraviolet spectrophotometry. *Analyst*, 9(2):309-313.
- Corrêa, L. de S., Santos, S.C. (1999) Condução e tratos culturais da figueira. *In*: Corrêa, L. de S., Boliani, A.C. *Cultura da figueira: do plantio a comercialização*. Ilha Solteira: Funep, p.87-110.
- Fernandes, F.M., Buzetti, S. (1999) Fertilidade do solo e nutrição da figueira. *In*: Corrêa, L. de S., Boliani, A.C. *Cultura da figueira: do plantio a comercialização*. Ilha Solteira: Funep, p.69-85.
- Haag, H.P. (1987) A nutrição mineral e o ecossistema. *In*: Castro, P.R.C., Ferreira, S.O., Yamada, T. (Eds). *Ecofisiologia da produção agrícola*. Piracicaba: POTAFOS, p.49-69.
- Jackson, J.E. (1980) Light interception and utilization by orchard systems. *Horticultural Reviews*, 2:208-267.
- Jackson, M.L. (1958) *Soil chemical analysis*. New Jersey: Prentice Hall, 498p.

- Jones Jr., J.B., Wolf, B., Mills, H.A. (1991) *Plant analysis handbook: a practical sampling, preparation, analysis, and interpretation guide*. Athens (USA): Micro-Macro Publishing, 213p.
- Kadir, S. (2003) *Why fruit trees fail to bear*. Kansas State University, 4p. (Horticultural Report).
- Larcher, W. (2000) *Ecofisiologia vegetal*. São Carlos: RiMa, 531p.
- Leão, P.C.S., Silva, E.E.G. (2003) Brotação e fertilidade de gemas em uvas sem sementes no Vale do São Francisco. *Revista Brasileira de Fruticultura*. Jaboticabal, 25(3):1-7.
- Malavolta, E., Vitti, G.C., Oliveira, S.A. (1989) Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. Piracicaba: POTAFOS, 201p.
- Marini, R. (2002) *Tree management for improving peach fruit quality*. Mid atlantic fruit vegetable convention; <http://www.rce.rutgers.edu/peach/orchard/treemanagement> em 15 de outubro de 2003.
- Pereira, F.M., Nachtigal, J.C. (1999) Botânica, biologia e cultivares de figueira. In: Corrêa, L. de S., Boliani, A.C. *Cultura da figueira: do plantio a comercialização*. Ilha Solteira: Piracicaba: Funep, p.25-35.
- Pereira, F.M. (1981) *Cultura da figueira*. Piracicaba: LivroCeres, 73p.
- Quaggio, J.A., Raij, B.V., Piza Jr., C.T. (1996) Frutíferas. In: Raij, B.V., Cantarella, H., Quaggio, J.A., Furlani, A.M.C. *Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo*. Campinas: Instituto Agrônomo & Fundação IAC, p.121-153. (Boletim técnico, 100).
- Rajapakse, N.C., Young, R.E., McMahon, M.J., Oi, R. (1999) Plant height control by photosensitive filters: current status and future prospects. *HortTechnology*, 9(4):618-624.
- Sandri, M.A., Andriolo, J.L., Witter, M., Dal Ross, T. (2003) Effect of shading on tomato plant grow under greenhouse. *Horticultura Brasileira*, Brasília, 21(4):642-645.
- Simão, S. (1971). *Manual de fruticultura*. São Paulo: Agronômica Ceres, 530p.

5. ARTIGO Nº 3

PRODUTIVIDADE E COMPOSIÇÃO MINERAL DA FIGUEIRA ROXO DE VALINHOS EM FUNÇÃO DE ADUBAÇÃO NITROGENADA

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi determinar a produtividade e a composição mineral da figueira em função da adubação nitrogenada. O experimento foi conduzido de agosto de 2000 a março de 2001 na Pesagro-Rio, Campos dos Goytacazes, RJ (a 21°19'23" de latitude sul e 41°19'40" de longitude Oeste), com plantas de cinco anos de idade, conduzidas com 20 ramos e cultivadas em um solo tipo cambissolo. Os tratamentos foram: 0, 64, 128, 192 e 256 g de N/planta, distribuídos em quatro repetições e delineamento de blocos casualizados. O número e a produtividade máxima de frutos foram de 353 e 9.282 kg/ha, respectivamente, com a aplicação de 161 g de N/planta. Observou-se resposta significativa às doses de nitrogênio nos teores foliares de P, K, Mg e B. A adubação nitrogenada não influenciou os teores foliares de N, S, Ca, Fe, Zn, Cu e Mn. Os teores foliares de todos os nutrientes foram influenciados pela época de amostragem.

Termos para indexação: *Ficus carica*, figo verde, nitrogênio, produção, nutrição de plantas.

YIELD AND MINERAL COMPOSITION OF ROXO DE VALINHOS FIG TREE IN FUNCTION OF NITROGEN FERTILIZATION

Abstract: The objective of the present work was to evaluate the yield and the mineral composition of fig tree in function of nitrogen fertilization. The experiment was carried out from August/2000 to March/2001 at Pesagro-Rio, Campos dos Goytacazes, RJ, Brazil, (21°19'23" south latitude and 41°19'40" west longitude) with five year-old plants, conducted with twenty branches and growing in a cambisol. The treatments were: 0, 64, 128 and 256 g of N/plant in a randomized block experimental design with four replicates. Maximum fruit number and yield were, respectively, 353 and 9,282 kg/ha applying 161 g of N/plant. There was a significative response of leaf P, K, Mg and B contents to the nitrogen levels. The nitrogen fertilization did not affect N, S, Ca, Fe, Zn, Cu and Mn leaf contents. All nutrient leaf contents were affected by leaf sampling time.

Index Terms: *Ficus carica*, green fig, nitrogen, production, plants nutrition.

INTRODUÇÃO

Quaggio et al. (1996) relatam que as informações sobre a nutrição das plantas frutíferas no Brasil, de uma maneira geral, são limitadas, mesmo no Estado de São Paulo, e que elas têm surgido de forma esparsa em todo o mundo e transferidas de uma região para outra. Embora isso não seja o ideal, os resultados existentes são aceitáveis, desde que ancorados em elementos técnicos, tais como composição química das culturas, análise de solo e diagnose foliar.

A adubação com nitrogênio apresenta grande importância na cultura do figo. Para o cultivar Roxo de Valinhos, Hiroce et al. (1979) estimaram a exportação de macronutrientes na seguinte ordem $N > K > Ca > P > Mg > S$. Pereira (1981) encontrou os seguintes teores foliares de macronutrientes (em g/kg) no limbo foliar: N = 33; P = 2,6; K = 18,1; Ca = 16; Mg = 4,2. Segundo Quaggio et al. (1996), o teor

adequado de macronutrientes (g/kg) em folhas de figueira é 20-25, 1-3, 10-30, 30-50, 7,5-10 e 1,5-3 g/kg, respectivamente para N, P, K, Ca, Mg e S.

Tem sido constatado que o incremento na adubação nitrogenada na cultura do figo provoca, além de aumento de produção, desenvolvimento vigoroso das plantas e frutos maiores (Simão, 1971 e Fachinello et al., 1979).

Nas plantas, o nitrogênio é constituinte de compostos, tais como aminoácidos, enzimas, ácidos nucléicos e clorofila (Marschner, 1995). De acordo com Bataglia et al. (1985) a adubação nitrogenada pode exercer uma importante função não somente por causa da concentração de metabólitos nitrogenados, mas também por causa dos seus efeitos na incorporação de outros nutrientes e de assimilados por meio do aumento da capacidade fotossintética das plantas.

Sob condições de deficiência de nitrogênio, a capacidade produtiva das culturas é sensivelmente reduzida. As plantas apresentam crescimento lento, redução do porte, ramos finos e em menor número, folhas em menor número com redução da área foliar, clorose generalizada e queda prematura das folhas (Malavolta, 1997).

O objetivo deste trabalho foi avaliar a produtividade e a composição mineral da figueira em função da adubação nitrogenada, bem como o efeito desta nas características de desenvolvimento da planta e dos frutos verdes.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi iniciado em agosto de 2000 na Pesagro-Rio, Campos dos Goytacazes, RJ, em pomar de figueiras do cultivar Roxo de Valinhos de cinco anos de idade, instalado em espaçamento 3 x 1,5 m, e com plantas conduzidas com 20 ramos produtivos. Os tratamentos foram: 0, 64, 128, 192 e 256 g de nitrogênio por planta, parceladas em oito adubações mensais para os diferentes tratamentos. Como fonte de nitrogênio, utilizou-se a uréia. As colheitas iniciaram-se em novembro de 2000 estendendo-se até março de 2001.

Os resultados da análise do solo da área experimental são apresentados no Quadro 1. No Quadro 2, são listadas as observações de precipitação, evapotranspiração de referência e temperatura no período do experimento.

Quadro 1. Resultados de análises químicas de amostras do solo da área experimental

Prof. (cm)	pH	C mg/dm ³	P mg/dm ³	K mg/dm ³	Ca mmol _c /dm ³	Mg mmol _c /dm ³	Al mmol _c /dm ³	Fe mg/dm ³	Cu mg/dm ³	Zn mg/dm ³	Mn mg/dm ³	S mg/dm ³	B mg/dm ³
0-10	4,9	17,3	29	5,7	42	14	3	192	6	6,1	22,5	45,9	0,49
10-20	4,8	14,6	23	4,0	44	14	6	186	5	4,4	16,8	44,3	0,52
20-40	4,7	10,4	9	2,3	40	14	7	144	4,2	2,3	8,8	65,8	0,42

O experimento foi conduzido sob irrigação utilizando-se de metodologia de manejo, na qual aplicava-se diariamente 80% da Evapotranspiração de Referência (ET₀) determinada pelo Tanque Classe A, obtida de médias de observações climatológicas da região de Campos dos Goytacazes, com paralisações nos dias em que as chuvas causassem encharcamento do terreno.

Quadro 2. Observações de precipitação, evapotranspiração de referência e temperatura no período do experimento

Mês/ ano	Precipitação (mm)	ET ₀ (mm)	T média (°C)
Ago/00	27,5	99,9	20,3
Set/00	73,1	100,5	21,0
Out/00	77,7	140,8	23,0
Nov/00	174,3	125,1	23,8
Dez/00	159,9	185,1	25,2
Jan/01	50,3	145,6	26,9
Fev/01	21,7	161,3	26,0
Mar/01*	31,9	111,8	26,1
Total	616,4	1.070,1	

*Observações coletadas até o dia 23 de março de 2001. Dados obtidos no LEAG/CCTA/UENF.

Antes do início do experimento, foi distribuído calcário dolomítico na área experimental na quantidade de 1.000 kg/ha. Trinta dias depois as plantas receberam fósforo na dose de 20 g de P₂O₅ por planta. Durante a execução do experimento as plantas foram adubadas com 140 g de K₂O, divididas em quatro parcelas, em outubro e novembro de 2000, e janeiro e março de 2001.

O experimento foi instalado utilizando delineamento estatístico de blocos casualizados com quatro repetições. As parcelas experimentais foram compostas por

três linhas com quatro plantas (total de 12 plantas), sendo úteis as duas plantas centrais. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e regressão para determinação da função de produção da figueira a diferentes doses de nitrogênio. Para comparação de médias dos teores de nutrientes na matéria seca foliar nas diferentes épocas de amostragem, utilizou-se o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

As variáveis avaliadas foram:

- Comprimento dos ramos: avaliaram-se, no final do experimento, todos os ramos utilizando-se uma régua graduada com 2 m de comprimento, partindo-se do ponto de inserção do ramo até a gema apical;
- Diâmetro dos ramos: tomado ao final do experimento na porção mediana dos ramos com um paquímetro. Todos os ramos foram avaliados;
- Peso médio, comprimento e diâmetro de frutos: os frutos foram colhidos no ponto adequado para industrialização do fruto verde, ou seja, no máximo crescimento, com coloração da casca verde intenso e partes internas com coloração branca;
- Teores foliares de nutrientes: determinados em três amostragens, sendo uma quando as plantas se encontravam em pleno desenvolvimento vegetativo, antes do início da frutificação (outubro/2000); outra na frutificação plena (janeiro/2001) e a última ao final do período produtivo das plantas (março/2001).

Para amostragem foliar foram coletadas folhas recém-maduras e totalmente expandidas, da porção mediana dos ramos (Quaggio et al., 1996). As folhas foram acondicionadas em sacos de papel e levadas ao laboratório onde foram secas em estufa com circulação forçada de ar, à temperatura de 70°C, durante 48 horas. Após a secagem, o material foi triturado em moinho e submetido à análise para determinação do teor foliar de nutrientes.

Os nutrientes analisados foram: nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre, ferro, zinco, cobre, manganês e boro. As análises foram realizadas no laboratório da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, campus Leonel Miranda, em Campos do Goytacazes, RJ, de acordo com metodologia descrita por Malavolta (1989).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a função de regressão (Figura 1), a produtividade máxima de frutos verdes foi de 9.282 kg/ha com a aplicação de 161 g de N/planta. Este resultado é superior à recomendação feita por Campo Dall'Orto et al. (1996), que recomendam 100 g de N/planta para produtividade abaixo de 10.000 kg/ha, mas de acordo com a de Pereira (1981), que recomenda adubação entre 125 e 187 g de N/planta. O padrão apresentado pela produtividade, neste trabalho, foi determinado pelo número de frutos produzidos, cuja produção máxima foi de 353 frutos por planta com a aplicação de 161 g de N/planta (Figura 2). Não houve efeito das doses de N sobre as variáveis, comprimento, diâmetro e peso médio de frutos (Tabela 1).

O número de frutos tem mostrado ser o fator determinante na produtividade da figueira, enquanto o peso médio, o comprimento e o diâmetro de frutos têm apresentado resultados não significativos (Caetano e Carvalho, 2001).

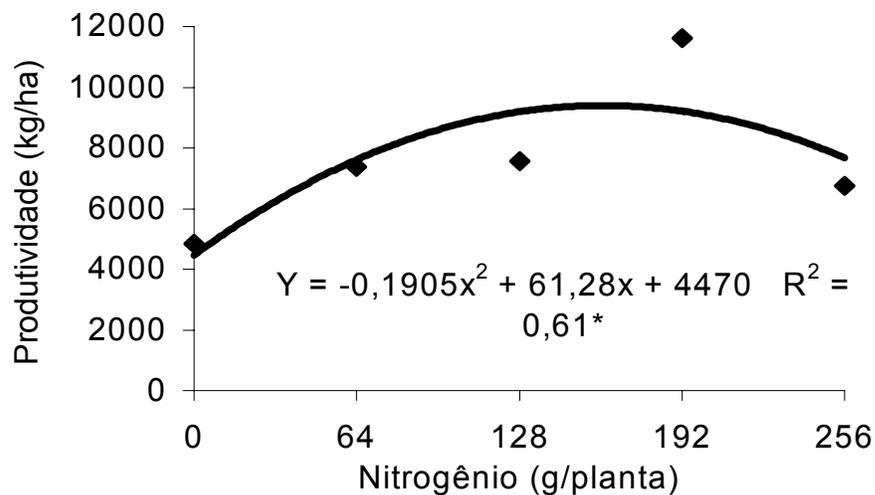


Figura 1. Produtividade de figos verdes, em kg/ha, em função de doses de nitrogênio, em g/planta.

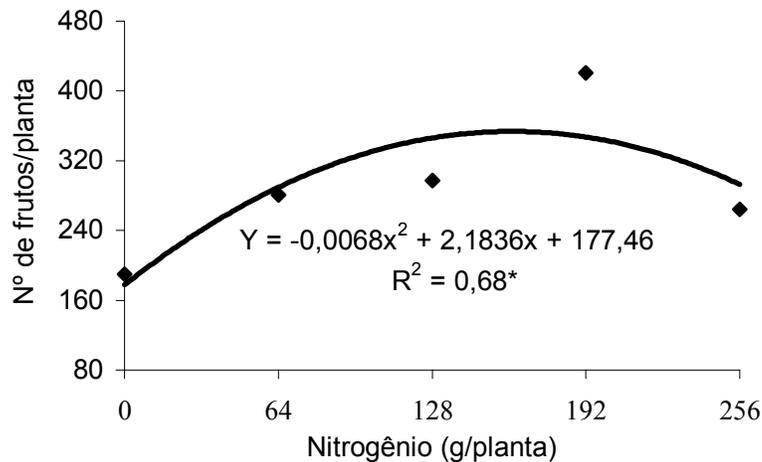


Figura 2. Nº de frutos de figo verdes por planta em função de doses de nitrogênio, em g/planta.

O efeito da adubação nitrogenada no comprimento dos ramos produtivos da figueira (Figura 3) apresentou-se semelhante ao encontrado para produtividade (Figura 1) e número de frutos (Figura 2), indicando uma provável relação positiva entre estas variáveis, uma vez que o maior crescimento de ramos implica em maior número de nós, pois, em geral, as figueiras apresentam duas séries de gemas frutíferas em cada nó (Pereira e Nachtigal, 1999). O efeito da adubação nitrogenada sobre o diâmetro dos ramos (Figura 4) apresentou padrão de resposta também semelhante às variáveis, produtividade, número de frutos e comprimento de ramos. Os valores máximos de comprimento e diâmetro de ramos estimados pelos modelos de regressão foram 110 cm e 1,25 cm com adubação nitrogenada de 140 e 175 g de N/planta, respectivamente.

Tabela 1. Peso médio de frutos e diâmetro e comprimento de frutos da figueira em função de doses de nitrogênio

Nitrogênio (g/planta)	Peso médio de frutos (g)	Diâmetro de frutos (cm)	Comprimento de frutos (cm)
0	11,65	2,82	3,90
64	11,82	2,85	3,89
128	11,55	2,87	4,12
192	12,60	2,97	4,18
256	11,67	2,82	3,94
Média	11,86	2,87	4,01
CV (%)	5,9	2,40	4,20

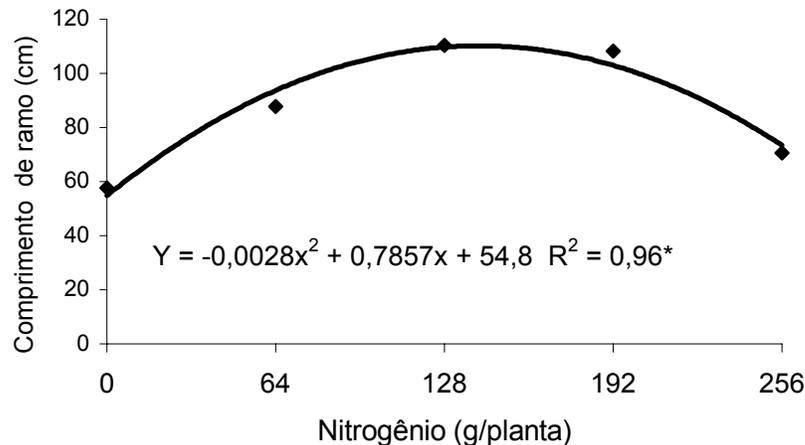


Figura 3. Comprimento de ramos da figueira em função de doses de nitrogênio.

Hernandez et al. (1991) estudando a resposta de figueiras do cultivar Roxo de Valinhos com seis ramos produtivos a doses de nitrogênio variando de 0 a 300 g de N/planta, verificaram resposta linear crescente na concentração foliar de nitrogênio com o aumento das doses, porém os tratamentos não influenciaram significativamente os parâmetros produtividade de frutos verdes e maduros, peso médio e comprimento e diâmetro de frutos. Em outro trabalho com plantas do mesmo cultivar conduzidas com 12 ramos produtivos, Hernandez et al. (1996) utilizando doses de nitrogênio variando de 0 a 750 g/planta, encontraram que a melhor dose foi de 379 g/planta, para rendimento máximo de frutos maduros de 14.200 kg/ha, entretanto, as doses de nitrogênio não apresentaram efeito estatisticamente significativo. A maior exigência em nitrogênio neste trabalho pode se justificar pela maior produtividade, mas deve ser considerado que os frutos maduros pesam cerca de três vezes mais que os frutos verdes, explicando, dessa forma, a maior produtividade obtida.

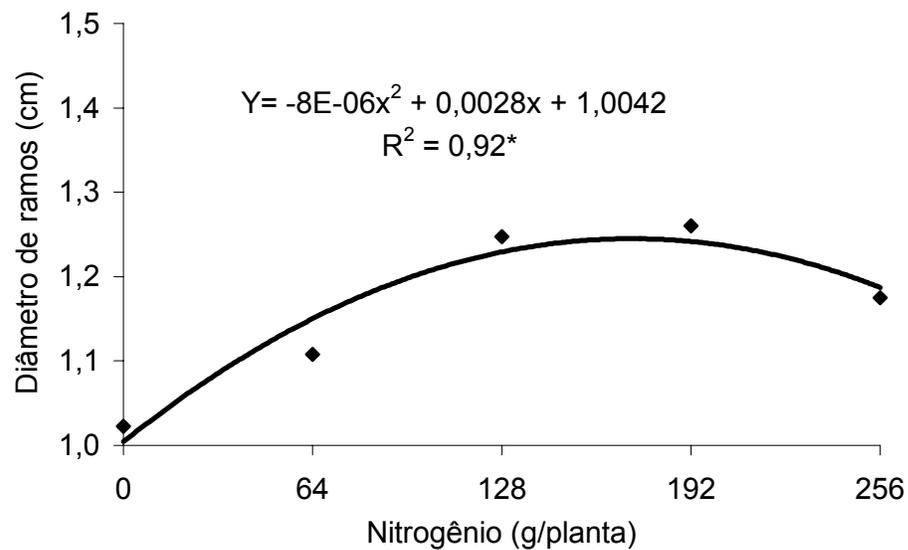


Figura 4. Diâmetro de ramos da figueira em função de doses de nitrogênio.

Com relação aos teores foliares de macronutrientes nas diferentes épocas de amostragem, estádios do desenvolvimento da planta (Tabela 2), verificou-se que os teores de N, P e S foram maiores e estatisticamente iguais nas duas primeiras épocas de amostragem com redução significativa no final do ciclo de produção. O teor de potássio apresentou comportamento estatisticamente não significativo, porém com ligeiro acréscimo no estágio de plena frutificação, talvez por ser esta época a de maior demanda da planta pelo nutriente. Os teores de Ca e Mg aumentaram gradativamente ao longo do ciclo de produção da figueira.

Com relação aos teores foliares de micronutrientes nas diferentes épocas de amostragem, estádios do desenvolvimento da planta (Tabela 2), verificou-se que os teores de Fe, Cu, Mn e B foram crescentes, sendo estatisticamente superiores os teores encontrados na terceira época de amostragem. Os teores de Zn foram decrescentes, porém, apenas a primeira e a terceira época de amostragem diferiram estatisticamente.

Tabela 2. Teores de nutrientes na matéria seca foliar da figueira em função da época de amostragem

Época de Amostragem	N	P	S	K	Ca	Mg
	g/kg					
Out/2000	32,5 a	2,36 a	2,27 a	20,8 a	16,8 b	3,38 b
Jan/2001	33,1 a	2,32 a	2,20 a	22,3 a	18,8 b	4,26 a
Mar/2001	26,3 b	1,67 b	1,95 b	17,8 b	27,9 a	4,15 a
CV (%)	4,98	8,18	14,55	12,1	12,9	12,58

Época de Amostragem	Fe	Cu	Mn	B	Zn
	mg/kg				
Out/2000	194 b	16,3 b	53,7 b	56,9 b	33,4 a
Jan/2001	218 b	16,1 b	63,7 b	59,6 b	29,4 ab
Mar/2001	315 a	108,4 a	88,7 a	104,9 a	28,9 b
CV (%)	13,8	55,8	22,9	14,7	17,9

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

A absorção de elementos minerais pela figueira varia em função dos estádios fisiológicos da planta durante o ciclo de produção. Proebsting e Warner (1954), citados por Fernandes e Buzetti (1999), avaliando os teores de N, P, K, Ca e Mg em folhas de figueira, cultivares Adriatic e Calymirna, coletadas entre os meses de abril e setembro em plantio na Turquia, verificaram que os teores de nitrogênio e fósforo decresceram durante o período de desenvolvimento das plantas; os teores de potássio apresentaram uma tendência irregular, isto é, houve um grande aumento do teor foliar de potássio do mês de abril até junho, que, após, decresceu acentuadamente até o mês de setembro; os teores de cálcio e magnésio aumentaram gradativamente durante o período de pesquisa.

Carvalho (1998) verificou grande variação nos teores foliares de macronutrientes entre diversas épocas de coletas de folhas do maracujazeiro amarelo em Campos dos Goytacazes, RJ, encontrando elevação crescente nos teores foliares de Ca e Mg com a idade da planta.

Os teores foliares de macronutrientes, nas diversas épocas de coleta de folhas, para o tratamento que proporcionou maior produtividade encontram-se na Tabela 3. Os valores encontrados estão dentro das faixas consideradas adequadas por Quaggio et al. (1996), com exceção para Ca e Mg. Por outro lado, os teores de

Ca e Mg obtidos estão de acordo com Pereira (1981). Não foram observados, neste experimento, sintomas de deficiência de Ca e Mg.

Tabela 3. Teores de nutrientes na matéria seca foliar nas diferentes épocas de amostragem no tratamento* onde se obteve a máxima produtividade de frutos

Época de Amostragem	N	P	K	Ca	Mg	S
	g/kg					
Out/2000	33,3	2,47	22,1	15,9	3,30	2,47
Jan/2001	33,3	2,42	23,8	19,8	4,27	2,27
Mar/2001	27,2	1,90	21,0	26,1	3,92	2,05
Média	31,3	2,26	22,3	20,6	3,83	2,26

Época de Amostragem	Fe	Cu	B	Zn	Mn
	mg/kg				
Out/2000	190	15,0	59,7	30,0	43,7
Jan/2001	215	18,0	64,6	30,5	52,5
Mar/2001	325	64,0	121,4	30,0	77,5
Média	243	32,3	81,9	30,2	57,9

*adubação total com 192 g de nitrogênio por planta e produtividade obtida de 11.620 kg/ha.

Os teores foliares de micronutrientes, nas diversas épocas de coleta de folhas, para o tratamento que proporcionou maior produtividade encontram-se na Tabela 3. Os teores de Fe, Cu, e B estão adequados para Quaggio et al. (1996) e Pereira (1981). Os teores de Zn estão suficientes conforme o trabalho de Pereira (1981) e baixos para Quaggio et al. (1996). Os teores de Mn estão baixos para ambos os autores citados. Não constatou-se qualquer sintoma de deficiência de micronutrientes durante a execução do experimento.

Deve ser considerado, ainda, que os níveis de macronutrientes e micronutrientes no solo antes da instalação do experimento estavam adequados segundo Raij et al. (1996).

Com relação ao teor foliar de nutrientes da figueira, assim como acontece com outras fruteiras, observa-se variação dos teores considerados adequados ou deficientes pelos diversos autores, reflexo de variações na metodologia e na época de amostragem, cultivar plantada, objetivo da produção (figos verdes ou maduros) e interações da planta com as condições edafoclimáticas da região de cultivo. Desta

forma, a realização de pesquisas direcionadas a cada região de cultivo pode nos fornecer dados mais confiáveis com relação à nutrição da figueira.

Observou-se resposta significativa às doses de nitrogênio nos teores foliares de fósforo, potássio, magnésio e boro, independente da época de coleta de folhas uma vez que a interação época de coleta e doses de N não foi significativa. Os teores foliares de fósforo e potássio apresentaram comportamento quadrático (Figuras 5 e 6). Os modelos de regressão estimaram teores máximos na matéria seca de P = 2,23 g/kg (dose de 135 g de N/planta) e de K = 22,53 g/kg (dose de 128 g de N/planta). Na cultura do abacaxi, Veloso et al. (2001) também verificaram efeito da aplicação de N sobre os teores de K, observando elevação nos teores foliares de K com a aplicação de uréia.

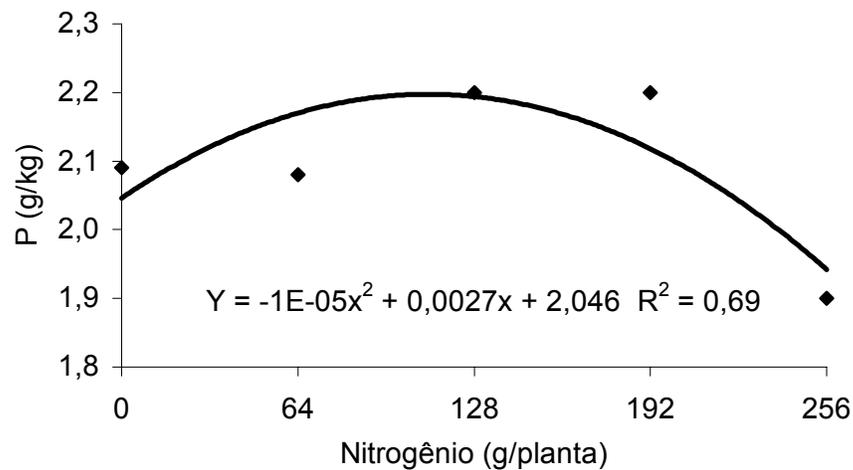


Figura 5. Teor de fósforo na matéria seca foliar da figueira em função de doses de nitrogênio.

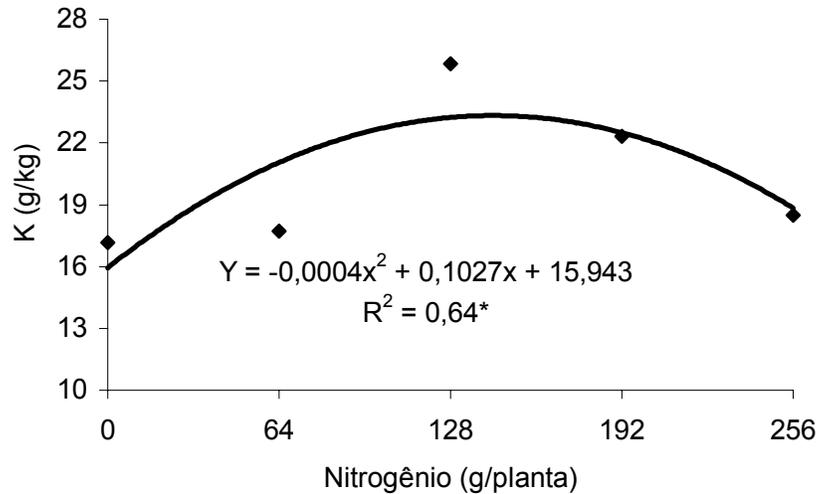


Figura 6. Teor de potássio na matéria seca foliar da figueira em função de doses de nitrogênio

O antagonismo entre o íon NH_4^+ formado na hidrólise da uréia e o íon Mg^{++} pode causar redução na absorção de Mg^{++} (Fernandes e Rossiello, 1995), o que pode explicar uma redução linear de 12,1% no teor foliar de magnésio com o aumento das doses de nitrogênio (Figura 7).

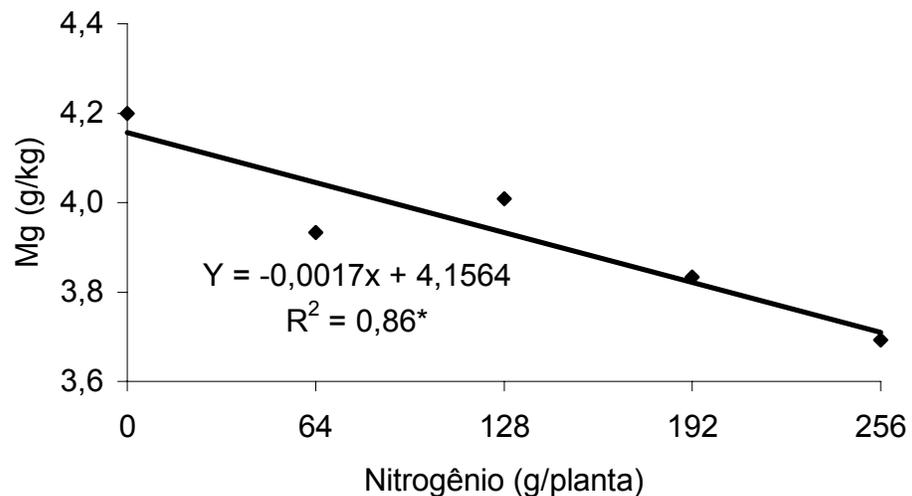


Figura 7. Teor de magnésio na matéria seca foliar da figueira em função de doses de nitrogênio.

Os teores foliares de boro (Figura 8) apresentaram um padrão de comportamento quadrático. O teor máximo na matéria seca foliar estimado pela equação de regressão foi 79 mg/kg com dose de 137 g de N/planta. Comportamento semelhante dos teores de B, em resposta a aplicação de N, foi encontrado por Resende et al. (1997) na cultura do milho. Segundo Malavolta (1997), o aumento de doses de nitrogênio diminui a absorção de boro devido à inibição não competitiva promovida pelos íons NO_3^- e NH_4^+ sobre a absorção de H_2BO_3^- . Carvalho (1998) encontrou, na cultura do maracujazeiro amarelo, resposta decrescente nos teores foliares de boro em resposta a doses de nitrogênio. Talvez resultados negativos da adubação nitrogenada sobre os teores de B se devam à redução da concentração de B nas folhas em razão de maior incremento na matéria seca das plantas em resposta ao nitrogênio. Por outro lado, segundo Yamada (2000), a disponibilidade de B no solo seria regulada pela sua adsorção, que aumenta com o aumento do pH do solo. Se na nitrificação - transformação do NH_4^+ oriundo da hidrólise da uréia em NO_3^- - há acidificação do solo (Marschner, 1995, Teixeira et al. 2001) então a adubação nitrogenada com fontes amoniacais poderia não afetar a disponibilidade de boro no solo para absorção pela planta. Logicamente, este efeito é dependente do pH do solo, da abundância do íon amônio, das condições de nitrificação como umidade e população de microorganismos e do poder tampão de cada solo. Adicionalmente, neste trabalho o pH do solo era menor que 5,0. Segundo Dantas (1991), valores de pH entre 5 e 7 concorrem para aumentar a disponibilidade de boro no solo uma vez que a sua adsorção diminui.

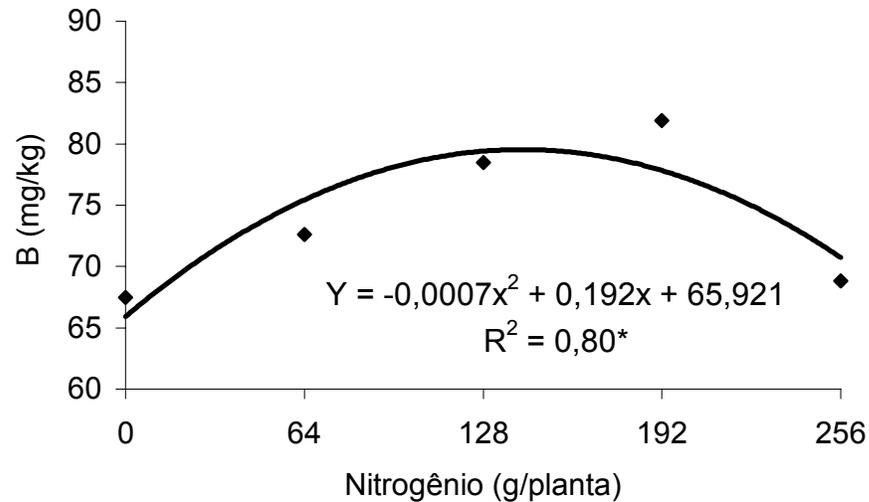


Figura 8. Teor de boro na matéria seca foliar da figueira em função de doses de nitrogênio.

A adubação nitrogenada não influenciou significativamente os teores foliares de N. Fontes (2001) também não encontrou resposta a adubação nitrogenada nos teores foliares de nitrogênio na cultura da bananeira em trabalho na Região Noroeste Fluminense. Segundo este autor, fatores como inadequação da folha amostrada e da época de amostragem podem justificar tal comportamento.

Não foram observados efeitos da adubação nitrogenada nos teores de S, Ca, Fe, Zn, Cu e Mn.

CONCLUSÕES

- A produtividade máxima de frutos foi estimada em 9.282 kg/ha com a aplicação de 161 g de N por planta;
- Os teores de P, K e B apresentaram efeito quadrático em função do aumento na dose de N, com elevação até, aproximadamente, 130 g de N aplicado por planta;
- Os teores foliares de Mg decresceram com o aumento na dose de nitrogênio;
- A adubação nitrogenada não influenciou os teores foliares de N, S, Ca, Fe, Zn, Cu e Mn;

- Os teores foliares de todos os nutrientes foram influenciados pela época de amostragem;
- Os teores de nutrientes relacionados com a máxima produtividade variaram de: N = 27,2 a 33,3 g/kg; P = 1,90 a 2,47 g/kg; K = 21,0 a 23,8 g/kg; Ca = 15,9 a 26,1 g/kg; Mg = 3,3 a 4,27 g/kg; S = 2,0 a 2,5 g/kg; Fe = 190 a 325 mg/kg; Cu = 15,0 a 64 mg/kg; Zn = 30 a 30,5 mg/kg; Mn = 43,7 a 77,5 mg/kg; B = 59,7 a 121,4 mg/kg.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bataglia, O.C., Quaggio, J.A., Brunini, O., Ciarelli, D.M. (1985). A adubação nitrogenada e ajustamento osmótico em milho e sorgo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Embrapa, 20(6):659-665.
- Caetano, L.C.S., Carvalho, A.J.C. de. (2001). Função de resposta da figueira (*Ficus carica* L.) à adubação nitrogenada. *Anais do Congresso Brasileiro de Fruticultura*, 16, Fortaleza, SBF, p. 284.
- Campo-Dall'Orto, F.A., Barbosa, W., Quaggio, B.V. (1996). Frutíferas: frutas de clima temperado, II. In: Raij, B.V., Cantarella, H., Quaggio, J.A., Furlani, A.M.C. *Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo*. Campinas: Instituto Agrônomo, p. 141-142. (Boletim Técnico, 100).
- Carvalho, A.J.C. (1998) *Composição mineral e produtividade do maracujazeiro amarelo em resposta a adubações nitrogenada e potássica sob lâminas de irrigação*. Tese (Doutorado em Produção Vegetal), Campos dos Goytacazes, RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense - UENF, 109p.
- Dantas, J.P. (1991). Boro. In: Ferreira, M. E., Cruz, M. C. P. da. *Micronutrientes na agricultura*. Piracicaba: POTAFOS, p.112-130.
- Fachinello, J.C., Manica, I., Machado, A.A. (1979). Resposta da figueira (*Ficus carica* L.) cv. João Pedro a dois níveis de adubação com nitrogênio, fósforo e potássio. *Anais do Congresso Brasileiro de Fruticultura*, 5, Pelotas, SBF, p.889-895.

- Fernandes, F. M., Buzetti, S. (1999). Fertilidade do solo e nutrição da figueira. *In: Corrêa, L. De S., Boliani, A. C. Cultura da figueira: do plantio a comercialização*. Ilha Solteira: Funep, p. 69-85.
- Fernandes, M.S., Rossiello, R.O.P. (1995). Mineral nitrogen in plant physiology and plant nutrition. *Critical reviews in plant sciences*. 14(2): 111-148. 1995.
- Fontes, P.S.F. (2001). *Adubação nitrogenada e avaliação de cultivares de banana (Musa spp.) no noroeste do Estado do Rio de Janeiro*. Tese (Mestrado em Produção Vegetal), Campos dos Goytacazes – RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense – UENF, 64 p.
- Hernandez, F. B. T., Corrêa, L. De S., Modesto, J. C., Yokota, M. A. (1991). Efeitos de níveis de nitrogênio e da irrigação na cultura do figo. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Cruz das Almas, 13(4): 211-216.
- Hernandes, F.B.T; Suzuki, M.A.; Frizzone, J.A.; Tarsitano, M.A.A.; Pereira, G.T. Correa, L.S. (1996). Função de produção da figueira à aplicação de doses de nitrogênio e lâminas de água. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, 16(2): 22-30.
- Hiroce, R.; Ojima, M.; Gallo, J.R.; Bataglia, O.C.; Furlani, P.R.; Furlani, A.M. (1979). Composição mineral e exportação de nutrientes pelas colheitas de frutos subtropicais e temperados. *Anais do Congresso Brasileiro de Fruticultura*, 5, Pelotas, p. 179-189.
- Malavolta, E. (1997). *Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações*. Piracicaba:POTAFOS, 319 p.
- Marschner, H. (1995). *Mineral nutrition of higher plants*. London: Academic Press,
- Pereira, F. M. (1981). *Cultura da figueira*. Piracicaba: Livro Ceres, 73p.
- Pereira, F. M., Nachtigal, J.C. (1999). Botânica, biologia e cultivares de figueira. *In: Corrêa, L. De S., Boliani, A. C. Cultura da figueira: do plantio a comercialização*. Ilha Solteira: Funep, p. 25-35.
- Quaggio J.A., Raij, B.V, Piza Jr., C.T. (1996). Frutíferas: amostragem de folhas e diagnose foliar: *In: Raij, B.V., Cantarella, H., Quaggio, J.A., Furlani, A.M.C. Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo*. Campinas: Instituto Agronômico, p. 123-125. (Boletim Técnico, 100).

- Raij, B.V., Cantarella, H., Quaggio, J.A., Furlani, A.M.C. (1996). *Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo*. Campinas: Instituto Agrônomo, 285p. (Boletim Técnico, 100).
- Resende, G.M. de, Silva, G.L. da, Paiva, L.E., Dias, P.F. Carvalho, J.G. de. (1997). Resposta do milho (*Zea Mays* L.) a doses de nitrogênio e potássio em solo da região de Lavras-MG. III. Micronutrientes na parte aérea. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, 21(1): 58-70.
- Simão, S. (1971). *Manual de fruticultura*. São Paulo: Agronômica Ceres, 530p.
- Teixeira, L.A.J.; Natale, W.; Ruggiero, C. (2001). Alterações de alguns atributos químicos do solo decorrentes da irrigação e adubação nitrogenada e potássica em bananeira após dois ciclos de cultivo. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, 23(3): 684-689.
- Veloso, C.A.C.; Oeiras, A.H.L.; Carvalho, E.J.M.; Souza, F.R.S.de. (2001). Resposta do abacaxizeiro à adição de nitrogênio, potássio e calcário em latossolo amarelo do nordeste paraense. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, 23(2):30-37.
- Yamada, T. (2000). Boro: será que estamos aplicando a dose suficiente para o adequado desenvolvimento das plantas. *Informações Agrônomicas*, Piracicaba: POTAFOS, 90: 1-5.

6. ARTIGO Nº 4

PRODUTIVIDADE E COMPOSIÇÃO MINERAL DE FOLHAS E FRUTOS DA FIGUEIRA CULTIVAR ROXO DE VALINHOS EM FUNÇÃO DA ADUBAÇÃO COM BORO E ESTERCO BOVINO NA REGIÃO NORTE FLUMINENSE

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi verificar o efeito da adubação com boro e esterco bovino na produtividade da figueira “Roxo de Valinhos”, nos teores de nutrientes na matéria seca de folhas e frutos e nas propriedades químicas do solo, e estimar a extração de nutrientes pela produção de frutos. Os tratamentos foram cinco doses de ácido bórico (0, 20, 40, 60 e 100 g/planta) combinadas com dois níveis de adubação de esterco (sem esterco e 10 kg de esterco/planta). O delineamento experimental foi o de blocos casualizados em esquema de parcelas subdivididas e quatro repetições. A adubação com ácido bórico não influenciou e a adubação com esterco bovino elevou a produtividade da figueira. Os teores de Mn, Zn e B na matéria seca foliar aumentaram linearmente com as doses de ácido bórico. Os teores médios de nutrientes encontrados na matéria seca foliar foram (macronutrientes em g/kg e micronutrientes em mg/kg): $\text{NH}_4 = 34,2$; $\text{NO}_3 = 1,3$; $\text{Ntotal} = 35,5$; $\text{P} = 2,2$; $\text{K} = 13,8$; $\text{Ca} = 12,4$; $\text{Mg} = 5,7$; $\text{S} = 1,8$; $\text{Mn} = 120$; $\text{Fe} = 114$; $\text{Zn} = 25$; $\text{B} = 84,2$ e $\text{Cu} = 6,9$. Os teores e a extração de Mn e B nos frutos aumentaram linearmente com as doses de ácido bórico. A quantidade extraída de macronutrientes (kg/ha/safra) e micronutrientes (g/ha/safra) pela produção de frutos foi: $\text{NH}_4 = 16,4$; $\text{NO}_3 = 0,8$; $\text{Ntotal} = 17,2$; $\text{P} = 2,0$; $\text{K} = 13,3$; $\text{Ca} = 4,5$; $\text{Mg} = 2,0$; $\text{S} = 0,8$; $\text{Mn} = 33,7$; $\text{Fe} = 48,0$; $\text{Zn} = 22,8$; $\text{B} = 32,3$ e $\text{Cu} = 7,9$. O teor de B no solo aumentou linearmente com as doses de ácido bórico. O teor de Al foi reduzido com a adubação com esterco, enquanto os teores de K e P aumentaram.

Termos para indexação: *Ficus carica*, figo verde, adubação orgânica, ácido bórico, produção, nutrientes foliares, extração de nutrientes.

YIELD AND MINERAL COMPOSITION OF LEAVES AND FRUIT OF “ROXO DE VALINHOS” FIG TREE IN FUNCTION OF BORON AND CATTLE MANURE FERTILIZATION IN THE NORTH FLUMINENSE REGION

Abstract: The objective of the present work was evaluate the effect of boron and cattle manure fertilization on “Roxo de Valinhos” fig tree yield, on leaf and fruit mineral composition and on the soil chemical properties, and to estimate the extraction of nutrients by fruit yield. The treatments were five boric acid levels (0, 20, 40, 60 and 100 g/plant) combined with two cattle manure fertilization levels (without cattle manure and 10 kg of cattle manure/plant). The experimental design was that of randomized blocks in a split-plot scheme and four replicates. The boric acid fertilization did not affect the green fig yield whereas the cattle manure one increased it. The Mn, Zn and B leaf contents increased linearly in function of the boric acid levels. The leaf nutrient mean contents were (macronutrients, g/kg, and micronutrients, mg/kg): $\text{NH}_4 = 34,2$; $\text{NO}_3 = 1,3$; $\text{Ntotal} = 35,5$; $\text{P} = 2,2$; $\text{K} = 13,8$; $\text{Ca} = 12,4$; $\text{Mg} = 5,7$; $\text{S} = 1,8$; $\text{Mn} = 120$; $\text{Fe} = 114$; $\text{Zn} = 25$; $\text{B} = 84,2$ e $\text{Cu} = 6,9$. The fruit Mn and B contents and extraction increased linearly with the boric acid levels. The amounts of macronutrients (kg/ha/crop) and micronutrients (g/ha/crop) extracted by fruit yield were: $\text{NH}_4 = 16,4$; $\text{NO}_3 = 0,8$; $\text{Ntotal} = 17,2$; $\text{P} = 2,0$; $\text{K} = 13,3$; $\text{Ca} = 4,5$; $\text{Mg} = 2,0$; $\text{S} = 0,8$; $\text{Mn} = 33,7$; $\text{Fe} = 48,0$; $\text{Zn} = 22,8$; $\text{B} = 32,3$ e $\text{Cu} = 7,9$. The B soil content increased linearly with the boric acid levels. The Al content decreased with the cattle manure fertilization, whereas the K and P contents increased.

Index terms: *Ficus carica*, green fig, organic fertilization, boric acid, production, leaf nutrients, nutrients extraction.

INTRODUÇÃO

O cultivo da figueira está associado a práticas culturais intensivas. O uso da cobertura morta, entre outros objetivos, visa incorporar matéria orgânica ao solo. Adicionalmente a adubação com esterco é amplamente recomendada. Campo-Dall’orto et al. (1996) recomendam para a figueira adubação com 10 kg de esterco de curral bem curtido por cova, por ocasião do plantio e mais quantidade equivalente

por planta anualmente como adubação de produção. O uso de adubos orgânicos como fonte de nutrientes toma importância quando se leva em conta que são utilizados em grande quantidade e com alta frequência.

Os teores de nutrientes são variáveis com o tipo de material orgânico e também dentro do mesmo tipo de adubo. De quarenta e quatro amostras de esterco bovino de origens diferentes, Volkweiss (1991) cita teores de B variando de 4,5 a 52 mg/kg, Cu de 7,6 a 40,8 mg/kg, Mn de 75 a 549 mg/kg, Mo de 0,8 a 4,2 mg/kg e Zn de 43 a 247 mg/kg. Berton (1996) encontrou teores no esterco bovino de 15 g/kg de N, 12 g/kg de P, 21 g/kg de K, 20 g/kg de Ca, 6 g/kg de Mg e 2 g/kg de S.

A análise química dos frutos por ocasião da colheita dá uma boa indicação das quantidades de nutrientes imobilizados pela planta e sua produção, o que permite estimar as quantidades de nutrientes exportadas com a colheita, servindo como uma referência para os cálculos de adubação, principalmente quando resultados experimentais conclusivos não estão disponíveis (Quaggio e Piza Junior, 2001).

Para o cultivar Roxo de Valinhos, trabalho de Hernandez et al. (1994) mostra que para a produção de 10 t/ha de figos maduros e 1,3 t/ha de figos verdes observou-se uma exportação de 32,0 kg/ha de nitrogênio, 1,5 kg/ha de fósforo, 31,4 kg/ha de potássio, 9,0 kg/ha de Cálcio e 3,5 kg/ha de magnésio. Hiroce et al. (1979) estimaram a exportação de nutrientes para a produção de 22 t/ha de figos frescos (maduros) em 69,1 kg de nitrogênio, 10,4 kg de fósforo, 87,2 kg de potássio, 24,1 kg de cálcio, 6,71 kg de magnésio, 6,37 kg de enxofre, 154 g de B, 3 kg de Cl, 339 g de Cu, 168 g de Fe, 67g de Mn, 1,34 g de Mo e 58 g de Zn.

O boro está relacionado a muitos processos fisiológicos da planta que são afetados pela sua deficiência, como o transporte de açúcares, síntese da parede celular, lignificação, estrutura da parede celular, metabolismo de carboidratos, metabolismo de RNA, respiração, metabolismo de AIA, metabolismo fenólico, metabolismo de ascorbato e integridade da membrana plasmática (Yamada, 2000a).

O boro é o único nutriente que apresenta mobilidade no floema significativamente variável com a espécie. Na maioria das espécies o boro é imóvel, como no caso da figueira, enquanto em algumas espécies, entre as quais estão a macieira e a nectarineira, o boro é móvel no floema formando complexos

B-itóis. Itóis são álcoois derivados de açúcares como sorbitol, manitol e dulcitol (Brown e Shelp, 1997, Brown e Hu, 1998, Yamada, 2000a).

Em espécies nas quais o boro é imóvel, a deficiência ocorre em tecidos de crescimento, enquanto sintomas de toxicidade aparecem primeiro em ápices e margens de folhas velhas (Dordas et al., 2001).

Na figueira, a deficiência de boro manifesta-se visualmente pelo endurecimento das regiões apicais da planta, fendilhamento do caule, morte das gemas apicais e início de brotação lateral, folhas novas espessas e quebradiças, apresentando-se com nervuras nitidamente em destaque (Fernandes e Buzetti, 1999).

A toxidez de boro na figueira não é relatada na literatura, mas em fruteiras, de modo geral, manifesta-se nas folhas mais velhas a partir de clorose das margens com pontos necróticos e evolui do bordo para o centro do limbo foliar, com posterior necrose das regiões cloróticas, causando a queda prematura das folhas sintomáticas. Ocorre clorose típica com amarelo forte nas margens das folhas mais velhas, e as folhas novas mantêm-se assintomáticas até o amadurecimento. Quando a toxidez é mais acentuada, surgem pontuações necróticas nas margens das folhas sintomáticas (Quaggio e Piza Junior, 2001).

O boro disponível no solo encontra-se principalmente associado à matéria orgânica, o que evidencia sua maior concentração nos horizontes superficiais do solo. Quando se aplica boro ao solo, a quantidade desse nutriente que fica retida cresce em função do aumento do teor de argila e do aumento dos teores de óxidos de ferro e, principalmente, dos óxidos de alumínio livres dessas argilas. A disponibilidade de boro é ainda muito influenciada pelo pH do solo, ocorrendo maior adsorção de B nas argilas e óxidos de ferro e alumínio do solo com a elevação do pH do solo (Malavolta, 1976, Yamada, 2000a, Fontes et al., 2001).

É fundamental que o estágio da cultura seja considerado como um fator importante na interpretação de resultados de análises de plantas, uma vez que alterações significativas podem ocorrer com a maturidade das plantas, tanto para macronutrientes como para micronutrientes (Carvalho, 1998, Proebsting e Warner (1954), citados por Fernandes e Buzetti (1999), Gupta, 2001).

O objetivo deste trabalho foi verificar o efeito da adubação com boro e esterco bovino na produtividade da figueira, assim como o efeito destes tratamentos

nas variações nos teores de macronutrientes e micronutrientes em folhas e frutos e nas propriedades químicas do solo.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no período entre novembro de 2003 e abril de 2004, em área experimental pertencente à Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF), localizada no Colégio Agrícola Antônio Sarlo, município de Campos dos Goytacazes, RJ (a 21°19'23" de latitude sul e 41°19'40" de longitude Oeste), em solo tipo Latossolo Amarelo Distrófico. O pomar era formado por figueiras de dois anos de idade do cultivar Roxo de Valinhos, conduzidas com doze ramos produtivos e plantadas no espaçamento 3 x 2 m.

Cerca de trinta dias antes da implementação dos tratamentos toda a área experimental recebeu aplicação a lanço sobre a superfície do solo de calcário dolomítico (PRNT 80%), na proporção de 1.500 kg/ha. O cálculo de recomendação de calagem foi feito de acordo com Freire e Almeida (1988), descrita no Manual de adubação para o Estado do Rio de Janeiro. Os resultados das análises química e física das amostras de solo da área experimental são mostrados no Quadro 1. Ao final do experimento (Abril/2004) foram retiradas amostras de solo de todas as parcelas experimentais para verificar o efeito dos tratamentos nas propriedades químicas do solo. As amostras foram retiradas na área de projeção da copa das plantas.

As parcelas experimentais foram compostas por quatro plantas em linha sendo úteis as duas plantas centrais. Entre cada linha com plantas úteis havia uma linha de plantas que constituíam bordaduras, assim como as duas linhas marginais da área experimental.

Os tratamentos consistiram de cinco doses de ácido bórico (0, 20, 40, 60 e 100 g/planta), combinadas com dois níveis de esterco bovino curtido (sem esterco ou com 10 kg de esterco bovino por planta). O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso com quatro repetições em esquema de parcelas subdivididas em que os níveis de esterco compunham as parcelas e as doses de boro as subparcelas. Quando foram consideradas as épocas de amostragem na análise estatística os tratamentos de níveis de esterco compuseram as parcelas, as doses

de boro as subparcelas e as épocas de amostragem as subsubparcelas num esquema de parcelas subsubdivididas no tempo.

Os dados foram submetidos à análise de variância e regressão e as médias foram testadas utilizando teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Quadro 1. Resultados das análises química e física das amostras do solo da área experimental

Prof. (cm)	pH	P mg/dm ³	K	Ca	Mg mmol _c /dm ³	Al	H+Al	Na	C g/dm ³	SB	T mmol _c /dm ³	t	m %
0-10	4,5	19	2,1	15	10	5	66	0,6	15,6	28	94	33	15
10-20	4,2	16	1,9	14	8	9	62	0,7	14,1	25	87	34	27
20-40	4,1	17	1,2	14	8	10	59	0,3	9,6	24	83	34	30
Granulometria													
Prof. (cm)	V %	Fe	Cu	Zn mg/dm ³	Mn	S	B	Areias (%)				Silte	Argila
								G	M	F	Total		%
0-10	30	60	1,2	2,0	8,5	26,5	0,29	10	0	41	51	8	41
10-20	28	64	0,8	1,5	7,8	35,3	0,29	12	17	22	51	7	42
20-40	29	54	0,4	1,0	5,5	43,9	0,22	12	10	26	48	6	46

As doses de boro foram divididas em três parcelas sendo aplicadas em dezembro/2003 (1/4), janeiro/2004 (1/2) e fevereiro/2004 (1/4). As adubações com esterco bovino foram realizadas numa única vez em dezembro/2003. Tanto o esterco quanto o ácido bórico foram colocados a uma distância aproximada de 40 cm do tronco da planta (área de projeção da copa das plantas).

O esterco bovino utilizado apresentava as seguintes características químicas: pH H₂O = 8,1; Umidade = 37%; N = 14,2 g/kg; P₂O₅ = 8,5 g/kg; K₂O = 14,6 g/kg; Ca = 7,2 g/kg; Mg = 5 g/kg; C = 173 g/kg; S = 2,05 g/kg; Cl = 6,25 g/kg; Na = 0,83 g/kg; Fe = 11.000 mg/kg; Cu = 16 mg/kg; Zn = 62 mg/kg; Mn = 235 mg/kg; B = 14,5 mg/kg.

Todas as plantas receberam, ainda, adubações com nitrogênio e potássio. Com nitrogênio, foram quatro adubações mensais, entre dezembro/2003 e março/2004, com 30 g de N por planta tendo, como fonte a uréia. As adubações com potássio foram divididas em quatro parcelas de 20 g de K₂O por planta, tendo como fonte o cloreto de potássio, nos meses de dezembro/2003, janeiro/2004 (duas) e fevereiro/2004. A área experimental recebeu ainda irrigação suplementar. Os dados de observações climatológicas durante a execução do experimento encontram-se no Quadro 2.

As colheitas foram realizadas entre janeiro e abril de 2004, sempre que os frutos se apresentavam no ponto adequado para industrialização do fruto verde, ou seja, no máximo crescimento, com coloração da casca verde intenso e partes internas com coloração branca.

Quadro 2. Observações climatológicas durante a condução do experimento

Mês	ET ₀ (mm)	Precipitação (mm)	Temperatura média (°C)	UR média (%)
Novembro/2003	53,1	5,2	22,8	77,9
Dezembro/2003	144,9	135,8	25,0	81,9
Janeiro/2004	141,5	146,0	24,5	83,5
Fevereiro/2004	133,5	90,4	24,9	81,8
Março/2004	132,2	12,3	24,5	80,6
Abril/2004	106,0	99,8	23,9	84,0

Dados obtidos na estação Evapotranspirométrica da UENF, localizada na Estação Experimental de Campos/Pesagro-Rio.

Para determinação dos teores de nutrientes na matéria seca foliar e na matéria seca dos frutos, foram realizadas duas amostragens, em 27/01 e 10/03/2004. Foram coletadas folhas recém-maduras e totalmente expandidas (Quaggio et al., 1996). As folhas foram acondicionadas em sacos de papel e levadas ao laboratório onde foram secas em estufa com circulação forçada de ar à temperatura de 70°C, durante 48 horas. Após a secagem, o material foi triturado em moinho e submetido à análise para determinação do teor foliar de nutrientes.

Antes da instalação dos tratamentos foi realizada análise dos teores foliares de nutrientes nas plantas e os resultados encontrados foram: NH₄ = 36,6 g/kg; NO₃ = 1,6 g/kg; P = 7,3 g/kg; K = 15 g/kg; Ca = 14,5 g/kg; Mg = 5,9 g/kg; S = 2,11 g/kg; Fe = 146 mg/kg; Mn = 97 mg/kg; Cu = 5,3 mg/kg; Zn = 24,5 mg/kg e B = 43,9 mg/kg.

Para determinação dos nutrientes na matéria seca dos frutos, as amostras foram compostas por cinco frutos, que após pesagem foram cortados em quatro partes para facilitar a secagem. Na operação de secagem usou-se estufa com circulação forçada de ar à temperatura de 70°C, durante 115 horas até que o material estivesse seco e que a superfície da casca não se apresentasse pegajosa ao tato. Após a secagem e pesagem, o material foi triturado em moinho e submetido à análise para determinação do teor de nutrientes. Na última coleta determinou-se o

teor de água de cada amostra para que assim se calculasse a produção de matéria seca permitindo obter-se a extração de nutrientes pela produção.

Foram avaliados na matéria seca foliar os teores de: nitrogênio orgânico (Norg), nitrogênio nítrico (NO_3^-), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S), cloro (Cl), ferro (Fe), zinco (Zn), cobre (Cu), manganês (Mn) e boro (B). $\text{N}_{\text{total}} = \text{NO}_3^- + \text{Norg}$. As análises, feitas no Laboratório de Nutrição Mineral de Plantas da Universidade Estadual do Norte Fluminense, foram realizadas de acordo com metodologias descritas por Malavolta et al. (1989), Jones Jr. et al. (1991), Jackson (1958) e Cawse (1967).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Produtividade e componentes da produção

Verificou-se que a produtividade não foi influenciada pelas doses de boro havendo efeito somente dos níveis de esterco (Tabela 1). Provavelmente, a maior produtividade das parcelas que receberam esterco deveu-se às melhorias das condições do solo, sobretudo de fertilidade pelo fornecimento adicional de nutrientes pelo esterco bovino. Trindade et al. (2000) observaram que a adição de 10 a 30% de esterco bovino no substrato permitiu o melhor estabelecimento da simbiose micorrízica e promoveu a formação de mudas saudáveis de mamão, sem sintomas de deficiência nutricional e apropriadas para o transplante no campo. Borges et al. (2002) verificaram que a adubação da bananeira da terra com 20 L de esterco bovino em cobertura aumentou o número de frutos por cacho e o comprimento médio do fruto em relação à adubação química. Segundo Yamada (2000b), pesquisas mostram que o aumento do teor de matéria orgânica causa, entre outros efeitos, o aumento do pH e da saturação por bases, assim como a complexação e precipitação do alumínio da solução do solo. Ou seja, a matéria orgânica pode substituir muitas funções do calcário, sem a indesejável redução da disponibilidade de B, Cu, Fe, Mn e Zn, que se observa com o aumento do pH.

A produtividade média do experimento foi superior a 7.000 kg/ha, variando entre 5.957 e 8.058 kg/ha. Hernandez et al. (1996), em trabalho com figueiras cv. Roxo de Valinhos em pomar com plantas conduzidas com 9 a 12 ramos, obtiveram

máxima produção de frutos maduros para mesa de 14.200 kg/ha. No entanto, é importante ressaltar que figos maduros pesam em torno de 50 a 60 g, enquanto figos verdes pesam, normalmente, no máximo 15 g. Resultados experimentais na região Norte Fluminense apontam produtividade de figos verdes de 12.000 kg/ha, mas com plantas conduzidas com 24 ramos produtivos (Caetano e Carvalho, 2001).

Tabela 1. Produtividade, peso médio e número de frutos da figueira em função de adubação com boro e esterco bovino

B (g/planta)	Produtividade (kg/ha)			Peso médio de frutos (g)			Número de frutos/planta		
	Com esterco	Sem esterco	Média	Com esterco	Sem esterco	Média	Com esterco	Sem esterco	Média
0	7680	7914	7797	13,5	13,2	13,4	317	356	336
20	7041	5957	6499	13,8	13,2	13,5	307	269	288
40	8058	6443	7250	13,9	12,8	13,4	346	298	322
60	6885	6573	6729	13,5	13,1	13,3	308	291	299
100	7921	6096	7008	14,1	12,7	13,4	391	281	336
Média	7517 a	6597 b	7057	13,9 a	13,0 b	13,4	334 a	299 b	316
CV parcela (%)	4,1			1,79			3,06		
CV subparcela (%)	15,8			4,84			14,6		

Médias seguidas pela mesma letra, na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

As variáveis peso médio de frutos e número de frutos foram influenciadas somente pelas doses de esterco (Tabela 1). O número de frutos produzidos foi 334 e 299 frutos/planta, com e sem adubação com esterco, respectivamente. O peso médio de frutos foi de 13,9 g (com esterco) e 13 g (sem esterco). Não houve efeito dos tratamentos sobre o comprimento e o diâmetro de frutos (Tabela 2).

Tabela 2. Comprimento e diâmetro de frutos da figueira em função de adubação com boro e esterco bovino

B (g/planta)	Comprimento do fruto (cm)			Diâmetro do fruto (cm)		
	com esterco	Sem esterco	Média	Com esterco	Sem esterco	Média
0	4,19	4,24	4,22	3,12	3,11	3,11
20	4,25	4,17	4,21	3,18	3,18	3,18
40	4,15	4,22	4,18	3,17	3,09	3,13
60	4,06	4,01	4,04	3,18	3,15	3,16
100	4,21	4,10	4,15	3,25	3,11	3,18
Média	4,21 a	4,13 a	4,16	3,18 a	3,13 a	3,15
CV parcela (%)	4,34			1,00		
CV subparcela (%)	2,96			3,06		

Médias seguidas pela mesma letra, na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Teores de nutrientes na matéria seca foliar e dos frutos

Os teores de nutrientes na matéria seca das folhas e frutos da figueira, em função da adubação com esterco bovino, encontram-se nas Tabelas 3 e 4, e em função da época de amostragem, nas Tabelas 5 e 6. Os tratamentos doses de ácido bórico não influenciaram os teores foliares de macronutrientes.

Na matéria seca dos frutos, as doses de ácido bórico proporcionaram efeito sobre o teor de Ntotal com regressões significativas, independente da época de amostragem, no nível zero de esterco ($Y = 18,05 - 0,0152x$, $R^2 = 0,50^*$) e com adição de esterco ($Y = 15,3 + 0,0536x - 0,0005x^2$, $R^2 = 0,74^*$). Os níveis de esterco não influenciaram os teores de Ntotal, NH_4^+ e NO_3^- na matéria seca de folhas e frutos (Tabela 3).

Não houve efeito das doses de ácido bórico sobre os teores de P na matéria seca dos frutos. Nos teores de fósforo em folhas e frutos, houve efeito dos níveis de esterco, com teor significativamente maior quando não se aplicou esterco bovino (Tabela 3). Apesar dos efeitos significativos da adubação com esterco bovino, as médias apresentaram variação pequena, cerca de 5%.

Verificou-se uma interação significativa para os teores de K na matéria seca dos frutos da figueira em função do ácido bórico e do esterco bovino, com influencia do ácido bórico sobre os teores deste nutriente apenas quando se aplicou 10 kg/planta de esterco bovino ($Y = -0,00052x^2 + 0,0644x + 11,5$ $R^2 = 0,99^*$). Segundo Power e Woods (1997), a absorção de potássio aumenta com a disponibilidade de boro e quase não ocorre na sua ausência. O teor de K na matéria seca de folhas e frutos não foi influenciado significativamente pelos níveis de esterco (Tabela 3).

A aplicação de ácido bórico não influenciou os teores de Ca, Mg e S na matéria seca dos frutos. Os níveis de esterco não influenciaram os teores de Ca e Mg na matéria seca de folhas e frutos (Tabela 3). Os teores de S foram influenciados pelos níveis de esterco apenas nas folhas, sendo maior sem adubação com esterco. Apesar do efeito estatisticamente significativo do nível de esterco sobre o teor de S, as médias apresentaram variação pequena, cerca de 5% (Tabela 3).

Tabela 3. Teores de macronutrientes, em g/kg de matéria seca, em folhas e frutos de figueira em função da adubação com esterco bovino

Esterco bovino (kg/planta)	NH ₄ ⁺		NO ₃ ⁻		Ntotal		P	
	Folha	Fruto	Folha	Fruto	Folha	Fruto	Folha	Fruto
0	34,6 a	16,6 a	1,3 a	0,8 a	35,9 a	17,4 a	2,24 a	2,01 a
10	33,8 a	15,4 a	1,3 a	0,8 a	35,1 a	16,2 a	2,13 b	1,92 b
Média	34,2	16,0	1,3	0,8	35,5	16,8	2,18	1,97
CV (%)	4,41	4,0	9,67	4,39	4,59	3,70	2,22	1,53

Esterco bovino (kg/planta)	K		Ca		Mg		S	
	Folha	Fruto	Folha	Fruto	Folha	Fruto	Folha	Fruto
0	12,6 a	12,4 a	12,52 a	5,05 a	5,85 a	2,53 a	1,85 a	1,14 a
10	15,1 a	12,7 a	12,22 a	4,99 a	5,57 a	2,47 a	1,76 b	1,15 a
Média	13,8	12,5	12,37	5,02	5,71	2,50	1,80	1,15
CV (%)	8,37	3,9	6,36	6,28	2,45	2,41	2,09	4,03

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

Os teores foliares encontrados para macronutrientes, com exceção do Ca e do Mg, estão dentro da faixa considerada adequada por Quaggio et al. (1996). Segundo estes autores, os teores normais deveriam ser para Ca = 30-50 g/kg e para Mg = 7,5-10 g/kg. Porém, os teores de Ca e Mg estão próximos aos da faixa apresentada por Pereira (1981), que foram de 13 a 16 g/kg para o Ca e de 3,2 a 4,2 g/kg para o Mg. Ressalta-se, ainda, que, além de não terem sido verificados sintomas de deficiência de nenhum nutriente neste experimento, a produtividade média encontrada no mesmo (Tabela 1) pode ser considerada elevada. Tanto Quaggio et al. (1996) quanto Pereira (1981) não informam a produtividade obtida e em que condições foram cultivadas as plantas de figo de onde foram obtidas os teores de nutrientes por eles apresentados.

Em resposta às doses de ácido bórico, verificou-se comportamento crescente nos teores de Mn na matéria seca de folhas e frutos com a adição deste adubo ao solo, independente de época de amostragem e de aplicação de esterco bovino (Figura 1). Nakayama (1989) encontrou resultado oposto em mudas de cacaueteiro, ou seja, os teores foliares de Mn decresceram em resposta à aplicação de ácido bórico no solo. Os níveis de esterco não influenciaram os teores de manganês nas folhas e frutos (Tabela 4).

Os teores foliares de ferro foram significativamente maiores com a aplicação de esterco; nos frutos, não houve efeito do esterco (Tabela 4). As doses de ácido bórico não influenciaram os teores de ferro.

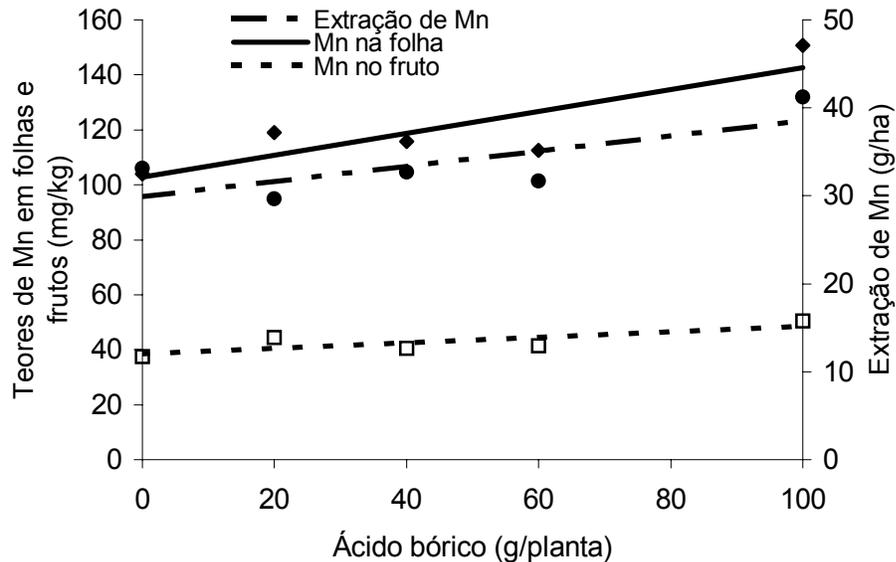


Figura 1. Teores de Mn, em mg/kg, na matéria seca de folhas ($Y = 0,397X + 103$, $R^2 = 0,73^*$) e frutos ($Y = 0,103X + 38,4$, $R^2 = 0,65^*$) e extração de Mn pelos frutos ($Y = 0,087X + 29,9$, $R^2 = 0,57^*$), em g/ha, da figueira em função de doses de ácido bórico.

Tabela 4. Teores de micronutrientes na matéria seca de folhas e frutos de figueira em função de adubação esterco com bovino

Esterco bovino (kg/planta)	Mn (mg/kg)		Fe (mg/kg)		Zn (mg/kg)	
	Folha	Fruto	Folha	Fruto	Folha	Fruto
0	106,3 a	38,2 a	106,9 b	43,8 a	23,6 a	22,6 a
10	134,3 a	47,5 a	121,4 a	45,8 a	26,4 a	22,3 a
Média	120,3	42,8	114,1	44,8	25,0	22,4
CV (%)	19,1	10,0	4,10	6,0	14,28	10,70

Esterco bovino (kg/planta)	B (mg/kg)		Cu (mg/kg)	
	Folha	Fruto	Folha	Fruto
0	81,4 a	31,2 a	6,8 a	5,6 a
10	87,1 a	31,7 a	7,1 a	5,4 a
Média	84,2	31,4	6,9	5,5
CV (%)	13,7	3,30	6,4	3,8

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

Obteve-se resposta linear crescente do Zn foliar às doses de ácido bórico no solo (Figura 2). A interação entre B e Zn foi estudada no cafeeiro por Lima Filho (1991), citado por Yamada (2000a), que verificou que o aumento da produção de matéria seca do cafeeiro e dos teores foliares de B, em função do B adicionado ao solo, ocorria apenas com o aumento das doses de zinco e vice-versa. Nakayama (1989), variando doses de 0 a 0,50 mg de B/kg de solo encontrou aumento proporcional dos teores foliares de Zn (32 a 51 mg/kg) para mudas de cacau cultivadas em vaso. O B e o Zn são essenciais para o funcionamento ótimo da ATPase e dos sistemas redox da membrana plasmática, ou seja, sem B pode haver redução da eficiência do Zn e vice-versa (Power e Woods, 1997). Não houve efeito da adubação com esterco nos teores de Zn nas folhas e nos frutos (Tabela 4).

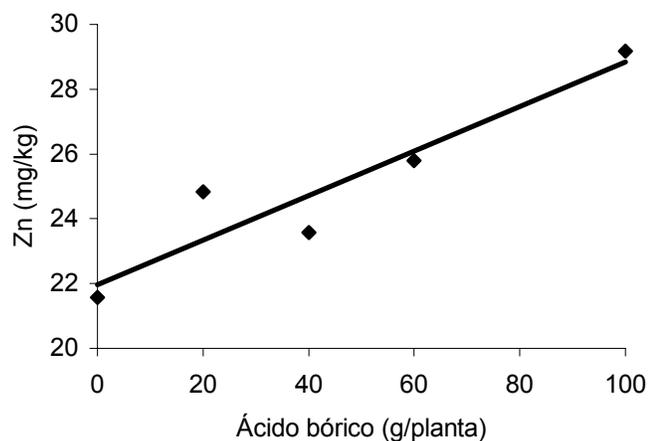


Figura 2. Teores de Zn na matéria seca de folhas da figueira ($Y = 0,0688x + 21,9$, $R^2 = 0,88^*$) em função de aplicação de ácido bórico.

Os teores de B, tanto na matéria seca foliar quanto de frutos, responderam significativamente às doses de ácido bórico com crescente elevação dos teores (Figura 3), mas não responderam a adubação com esterco (Tabela 4).

Os teores foliares médios de B, acima de 80 mg/kg, foram superiores à faixa considerada adequada por Quaggio et al. (1996), de 30 a 75 mg/kg, resultado esperado devido à natureza deste experimento, apresentando valores de 41,7 mg/kg, nas parcelas sem aplicação de ácido bórico, até valores superiores a 100 mg/kg, nas doses mais elevadas. De acordo com Marschner (1995), em dicotiledôneas que

apresentam látex, como a figueira, são esperados teores de B na matéria foliar de 80 a 100 mg/kg. Apesar da aplicação de ácido bórico até 100 g/planta (167 kg/ha) o teor de boro nas folhas não se elevou a níveis de apresentar sintomas de fitotoxidez, o que, segundo a literatura (Nakayama, 1989, Noble et al., 1993, Quaggio e Piza Jr., 2001) poderia ocorrer, já que seria estreita a faixa entre a deficiência e a toxicidade deste nutriente. Porém, Yamada (2000a) coloca em dúvida esta convicção, uma vez que a disponibilidade de boro para as plantas é influenciada pela lixiviação e pela adsorção do elemento às partículas do solo.

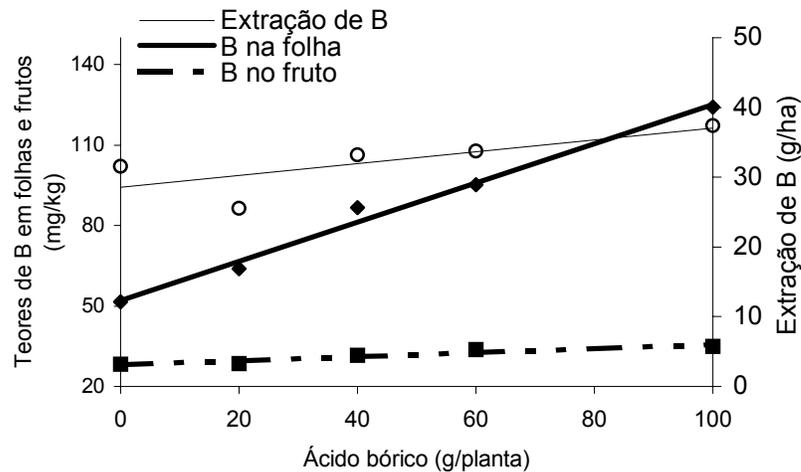


Figura 3. Teores de B, em mg/kg, na matéria seca de folhas ($Y = 0,731X + 52,1$, $R^2 = 0,99^*$) e frutos ($Y = 0,0749X + 28,2$, $R^2 = 0,90^*$) e extração de B pelos frutos ($Y = 0,0842X + 28,6$, $R^2 = 0,56^*$), em g/ha, da figueira em função de doses de ácido bórico.

Os teores médios de boro nas folhas e frutos da figueira, neste experimento, foram cerca de 84 mg/kg e 31 mg/kg, respectivamente. Segundo Brown e Hu (1998), a evidência da mobilidade ou imobilidade de B no floema também pode ser percebida através da distribuição de B dentro dos diferentes órgãos de uma dada planta, por exemplo, sob condições de campo, o pistache e a noqueira – B imóvel – contêm maior concentração de B nas folhas maduras e menor concentração de B no fruto e no tecido da semente, já a amendoieira e a macieira – B móvel – tiveram maior concentração de B no fruto do que nas folhas. Brown e Shelp (1997) já haviam confirmado a imobilidade do B em figo em seu trabalho com B marcado.

As doses de ácido bórico influenciaram o teor de Cu somente na matéria seca dos frutos ($Y = 5,5 + 0,0123x - 0,0002x^2$, $R^2 = 0,62^*$). A adubação com esterco não apresentou efeito significativo para o teor de Cu na matéria seca de folhas e frutos (Tabela 4).

Os teores de micronutrientes encontrados estão dentro da faixa considerada adequada para Quaggio et al. (1996) com a ressalva para os teores de Zn que são considerados baixos. Mas, Pereira (1981) descreve como faixa adequada para Zn entre 15 e 30 mg/kg, portanto, os teores encontrados estão suficientes segundo este autor.

Com relação ao efeito das épocas de amostragem sobre os teores de macronutrientes na matéria seca de folhas e frutos (Tabela 5), observou-se que: o teor de NO_3^- nas folhas foi significativamente maior em março, os teores de NH_4^+ e Ntotal não variaram. Nos frutos, os teores foram maiores em março para NO_3^- , NH_4^+ e Ntotal. Para o teor de P na matéria seca das folhas, as médias não diferiram com a época; nos frutos, teor maior foi obtido na amostragem de março. Os teores de K foram maiores em março, tanto para folhas como para frutos. O teor de cálcio nas folhas foi maior em março e o de Mg em fevereiro; nos frutos, os teores de Ca e Mg decresceram na segunda amostragem. As médias dos teores de S nas folhas não diferiram com a época de amostragem, nos frutos, obteve-se teor de S significativamente maior em fevereiro.

Tabela 5. Teores de macronutrientes, em g/kg de matéria seca, em folhas e frutos de figueira em função da época de amostragem

Mês	NH_4^+ (g/kg)		NO_3^- (g/kg)		Ntotal (g/kg)		P (g/kg)	
	Folha	Fruto	Folha	Fruto	Folha	Fruto	Folha	Fruto
Fevereiro/2004	34,0 a	14,8 b	1,1 b	0,7 b	35,2 a	15,6 b	2,1 a	1,8 b
Março/2004	34,4 a	17,2 a	1,5 a	0,8 a	35,9 a	18,0 a	2,2 a	2,1 a
Média	34,2	16	1,3	0,8	35,5	16,8	2,18	1,97
CV (%)	9,91	10,9	13,2	15,0	9,74	10,68	7,92	9,83

Mês	K (g/kg)		Ca (g/kg)		Mg (g/kg)		S (g/kg)	
	Folha	Fruto	Folha	Fruto	Folha	Fruto	Folha	Fruto
Fevereiro/2004	13,2 b	11,2 b	12,1 b	5,3 a	6,1 a	2,8 a	1,8 a	1,3 a
Março/2004	14,4 a	13,9 a	12,6 a	4,7 b	5,3 b	2,1 b	1,7 a	0,9 b
Média	13,8	12,25	12,37	5,02	5,71	2,50	1,80	1,15
CV (%)	8,92	9,82	9,79	11,07	9,02	10,23	15,30	12,63

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

O efeito das épocas de amostragem no teor de micronutrientes na matéria seca de folhas e frutos encontra-se na Tabela 6. Os teores de Mn diferiram com a época de amostragem, sendo maior em fevereiro, tanto nas folhas como nos frutos. O teor de Fe nas folhas não variou com a época de amostragem; nos frutos, foi maior em março. Não houve efeito de épocas de amostragem nos teores de Zn nas folhas; nos frutos, o teor foi significativamente maior na amostragem de março. O teor de boro nas folhas e frutos foi maior na amostragem de março. Nas folhas e frutos, o teor de Cu foi significativamente maior em março.

Tabela 6. Teores de micronutrientes na matéria seca de folhas e frutos de figueira em função da época de amostragem

Mês	Mn (mg/kg)		Fe (mg/kg)		Zn (mg/kg)	
	Folha	Fruto	Folha	Fruto	Folha	Fruto
Fevereiro/2004	143,2 a	50,7 a	116,2 a	39,9 b	25,9 a	21,3 b
Março/2004	97,5 b	35,1 b	112,1 a	49,7 a	24,1 a	23,6 a
Média	120,3	42,8	114,1	44,8	25,0	22,4
CV (%)	26,59	15,30	8,77	16,50	24,96	10,0

Mês	B (mg/kg)		Cu (mg/kg)	
	Folha	Fruto	Folha	Fruto
Fevereiro/2004	78,8 b	29,3 b	6,5 b	2,7 b
Março/2004	89,7 a	33,6 a	7,4 a	8,3 a
Média	84,2	31,4	6,9	5,5
CV (%)	22,01	10,7	14,74	17,0

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Proebsting e Warner (1954), citados por Fernandes e Buzetti (1999), encontraram variação nos teores foliares de nutrientes com o estágio de crescimento da figueira em pomares localizados na Turquia.

Na Tabela 7, são apresentados os coeficientes de correlação linear entre os teores dos nutrientes nas folhas e frutos. Apesar de significativos, os resultados mostraram baixa correlação entre os teores de nutrientes em folhas e frutos.

Tabela 7. Resultado da análise de correlação linear entre os teores de nutrientes nas folhas e nos frutos da figueira

Nutriente na folha	Nutriente no fruto	Coeficiente de Correlação linear
Norg	Norg	0,27*
Nitrato	Nitrato	0,55**
Ntotal	Ntotal	0,29*
P	P	0,37**
K	K	0,29**
Ca	Ca	0,15
Mg	Mg	0,55**
S	S	0,17
Fe	Fe	0,11
Mn	Mn	0,73**
Zn	Zn	0,33**
Cu	Cu	0,44**
B	B	0,55**

*, ** Coeficiente de correlação linear significativo ao nível de 1 e 5% pelo teste t

Extração de nutrientes pela colheita dos frutos

Nas Tabelas 8 e 9, encontram-se as quantidades de nutrientes extraídas por hectare por safra de acordo com os tratamentos de boro e esterco. Os níveis de esterco não influenciaram significativamente as quantidades de nutrientes extraídas pela produção de figos verdes. As produtividades médias foram 7.517 e 6.597 kg/ha com e sem adubação com esterco bovino, respectivamente.

Tabela 8. Estimativa de extração de macronutrientes, em kg/ha/safra, pela colheita dos frutos da figueira, em função da adubação com esterco bovino

Esterco bovino (kg/planta)	NH ₄ ⁺	NO ₃ ⁻	Ntotal	P	K	Ca	Mg	S
	kg/ha/safra							
0	16,1 a	0,7 a	16,9 a	2,0 a	12,3 a	4,2 a	1,9 a	0,8 a
10	16,7 a	0,9 a	17,6 a	2,1 a	14,3 a	4,9 a	2,2 a	0,9 a
Média	16,4	0,8	17,2	2,0	13,3	4,5	2,0	0,8
CV (%)	8,1	7,1	8,0	6,8	8,0	9,8	6,3	6,6

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 9. Estimativa de extração de micronutrientes, em g/ha/safra, pela colheita dos frutos da figueira, em função da adubação com esterco bovino

Esterco bovino (kg/planta)	Mn	Fe	Zn	B	Cu
	g/ha/safra				
0	29,9 a	44,7 a	22,3 a	30,2 a	7,6 a
10	37,5 a	51,3 a	23,2 a	34,4 a	8,2 a
Média	33,7	48,0	22,8	32,3	7,9
CV (%)	22,5	9,2	11,4	6,2	9,3

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

A análise de regressão mostrou resultados significativos somente para as quantidades extraídas de Mn e B com valores crescentes com o aumento das doses de ácido bórico (Figuras 1 e 3). Estes resultados são semelhantes aos teores encontrados neste trabalho para folhas e frutos. A interação B e níveis de esterco não foi significativa para os valores de extração de nutrientes.

A extração de macronutrientes seguiu a ordem N>K>Ca>Mg>P>S, com as seguintes quantidades médias extraídas, em kg/ha/safra: N = 17,2; K = 13,3; Ca = 4,56 kg; Mg = 2,07; P = 2,03; S = 0,90 (Tabela 8). A extração de micronutrientes seguiu ordem: Fe>Mn>B>Zn>Cu, com as seguintes quantidades extraídas, em g/ha/safra: Fe = 48; Mn = 33,7; B = 32,3; Zn = 22,7; Cu = 7,94 (Tabela 9).

Apesar da difícil comparação entre a quantidade de nutrientes extraída obtida neste trabalho e a descrita por Hiroce et al. (1979) e Hernandez et al. (1994), uma vez que estes autores calcularam a retirada pelos figos maduros, observou-se que a ordem de retirada de macronutrientes foi a mesma. Com relação à extração de micronutrientes, quando comparado com os valores de Hiroce et al. (1979), verificou-se inversão na seqüência de demanda com troca de posições entre B e Mn e a alta demanda por Cu obtida por aqueles autores, o que leva a suspeitar da interferência de fungicidas cúpricos devido ao uso freqüente e em grande volume de calda bordalesa nos pomares do Estado de São Paulo.

Algumas razões para as diferenças nos valores de extração apresentados são que os cultivos foram realizados em regiões com condições edafoclimáticas diferentes e finalidade de cultivo diferentes; neste experimento o objetivo foi a produção exclusiva de figos verdes para a indústria, enquanto que frutos maduros têm uma demanda por nutrientes diferenciada.

Propriedades químicas e teores de elementos minerais no solo

O efeito da adubação com esterco nas características químicas do solo encontra-se na Tabela 10. Os valores de pH e os teores de S não foram influenciados pelos níveis de esterco. A aplicação de esterco aumentou significativamente os teores de fósforo e potássio no solo. Entre as características químicas do solo afetadas pela matéria orgânica, destacam-se a disponibilidade de nutrientes para as culturas, a capacidade de troca de cátions e a complexação do Al^{3+} e do $\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}^{3+}$ (Bayer e Mielniczuk, 1999, Miyazawa et al., 2000). A matéria orgânica do solo apresenta carga elétrica negativa predominante, podendo por isso ser considerada como um aniônio orgânico e combina-se com o Al^{3+} e $\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}^{3+}$ imobilizando o ferro e o alumínio de tal modo que esses elementos não podem nessa forma precipitar o H_2PO_4^- aumentando a disponibilidade do P existente no solo (Malavolta, 1976, Canellas et al., 1999).

Tabela 10. Características químicas do solo em função da aplicação do esterco bovino

Esterco bovino (kg/planta)	pH	S	P	K	Ca	Mg	Al	CTC
		mg/dm ³			mmol _c /dm ³			
0	4,68 a	17,1 a	5,85 b	2,13 b	15,9 a	8,7 a	6,53 a	72,0 a
10	4,98 a	18,3 a	10,40 a	3,03 a	17,1 a	9,5 a	3,24 b	72,7 a
CV (%)	4,4	14,2	24,4	8,6	15,4	8,9	20,7	3,4

Esterco bovino (kg/planta)	Fe	Cu	Zn	Mn	B	C	H + Al	V
	mg/dm ³					g/dm ³	mmol _c /dm ³	%
0	63,9 a	0,38 a	0,94 a	4,77 a	1,18 a	16,5 a	45 a	37,7 a
10	47,6 a	0,32 a	1,37 a	5,95 a	1,13 a	17,2 a	43 a	41,7 a
CV (%)	22,0	13,2	19,0	13,8	19,8	4,2	9,1	12,0

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Os teores de Ca e Mg não foram influenciados significativamente pela adubação com esterco. O teor de alumínio foi reduzido significativamente pela adubação com esterco. De acordo com Lopes e Abreu (1987), o teor de 6,53 mmol_c/dm³ nas parcelas onde não se aplicou esterco é considerado médio, e o teor de 3,24 mmol_c/dm³ nas parcelas com esterco, baixo. A redução dos níveis de Al após a aplicação de resíduos vegetais e esterco de animais descrita em vários estudos

(Oliveira Filho et al., 1987, Miyazawa et al., 1993, Franchini et al., 1999) pode ocorrer por hidrólise, devido complexação por ácidos orgânicos liberados por estes materiais (Miyazawa et al., 2000).

Os valores médios de CTC e os teores de micronutrientes e carbono não apresentaram efeito significativo das doses de esterco. Mesmo comportamento foi observado para as médias de (H + Al) e de saturação em bases (V).

Da análise de regressão, ajustaram-se modelos significativos para os teores disponíveis de boro no solo para ambos os níveis de esterco em função das doses de ácido bórico adicionadas, observando-se que com o aumento das doses de ácido bórico adicionadas ao solo houve aumento nos teores de B disponível (Figura 4). Trabalho conduzido por Correa et al. (1985) mostra que a absorção de B pelo cafeeiro foi proporcional ao teor de B em equilíbrio na solução do solo. Trabalho conduzido com laranja pêra por Quaggio e Piza Jr. (2001) mostra que a aplicação de doses crescentes de B no solo foi acompanhada pelo aumento linear e crescente nos teores do elemento tanto no solo, extraído pelo método da água quente, como nas folhas.

Para os demais nutrientes e propriedades químicas do solo não foram encontrados efeitos das doses de ácido bórico. A interação doses de ácido bórico e níveis de esterco não foi significativa. Nakayama (1989), variando doses de B de 0 a 0,50 mg/kg para mudas de cacauzeiro cultivadas em vaso não encontrou qualquer influencia sobre o pH do solo e sobre os teores de Al, Ca, Mg, K e P.

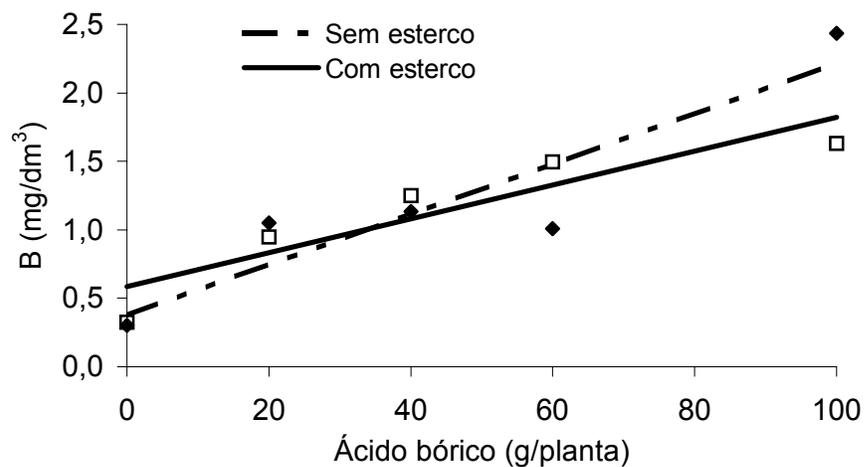


Figura 4. Teores de B no solo extraído pelo método de água quente, sem aplicação de esterco bovino ($Y = 0,0185x + 0,372$, $R^2 = 0,85^*$) e com aplicação de esterco bovino ($Y = 0,0124x + 0,586$, $R^2 = 0,84^*$) em função de doses de boro.

Mello e Vitti (2002) não encontraram influência nas características químicas do solo (pH, C, P, K, Ca, Mg, H + Al, CTC) com adubações de até 14 t/ha de lodo de cervejaria + cavaco de eucalipto, 16 t/ha de composto de lixo ou 6 t/ha de cama de frango. Holanda et al. (1982) constataram que a adição de 12 t/ha de esterco de galinha não aumentou o pH e os teores de Ca e K do solo. Aumentos da CTC do solo não foram obtidos com a adição de 50 t/ha de composto de lixo (Giusquiani et al., 1988).

O teor médio de B no solo foi de $1,15 \text{ mg/dm}^3$, variando de cerca de $0,30 \text{ mg/dm}^3$ a $2,03 \text{ mg/dm}^3$, respectivamente, na dose zero e com aplicação de 100 g de ácido bórico por planta. Teores de 0,21 a 0,60 são considerados médios e maiores que 0,60 são considerados altos para Raij et al. (1996). Segundo Marschner (1995), a deficiência de B ocorre quando o B do solo extraído por água quente é menos de 1 mg/dm^3 e a toxidez, quando é maior que 5 mg/dm^3 .

Segundo Quaggio e Piza Jr. (2001), a toxidez de B está associada à aplicação de doses maiores do que 3 kg/ha de B, de uma só vez ou muito localizada ao redor das plantas, sendo que em pomares cítricos, recém plantados, a dose de 2 kg/ha foi suficiente para provocar a toxidez, e a reversão dos sintomas ocorre mais rapidamente com a elevação do pH do solo, através da calagem, e também por lavagem do excesso de B pela lixiviação. Noble et al. (1993), estudando o efeito do B em alfafa cultivada em vasos, não encontraram qualquer efeito prejudicial com dose máxima de 2,24 kg/ha. Nakayama (1989) utilizou doses de até 1 kg/ha sem prejuízos à mudas do cacauzeiro crescidas em vasos. Para mudas de limão cravo, doses de B de até 6 kg/ha não foram fitotóxicas (Yamada, 2001). Talvez a grande deficiência destes trabalhos seja a falta de correlação entre as doses de B aplicadas no solo e a disponibilidade do elemento para as plantas mostrada pelo seu teor na solução do solo, uma vez que, neste experimento a dose máxima de 100 g/planta corresponde a 166,6 kg de ácido bórico ou 29,1 kg de B por hectare e não foi constatada fitotoxicidade para o figo, pois o teor médio disponível de B na solução do solo foi de $1,15 \text{ mg/dm}^3$ e máximo de $2,03 \text{ mg/dm}^3$, bem abaixo do que a literatura apresenta como nível fitotóxico.

A disponibilidade de boro no solo é regulada pela lixiviação e pela adsorção do elemento. A grande mobilidade do B no solo o torna suscetível à lixiviação fazendo com que o teor de matéria orgânica seja fundamental na manutenção de B no solo (Neves, 1996). Segundo Yamada (2000a), o que de fato governa a disponibilidade de B na solução do solo é a adsorção e não a lixiviação, e que a absorção de boro pelas plantas depende somente da sua concentração na solução do solo. Esta, por sua vez, depende das reações de adsorção entre o boro e seus adsorventes existentes no solo, tais como óxidos de ferro e alumínio, minerais de argila, matéria orgânica, hidróxido de magnésio e carbonato de cálcio. A adsorção cresce com o aumento da concentração do elemento na solução de equilíbrio do solo, do pH, da temperatura, do teor de materiais adsorventes e com a diminuição da umidade do solo.

CONCLUSÕES

- A adubação com ácido bórico não influenciou na produtividade da figueira;
- A produtividade da figueira foi superior nos tratamentos onde se aplicou o esterco bovino;
- A adubação com ácido bórico elevou os teores de Mn, Zn e B na matéria seca foliar da figueira e não influenciou nos teores dos demais nutrientes;
- Os teores médios de macronutrientes, em g/kg, encontrados na matéria seca foliar da figueira foram: $\text{NH}_4 = 34,2$; $\text{NO}_3 = 1,3$; $\text{Ntotal} = 35,5$; $\text{P} = 2,2$; $\text{K} = 13,8$; $\text{Ca} = 12,4$; $\text{Mg} = 5,7$ e $\text{S} = 1,8$; e de micronutrientes, em mg/kg, foram: $\text{Mn} = 120$; $\text{Fe} = 114$; $\text{Zn} = 25$; $\text{B} = 84,2$ e $\text{Cu} = 6,9$;
- A adubação com ácido bórico influenciou os teores de Ntotal , K , Mn , B e Cu na matéria seca dos frutos da figueira e não influenciou nos teores dos demais nutrientes;
- Os teores de macronutrientes, em g/kg, encontrados na matéria seca dos frutos da figueira foram: $\text{NH}_4 = 16$; $\text{NO}_3 = 0,8$; $\text{Ntotal} = 16,8$; $\text{P} = 1,97$; $\text{K} = 12,2$; $\text{Ca} = 5,02$; $\text{Mg} = 2,5$; $\text{S} = 1,15$; e de micronutrientes, em mg/kg, foram: $\text{Mn} = 42,8$; $\text{Fe} = 44,8$; $\text{Zn} = 22,4$; $\text{B} = 31,4$ e $\text{Cu} = 5,5$.

- De modo geral, verificou-se baixa correlação entre os teores de nutrientes nas folhas com aqueles verificados nos frutos;
- As quantidades extraídas de macronutrientes (kg/ha/safra) e micronutrientes (g/ha/safra) foram: $\text{NH}_4 = 16,4$; $\text{NO}_3 = 0,8$; $\text{Ntotal} = 17,2$; $\text{P} = 2,0$; $\text{K} = 13,3$; $\text{Ca} = 4,5$; $\text{Mg} = 2,0$; $\text{S} = 0,8$; $\text{Mn} = 33,7$; $\text{Fe} = 48$; $\text{Zn} = 22,8$; $\text{B} = 32,3$ e $\text{Cu} = 7,9$;
- A concentração de Al no solo foi reduzida e as de K e P foram aumentadas com a aplicação de esterco bovino.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bayer, C., Mielniczuk, J. (1999). Dinâmica e função da matéria orgânica. *In*: Santos, G.A., Camargo, F.A.O. *Fundamentos da matéria orgânica do solo*. Porto Alegre: Gênese, p. 9-26.
- Berton, R.S. (1996). Adubação orgânica. *In*: Raij, B.V., Cantarella, H., Quaggio, J.A., Furlani, A.M.C. *Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo*. Campinas: Instituto Agronômico, p.123-125. (Boletim Técnico, 100).
- Borges, A.L., Silva, T.O., Caldas, R.C., Almeida, I.E. (2002). Adubação nitrogenada para bananeira “terra” (*Musa sp.* AAB, subgrupo Terra). *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, 24(1):189-193.
- Brown, P.H., Hu, H. (1998). Manejo do boro de acordo com sua mobilidade nas diferentes culturas. *Informações agronômicas*, Piracicaba: POTAFOS, 51:1-4.
- Brown, P.H., Shelp, B.J. (1997). Boron mobility in plants. *Plant and Soil*, Netherlands, 193: 85-101.
- Caetano, L.C.S., Carvalho, A.J.C. de. (2001). Função de resposta da figueira (*Ficus carica* L.) à adubação nitrogenada. *Anais do Congresso Brasileiro de Fruticultura*, 16, Fortaleza, SBF, p. 284.
- Campo-Dall`Orto, F.A., Barbosa, W., Quaggio, B.V. (1996). Frutíferas: frutas de clima temperado, II. *In*: Raij, B.V., Cantarella, H., Quaggio, J.A., Furlani, A.M.C. *Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo*. Campinas: Instituto Agronômico, p. 141-142. (Boletim Técnico, 100).

- Canellas, L.P., Santos, G.A., Amaral Sobrinho, N.M.B. (1999). Reações da matéria orgânica. In: Santos, G.A., Camargo, F.A.O. *Fundamentos da matéria orgânica do solo*. Porto Alegre: Gênese, p. 69-89.
- Carvalho, A. J. C. (1998). *Composição mineral e produtividade do maracujazeiro amarelo em resposta a adubações nitrogenada e potássica sob lâminas de irrigação*. Tese (Doutorado em Produção Vegetal), Campos dos Goytacazes-RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense - UENF, 109p.
- Cawse, P.A. (1967). The determination of nitrate in soil solution by ultraviolet spectrophotometry. *Analyst*, 9(2):309-313.
- Correa, A.E., Pavan, M.A., Miyazawa, M. (1985). Aplicação de boro no solo e respostas do cafeeiro. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 20(2):177-181.
- Dantas, J.P. (1991). Boro. In: Ferreira, M. E., Cruz, M. C. P. da. *Micronutrientes na agricultura*. Piracicaba: POTAFOS, p. 112-130.
- Dordas, C., Sah, R., Brown, P.H., Zeng, Q., Hu, H. (2001). Remobilização de micronutrientes e elementos tóxicos em plantas superiores. In: Ferreira, M.E., Cruz, M.C.P., Raij, B.V., Abreu, C.A. *Micronutrientes e elementos tóxicos na agricultura*. Jaboticabal: CNPq/FAPESP/POTAFOS, p. 43-49.
- Fernandes, F. M., Buzetti, S. (1999). Fertilidade do solo e nutrição da figueira. In: Corrêa, L. De S., Boliani, A. C. *Cultura da figueira: do plantio a comercialização*. Ilha Solteira: Funep, p.69-85.
- Fontes, R.L.F., Abreu, C.A., Abreu, M.F. (2001). Disponibilidade e avaliação de elementos aniônicos. In: Ferreira, M.E., Cruz, M.C.P., Raij, B.V., Abreu, C.A. *Micronutrientes e elementos tóxicos na agricultura*. Jaboticabal: CNPq/FAPESP/POTAFOS, p.186-212.
- Franchini, J.C., Malavolta, E., Miyazawa, M., Pavan, M.A. (1999). Alterações químicas em solos ácidos após a aplicação de resíduos vegetais. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, 23:533-542.
- Freire, L.R., Almeida, D.L. (1988). Recomendação de nutrientes. In: De-Polli, H. (Coord), Almeida, D.L., Santos, G.A., Cunha, L.H., Freire, L.R., Amaral Sobrinho, N.M.B., Pereira, N.N.C., Eria, P.A., Bloise, R.M., Saleck, R.C. *Manual de adubação para o Estado do Rio de Janeiro*. Itaguaí: Ed. Universidade Rural, p.81-89.

- Giusquiani, P.L., Marucchini, C., Businelli, M. (1988). Chemicals properties on soils amended with compost of urban waste. *Plant and soil*, Netherlands, 109:73-78.
- Gupta, V.C. (2001). Micronutrientes e elementos tóxicos em plantas e animais. *In*: Ferreira, M.E., Cruz, M.C.P., Raij, B.V., Abreu, C.A. *Micronutrientes e elementos tóxicos na agricultura*. Jaboticabal: CNPq/FAPESP/POTAFOS, p. 13-41.
- Hernandes, F.B.T.; Modesto, J.C.; Suzuki, M.A.; Correa, L.S. (1994). Effects of irrigation and nitrogen levels on qualitative and nutritional aspects of fig-trees (*Ficus carica* L.). *Scientia Agricola*, Piracicaba, 51(2): 292-298.
- Hernandes, F.B.T.; Suzuki, M.A.; Frizzone, J.A.; Tarsitano, M.A.A.; Pereira, G.T. Correa, L.S. (1996). Função de produção da figueira à aplicação de doses de nitrogênio e lâminas de água. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, 16(2): 22-30.
- Hiroce, R.; Ojima, M.; Gallo, J.R.; Bataglia, O.C.; Furlani, P.R.; Furlani, A.M. (1979). Composição mineral e exportação de nutrientes pelas colheitas de frutos subtropicais e temperados. *Anais do Congresso Brasileiro de Fruticultura*, 5, Pelotas, p. 179-189.
- Holanda, J.J., Mielniczu, J., Stammel, J.G. (1982). Utilização de esterco e adubo mineral em quatro seqüências de culturas em solo de encosta basáltica do Rio Grande do Sul. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, 6:47-51.
- Jackson, M.L. (1958). *Soil chemical analysis*. New Jersey: Prentice Hall, 498p.
- Jones Jr., J.B., Wolf, B., Mills, H.A. (1991). *Plant analysis handbook: a practical sampling, preparation, analysis, and interpretation guide*. Athens (USA): Micro-Macro Publishing, 213 p.
- Lopes, A.S., Abreu, C.A. (1987). Manejo da fertilidade do solo. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte: EPAMIG, 13(147):3-21.
- Malavolta, E. (1976). *Manual de química agrícola*. São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 528p.
- Malavolta, E., Vitti, G.C., Oliveira, S.A. (1989). Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. Piracicaba: POTAFOS, 201 p.
- Malavolta, E., Boaretto, A.E., Paulino, V.T. (1991). Micronutrientes: uma visão geral. *In*: Ferreira, M. E., Cruz, M. C. P. da. *Micronutrientes na agricultura*. Piracicaba: POTAFOS, p. 23-33.

- Marschner, H. (1995). *Mineral nutrition of higher plants*. London: Academic Press, 889 p.
- Mello, S.C., Vitti, G.C. (2002). Influência de materiais orgânicos no desenvolvimento do tomateiro e nas características químicas do solo em ambiente protegido. *Horticultura Brasileira*, Brasília, 20(3):452-458.
- Miyazawa, M., Pavan, M.A., Calegari, A. (1993). Efeito de material vegetal na acidez do solo. *Revista Brasileira de Ciência do solo*, Viçosa, 17:411-416.
- Miyazawa, M., Pavan, M.A., Franchini, J.C. (2000). Neutralização da acidez do perfil do solo por resíduos vegetais, *Informações Agronômicas*, Piracicaba: POTAFOS, 92: 1-8.
- Nakayama, L.H.I. (1989). Influência de doses de boro e zinco no desenvolvimento e nutrição mineral do cacauzeiro. *Agrotrópica*, Ilhéus, 1(1):34-38.
- Neves, J.C.L. (1996). Micronutrientes. In: Dias, L.E (Coord.). *Fertilidade do solo*. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, p. 220-238.
- Noble, M.E., Blevins, D.G., Miles, R.J. (1993). Better crops with plant food, *Norcross*, 77(3): 3-5.
- Oliveira Filho, J.M., Carvalho, M.A., Guedes, G.A.A. (1987). Matéria orgânica do solo. *Informe agropecuário*, Belo Horizonte: EPAMIG, 13(147):22-36.
- Pereira, F. M. (1981). *Cultura da figueira*. Piracicaba: Livro Ceres, 73p.
- Power, P.P., Woods, W.G. (1997). The chemistry of boron and its speciation in plantas. *Plant and Soil*, Netherlands, 193:1-13.
- Quaggio J.A., Raij, B.V, Piza Jr., C.T. (1996). Frutíferas: amostragem de folhas e diagnose foliar: In: Raij, B.V., Cantarella, H., Quaggio, J.A., Furlani, A.M.C. *Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo*. Campinas: Instituto Agronômico, p. 123-125. (Boletim Técnico, 100).
- Quaggio J.A., Piza Jr., C.T. (2001). Frutíferas tropicais. In: Ferreira, M.E., Cruz, M.C.P., Raij, B.v., Abreu, C.A. *Micronutrientes e elementos tóxicos na agricultura*. Jaboticabal: CNPq/FAPESP/POTAFOS, p. 458-491.
- Raij, B.V., Cantarella, H., Quaggio, J.A., Furlani, A.M.C. (1996). *Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo*. Campinas: Instituto Agronômico, 285p. (Boletim Técnico, 100).

- Trindade, A.V., Faria, N.G., Almeida, F.P. (2000) Uso do esterco no desenvolvimento de mudas de mamoeiro colonizadas com fungos micorrízicos. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 35(7):1389-1394.
- Volkweiss, S.J. (1991). Fontes e métodos de aplicação. *In*: Ferreira, M. E., Cruz, M. C. P. da. *Micronutrientes na agricultura*. Piracicaba: POTAFOS, p.391-412.
- Yamada, T. (2000a). Boro: será que estamos aplicando a dose suficiente para o adequado desenvolvimento das plantas. *Informações Agronômicas*, Piracicaba: POTAFOS, 90:1-5.
- Yamada, T. (2000b). Convivendo com a acidez do solo. *Informações Agronômicas*, Piracicaba: POTAFOS, 91:16.
- Yamada, T. (2001) Matéria orgânica e boro controlariam o amarelinho dos citros? *Informações Agronômicas*, Piracicaba: POTAFOS, 93:1.

7. RESUMO E CONCLUSÕES

Os trabalhos foram conduzidos no período 2000/2004 em áreas pertencentes a Pesagro-Rio e a Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, localizadas no município de Campos dos Goytacazes-RJ, Brasil, situada a 21°19'23" de latitude Sul e 41°19'40" de longitude Oeste de Greenwich e a 14 m de altitude. O clima é quente e úmido. As chuvas são de verão e a região é varrida, principalmente de dezembro a março pelos ventos de Nordeste e de Sudoeste - frios e úmidos. A temperatura média anual nos últimos 15 anos foi de 24,2°C, variando entre 21,4°C em junho a 27,7°C em fevereiro e a precipitação média no mesmo período foi de 121 mm, variando de 34 mm, no mês de junho, a 172 mm, no mês de dezembro.

No desenvolvimento deste trabalho objetivou-se atender a algumas das necessidades do sistema de produção da figueira, sendo: (a) definir um modelo matemático estimador de área foliar para a figueira; (b) avaliar a influência do número de ramos produtivos sobre a área foliar, produtividade e nutrição mineral da figueira; (c) verificar a resposta da figueira à adubação com diferentes doses de nitrogênio; (d) avaliar a produtividade e a composição mineral de folhas e frutos da figueira a diferentes doses de ácido bórico e a adubação orgânica e determinar a extração de nutrientes pela cultura. O cultivar utilizado em todos os trabalhos foi o Roxo de Valinhos.

Para se obter um modelo matemático que estimasse a área foliar da figueira com base no comprimento da folha, coletou-se, ao acaso, em janeiro de 2003, noventa folhas de tamanhos diversos em pomares implantados em espaçamento 3 x

1,5 m, em área de topografia plana, solo tipo cambissolo, localizados na Pesagro-Rio, Campos dos Goytacazes, RJ. Após a coleta das folhas, determinou-se a área de cada folha, utilizando um medidor de área foliar, Modelo LI-3100, li-cor, Lincoln, NE, USA. Os dados de comprimento e área foliar correspondente foram correlacionados através de regressões.

Na busca da definição de uma estrutura de copa adequada para a condução da figueira na produção de figos verdes foi conduzido um experimento entre outubro de 2002 e março de 2003 em pomar de figueiras com seis anos de idade, implantado no espaçamento 3 m x 1,5 m, em área de topografia plana e solo tipo cambissolo, localizado na Pesagro-Rio, Campos dos Goytacazes, RJ. Os tratamentos foram plantas conduzidas com 16, 20, 24, 28 e 32 ramos produtivos, em delineamento experimental de blocos casualizados e cinco repetições. Foram obtidas informações de produtividade, número de frutos produzidos, peso de frutos, comprimento de ramos, área foliar, penetração de luz no dossel e composição mineral das plantas.

Para estabelecer a melhor dose de nitrogênio para adubação avaliou-se a resposta da figueira a cinco doses de N (0, 64, 128, 192 e 256 g de N/planta) em delineamento experimental de blocos casualizados e quatro repetições, obtendo-se uma função de resposta. O experimento foi conduzido entre agosto de 2000 e março de 2001 em pomar de figueiras com cinco anos de idade, localizado na Pesagro-Rio, Campos dos Goytacazes, RJ, implantado no espaçamento 3 m x 1,5 m em área de topografia plana e solo tipo cambissolo. Avaliaram-se respostas de produtividade, número de frutos produzidos, peso de frutos, comprimento e diâmetro de frutos, comprimento de ramos e composição mineral das plantas.

Para avaliar a resposta da figueira à adubação com boro (0, 20, 40, 60 e 100 g de ácido bórico/planta) e à adubação orgânica com esterco bovino (0 e 10 kg de esterco/planta), foi instalado um experimento com plantas de 24 meses de idade em pomar localizado em área experimental pertencente a Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes, RJ, com plantas conduzidas com 12 ramos e cultivadas em Latossolo Amarelo Distrófico. O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados em esquema de parcelas subdivididas e quatro repetições. Avaliou-se a produtividade, o peso médio de frutos, o número de frutos produzidos, o comprimento e o diâmetro de frutos, a composição mineral de folhas e

frutos, a extração de nutrientes pela safra e o efeito dos tratamentos sobre as características químicas do solo.

As principais conclusões obtidas foram:

- O comprimento da folha foi adequado para estimar a área foliar da figueira, e o modelo matemático mais adequado entre os propostos foi: $\hat{Y} = 0,8414C^2$, onde \hat{Y} é a área foliar (cm²) e C, o comprimento da folha (cm);
- A maior produtividade estimada, 10.801 kg/ha, foi obtida com a condução de 27 ramos produtivos por planta e a maior produtividade observada, 11.910 kg/ha, foi obtida quando a planta foi conduzida com 24 ramos produtivos;
- No tratamento onde se obteve a maior produtividade observada, a área foliar média de planta foi igual a 6,2 m²;
- Em plantas conduzidas com 24 ramos, os teores de macronutrientes e Cl, em g/kg, e outros micronutrientes, em mg/kg, na matéria seca foliar do tratamento com maior produtividade foram: N = 28,7; P = 1,8; K = 14,7; Ca = 25; Mg = 7,3; S = 1,5; Cl = 2,0; Zn = 29,3; Fe = 152; Mn = 185; B = 42; Cu = 12,7;
- Observou-se redução linear nas leituras de penetração de luz na copa das plantas com o aumento do número de ramos produtivos conduzidos;
- Os teores foliares de N, K, Mn, Cu, B e Fe não foram influenciados e os de P, Ca, Mg, S, Cl e Zn foram influenciados pelo número de ramos produtivos conduzidos;
- Observou-se que os teores dos nutrientes N, P, Cu e Cl foram mais elevados durante a fase de intenso crescimento vegetativo, decrescendo no final do ciclo produtivo da figueira, enquanto os teores de Ca, Mg, S, Zn, Mn, B e Fe inicialmente foram mais baixos, elevando-se durante o ciclo de produção. Os teores de K foram maiores no período de maior produção de frutos;
- Em plantas conduzidas com 20 ramos, a produtividade máxima de frutos verdes foi estimada em 9.282 kg/ha com a aplicação de 161 g de N por planta;
- Os teores de P, K e B apresentaram efeito quadrático em função do aumento na dose de N, com elevação até, aproximadamente, 130 g de N por planta;
- A adubação nitrogenada não influenciou os teores foliares de N, S, Ca, Fe, Zn, Cu e Mn e reduziu os teores de Mg. Os teores foliares de todos os nutrientes foram influenciados pela época de amostragem;

- Em plantas conduzidas com 20 ramos, os teores foliares de nutrientes relacionados com a máxima produtividade variaram de: N = 27,2 a 33,3 g/kg; P = 1,90 a 2,47 g/kg; K = 21,0 a 23,8 g/kg; Ca = 15,9 a 26,1 g/kg; Mg = 3,3 a 4,27 g/kg; S = 2,0 a 2,5 g/kg; Fe = 190 a 325 mg/kg; Cu = 15 a 64 mg/kg; Zn = 30 a 30,5 mg/kg; Mn = 43,7 a 77,5 mg/kg; B = 59,7 a 121 mg/kg;
- Em plantas conduzidas com 12 ramos produtivos, a adubação com ácido bórico não influenciou e a adubação com esterco bovino elevou a produtividade da figueira;
- A adubação com ácido bórico elevou os teores de Mn, Zn e B na matéria seca foliar da figueira e não influenciou os teores dos demais nutrientes;
- Em plantas conduzidas com 12 ramos produtivos, os teores de macronutrientes, em g/kg, encontrados na matéria seca foliar da figueira foram: $\text{NH}_4 = 34,2$; $\text{NO}_3 = 1,3$; $\text{N}_{\text{total}} = 35,5$; P = 2,2; K = 13,8; Ca = 12,4; Mg = 5,7 e S=1,8; e os de micronutrientes, em mg/kg, foram: Mn = 120; Fe = 114; Zn = 25; B = 84,2 e Cu = 6,9;
- A adubação com ácido bórico elevou os teores de Mn, B, Cu, K e N_{total} na matéria seca dos frutos da figueira e não influenciou nos teores dos demais nutrientes;
- Em plantas conduzidas com 12 ramos produtivos, os teores de macronutrientes, em g/kg, encontrados na matéria seca dos frutos da figueira foram: $\text{NH}_4 = 16$; $\text{NO}_3 = 0,8$; $\text{N}_{\text{total}} = 16,8$; P = 1,97; K = 12,2; Ca = 5,02; Mg = 2,5; S = 1,15; e os de micronutrientes, em mg/kg, foram: Mn = 42,8; Fe = 44,8; Zn = 22,4; B = 31,4 e Cu = 5,5;
- De modo geral, verificou-se baixa correlação entre os teores de nutrientes nas folhas com aqueles verificados nos frutos;
- Em plantas conduzidas com 12 ramos produtivos, as quantidades extraídas de macronutrientes (kg/ha/safra) e micronutrientes (g/ha/safra) foram: $\text{NH}_4 = 16,4$; $\text{NO}_3 = 0,8$; $\text{N}_{\text{total}} = 17,2$; P = 2,0; K = 13,3; Ca = 4,5; Mg = 2,0; S = 0,8; Mn = 33,7; Fe = 48; Zn = 22,8; B = 32,3 e Cu = 7,9;
- A concentração de Al no solo foi reduzida, e as concentrações de K e P foram aumentadas com a aplicação de esterco bovino.
- O teor de B no solo aumentou linearmente com as doses de ácido bórico adicionadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almeida, M. de M., Silveira, da E. T. (1997) Tratos culturais na cultura da figueira no Sudoeste de Minas Gerais. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte: EPAMIG, 18(188):27-33.
- Amaro, A.A. (1997) Comercialização de figo. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte: EPAMIG, 18 (188): 49-56.
- Amaro, A.A. (1999) Fruticultura: Satisfação garantida. *Agroanalysis*, Rio de Janeiro: FGV/ IBGE, 19(1):18-20.
- Andrade Neto, A., Mendes, A.N.G., Guimarães, P.T.G. (1999). Avaliação de substratos alternativos e tipos de adubação para a produção de mudas de cafeeiro (*Coffea arabica*) em tubetes. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, 23(2):270-280.
- Antunes, L. E. C., Abrahão, E., Silva, V.J. da. (1997). Caracterização da cultura da figueira no Estado de Minas Gerais. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte: EPAMIG, 18(188):43-44.
- Askin, A., Ceilan, S., Yener, H. (1998) A study on the nutritional status of fig orchards in Birgi-irimagzi. *Acta Horticulture*, 480:239:246.
- Bataglia, O.C., Quaggio, J.A., Brunini, O., Ciarelli, D.M. (1985) A adubação nitrogenada e ajustamento osmótico em milho e sorgo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. Brasília, Brasília, 20 (6): 659-665.
- Bayer, C., Mielniczuk, J. (1999) Dinâmica e função da matéria orgânica. In: Santos, G.A., Camargo, F.A.O. *Fundamentos da matéria orgânica do solo*. Porto Alegre: Gênese, p. 9-26.
- Benincasa, M.M.P., Benincasa, M., Latanze, R.J., Junquetti, M.T.G. (1976). Método não destrutivo para estimativa de área foliar de *Phaseolus vulgaris* L. (feijoeiro). *Científica*, Jaboticabal, 4(1):43-48.
- Bernardes, M.S. (1987). Fotossíntese no dossel das plantas cultivadas. In: Castro, P.R.C., Ferreira, S.O., Yamada, T. (Eds). *Ecofisiologia da produção agrícola*. Piracicaba: POTAFOS, p.13-45.
- Berton, R.S. (1996). Adubação orgânica. In: Raij, B.V., Cantarella, H., Quaggio, J.A., Furlani, A.M.C. *Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo*. Campinas: Instituto Agrônomo, p.123-125. (Boletim Técnico, 100).

- Bodson, M., Outlaw Jr., W. (1985). Elevation in sucrose content of the shoot apical meristema of *sinapis alba* floral evocation. *Plant Physiology*, Maryland, 79(2):20-24.
- Boliani, A.C., Corrêa, L.S. (1999). Propagação e instalação da cultura da figueira. In: Corrêa, L. de S., Boliani, A. C. *Cultura da figueira: do plantio a comercialização*. Ilha Solteira: Funep, p. 41-50.
- Borges, A.L., Silva, T.O., Caldas, R.C., Almeida, I.E. (2002). Adubação nitrogenada para bananeira "terra" (*Musa* sp. AAB, subgrupo Terra). *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, 24(1):189-193.
- Brown, P.H., Hu, H. (1998). Manejo do boro de acordo com sua mobilidade nas diferentes culturas. *Informações agronômicas*, Piracicaba: POTAFOS, 51: 1-4.
- Brown, P.H., Shelp, B.J. (1997). Boron mobility in plants. *Plant and Soil*, Netherlands, 193: 85-101.
- Caetano, L.C.S., Carvalho, A.J.C. de. (2001). Função de resposta da figueira (*Ficus carica* L.) à adubação nitrogenada. *Anais do Congresso Brasileiro de Fruticultura*, 16, Fortaleza, SBF, p. 284.
- Campo-Dall'Orto, F.A., Barbosa, W., Quaggio, B.V. (1996). Frutíferas: frutas de clima temperado, II. In: Raij, B.V., Cantarella, H., Quaggio, J.A., Furlani, A.M.C. *Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo*. Campinas: Instituto Agrônomo, p. 141-142. (Boletim Técnico, 100).
- Campostrini, E.; Yamanishi, O.K. (2001). Estimation of papaya leaf area using the central vein length. *Scientia Agricola*, Piracicaba, 58(1):39-42.
- Canellas, L.P., Santos, G.A., Amaral Sobrinho, N.M.B. (1999). Reações da matéria orgânica. In: Santos, G.A., Camargo, F.A.O. *Fundamentos da matéria orgânica do solo*. Porto Alegre: Gênese, p. 69-89.
- Carvalho, A.J.C. (1998). *Composição mineral e produtividade do maracujazeiro amarelo em resposta a adubações nitrogenada e potássica sob lâminas de irrigação*. Tese (Doutorado em Produção Vegetal), Campos dos Goytacazes - RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense - UENF, 109p.
- Cawse, P.A. (1967). The determination of nitrate in soil solution by ultraviolet spectrophotometry. *Analyst*, 9(2):309-313.
- Correa, A.E., Pavan, M.A., Miyazawa, M. (1985). Aplicação de boro no solo e respostas do cafeeiro. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 20(2):177-181.
- Corrêa, L. de S., Santos, S. C. (1999). Condução e tratos culturais da figueira. In: Corrêa, L. de S., Boliani, A. C. *Cultura da figueira: do plantio a comercialização*. Ilha Solteira: Funep, p.87-110.
- Coutinho, E.L.M., Natale, W., Souza, E.C.A. (1993). Adubos e corretivos: aspectos particulares na olericultura. In: Ferreira, M.E., Castellane, P.D., Cruz, M.C.P. *Nutrição e adubação de hortaliças*. Piracicaba: POTAFOS, p. 85-140.
- Dantas, J.P. (1991). Boro. In: Ferreira, M. E., Cruz, M. C. P. da. *Micronutrientes na agricultura*. Piracicaba: POTAFOS, p.112-130.

- Dordas, C., Sah, R., Brown, P.H., Zeng, Q., Hu, H. (2001). Remobilização de micronutrientes e elementos tóxicos em plantas superiores. *In: Ferreira, M.E., Cruz, M.C.P., Raij, B.V., Abreu, C.A. Micronutrientes e elementos tóxicos na agricultura*. Jaboticabal: CNPq/FAPESP/POTAFOS, p. 43-49.
- Dumas, Y. (1990). Interrelation of linear measurements and total leaf area or dry matter production in young tomato plants. *Advances in horticultural science*, Firenze,24(3):172-176.
- Fachinello, J. C., Manica, I., Machado, A. A. (1979). Resposta da figueira (*Ficus carica* L.) cv. João Pedro a dois níveis de adubação com nitrogênio, fósforo e potássio. *Anais do Congresso Brasileiro de fruticultura*, 5, Pelotas, SBF, p.889-895.
- Fernandes, F. M., Buzetti, S (1999). Fertilidade do solo e nutrição da figueira. *In: Corrêa, L. de S., Boliani, A. C. Cultura da figueira: do plantio a comercialização*. Ilha Solteira: Funep, p. 69-85.
- Fernandes, M.S., Rossiello, R.O.P. (1995). Mineral nitrogen in plant physiology and plant nutrition. *Critical reviews in plant sciences*. 14(2): 111-148. 1995.
- FIBGE-Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (1980). *Atlas geográfico*. Rio de Janeiro: FENAME, 64 p.
- Fontes, P.S.F. (2001). *Adubação nitrogenada e avaliação de cultivares de banana (Musa spp.) Noroeste do Estado do Rio de Janeiro*. Tese (Mestrado em Produção Vegetal). Campos dos Goytacazes – RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense- UENF, 64 p.
- Fontes, R.L.F., Abreu, C.A., Abreu, M.F. (2001). Disponibilidade e avaliação de elementos aniônicos. *In: Ferreira, M.E., Cruz, M.C.P., Raij, B.V., Abreu, C.A. Micronutrientes e elementos tóxicos na agricultura*. Jaboticabal:CNPq/FAPESP/POTAFOS, p. 186-212.
- Franchini, J.C., Malavolta, E., Miyazawa, M., Pavan, M.A. (1999). Alterações químicas em solos ácidos após a aplicação de resíduos vegetais. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, 23:533-542.
- Gamiely, S.; Randle, W.M.; Mills, H.A.; Smittle, D.A. (1991). A rapid and nondestructive method for estimating leaf area of onions. *HortiScience*, Alexandria, 26(2):206.
- Giusquiani, P.L., Marucchini, C., Businelli, M. (1988). Chemicals properties on soils amended with compost of urban waste. *Plant and soil*, Netherlands, 109:73-78.
- Gupta, V.C. (2001). Micronutrientes e elementos tóxicos em plantas e animais. *In: Ferreira, M.E., Cruz, M.C.P., Raij, B.V., Abreu, C.A. Micronutrientes e elementos tóxicos na agricultura*. Jaboticabal:CNPq/FAPESP/POTAFOS, p. 13-41.
- Haag, H.P. (1979). Distúrbios nutricionais em figueira (*Ficus carica* L.) cultivada em solução nutritiva. *O Solo*, Piracicaba, 71(1):31-34.
- Haag, H.P. (1987). A nutrição mineral e o ecossistema. *In: Castro, P.R.C., Ferreira, S.O., Yamada, T. (Eds). Ecofisiologia da produção agrícola*. Piracicaba: POTAFOS, p.49-69.

- Hernandes, F.B.T.; Modesto, J.C.; Suzuki, M.A.; Correa, L.S. (1994). Effects of irrigation and nitrogen levels on qualitative and nutritional aspects of fig-trees (*Ficus carica* L.). *Scientia Agricola*, Piracicaba, 51(2): 292-298.
- Hernandes, F.B.T.; Suzuki, M.A.; Frizzzone, J.A.; Tarsitano, M.A.A.; Pereira, G.T. Correa, L.S. (1996). Função de produção da figueira à aplicação de doses de nitrogênio e lâminas de água. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, 16(2): 22-30.
- Hernandez, F. B. T., Corrêa, L. de S., Modesto, J. C., Yokota, M. A. (1991). Efeitos de níveis de nitrogênio e da irrigação na cultura do figo. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Cruz das Almas, 13 (4): 211-216.
- Hiroce, R., Ojima, M., Gallo, J.R., Bataglia, O.C., Furlani, P.R., Furlani, A.M.C. (1979). Composição mineral e exportação de nutrientes pelas colheitas de frutos subtropicais e temperados. *Anais do Congresso Brasileiro de fruticultura*, 5, Pelotas, SBF, p.179-189.
- Holanda, J.J., Mielniczu, J., Stammel, J.G. (1982). Utilização de esterco e adubo mineral em quatro seqüências de culturas em solo de encosta basáltica do Rio Grande do Sul. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, 6:47-51.
- IBGE (2002). *Sistema de Recuperação Automática - SIDRA*; <http://www.ibge/sidra.org.br> em 15 de agosto de 2004.
- Jackson, J.E. (1980) Light interception and utilization by orchard systems. *Horticultural Reviews*, 2:208-267.
- Jackson, M.L. (1958). *Soil chemical analysis*. New Jersey: Prentice Hall, 498p.
- Jones Jr., J.B., Wolf, B., Mills, H.A. (1991). *Plant analysis handbook: a practical sampling, preparation, analysis, and interpretation guide*. Athens (USA): Micro-Macro Publishing, 213p.
- Kadir, S. (2003). *Why fruit trees fail to bear*. Kansas State University, 4 p. (Horticultural Report).
- Kobayashi, K., Salam, M. Us. (2000). Comparing simulated and measured values using mean squared deviation and its components. *Agronomy Journal*, Madson, 92(2): 345-352.
- Larcher, W. (2000). *Ecofisiologia vegetal*. São Carlos: RiMa Artes e textos, 531 p.
- Leão, P.C.S., Silva, E.E.G. (2003). Brotação e fertilidade de gemas em uvas sem sementes no Vale do São Francisco. *Revista Brasileira de Fruticultura*. Jaboticabal, 25(3): 1-7.
- Lopes, A.S., Abreu, C.A. (1987). Manejo da fertilidade do solo. *Informe agropecuário*, Belo Horizonte: EPAMIG, 13(147):3-21.
- Maiorano, J.A., Antunes, L.E.C., Regina, M.A., Abrahão, E., Pereira, A.F. (1997). Botânica e caracterização de cultivares de figueira. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte: EPAMIG, 18 (188): 22-24.
- Malavolta, E. (1976). *Manual de química agrícola*. São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 528p.

- Malavolta, E. (1980). *Elementos de nutrição mineral de plantas*. Piracicaba: Editora Agronômica Ceres. 251p.
- Malavolta, E., Boaretto, A.E., Paulino, V.T. (1991). Micronutrientes: uma visão geral. In: Ferreira, M. E., Cruz, M. C. P. da. *Micronutrientes na agricultura*. Piracicaba: POTAFOS, p.23-33.
- Malavolta, E., Vitti, G.C., Oliveira, S.A. (1989). Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. Piracicaba: POTAFOS, 201 p.
- Marini, R. (2002). *Tree management for improving peach fruit quality*. Mid atlantic fruit vegetable convention. www.rce.rutgers.edu/peach/orchard/treemanagement em 11 de janeiro de 2003.
- Marschner, H. (1995). *Mineral nutrition of higher plants*. London: Academic Press, 889p.
- Mello, S.C., Vitti, G.C. (2002). Influência de materiais orgânicos no desenvolvimento do tomateiro e nas características químicas do solo em ambiente protegido. *Horticultura Brasileira*, Brasília, 20(3):452-458.
- Miyazawa, M., Pavan, M.A., Calegari, A. (1993). Efeito de material vegetal na acidez do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, 17:411-416.
- Miyazawa, M., Pavan, M.A., Franchini, J.C. (2000). Neutralização da acidez do perfil do solo por resíduos vegetais, *Informações Agronômicas*, Piracicaba: POTAFOS, 92: 1-8.
- Nakagawa, J. (1991). Fruteiras. In: Ferreira, M. E., Cruz, M. C. P. da. *Micronutrientes na agricultura*. Piracicaba: POTAFOS, p. 585-623.
- Nakayama, L.H.I. (1989). Influência de doses de boro e zinco no desenvolvimento e nutrição mineral do cacauzeiro. *Agrotropica*, Ilhéus, 1(1):34-38.
- Nascimento, B.; Farias, C.H.A.; Silva, M.C.C.; Medeiros, J.F.; Sobrinho, J.E.; Negreiros, M.Z. (2002). Estimativa da área foliar do meloeiro. *Horticultura Brasileira*, Brasília, 20(4):555-558.
- Nesmith, D.S. (1991). Nondestructive leaf area estimation of rabbiteye blueberries. *HortScience*, Alexandria, 26(10):1332.
- Neves, J.C.L. (1996). Micronutrientes. In: Dias, L.E. (Coord.). *Fertilidade do solo*. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, p. 220-238.
- Noble, M.E., Blevins, D.G., Miles, R.J. (1993). Better crops with plant food, *Norcross*, 77(3): 3-5.
- Ogliari, J. (2003). *Manejo de plantas daninhas, adubação química e orgânica no maracujazeiro amarelo irrigado, na região norte do Estado do Rio de Janeiro*. Tese (Mestrado em Produção Vegetal) – Campos dos Goytacazes-RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense - UENF, 78 p.
- Oliveira Filho, J.M., Carvalho, M.A., Guedes, G.A.A. (1987). Matéria orgânica do solo. *Informe agropecuário*, Belo Horizonte: EPAMIG, 13(147):22-36.

- Penteado, S. R. (1999). O cultivo da figueira no Brasil e no mundo. *In: Corrêa, L. de S., Boliani, A. C. Cultura da figueira: do plantio a comercialização*. Ilha Solteira: Funep, p. 87-110.
- Pereira, F.M. (1981). *Cultura da figueira*. Piracicaba: Livro Ceres, 73p.
- Pereira, F.M., Nachtigal, J.C. (1999). Botânica, biologia e cultivares de figueira. *In: Corrêa, L. de S., Boliani, A. C. Cultura da figueira: do plantio a comercialização*. Ilha Solteira: Funep, p. 25-35.
- Pereira, J.F.; Splittstoesser, W.E. (1986). A rapid method to estimate leaf area of cassava plants. *HortScience*, Alexandria, 21(5):1218-1219.
- Power, P.P., Woods, W.G. (1997). The chemistry of boron and its speciation in plantas. *Plant and Soil*, Netherlands, 193:1-13.
- Quaggio J.A., Piza Jr., C.T. (2001). Frutíferas tropicais. *In: Ferreira, M.E., Cruz, M.C.P., Raij, B.v., Abreu, C.A. Micronutrientes e elementos tóxicos na agricultura*. Jaboticabal:CNPq/FAPESP/POTAFOS, p. 458-491.
- Quaggio J.A., Raij, B.V, Piza Jr., C.T. (1996). Frutíferas: amostragem de folhas e diagnose foliar. *In: Raij, B.V., Cantarella, H., Quaggio, J.A., Furlani, A.M.C. Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo*. Campinas: Instituto Agrônômico, p. 123-125. (Boletim Técnico, 100).
- Quaggio, J.A., Raij, B.V., Piza Jr., C.T. (1996). Frutíferas. *In: Raij, B.V., Cantarella, H., Quaggio, J.A., Furlani, A.M.C. Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo*. Campinas: Instituto Agrônômico & Fundação IAC, p. 121-153. (Boletim técnico, 100).
- Queiroga, J.L.; Romano, E.D.U.; Souza, J. R.P.; Miglioranza, E. (2003). Estimativa da área foliar do feijão-vagem (*Phaseolus vulgaris* L.) por meio da largura máxima do folíolo central. *Horticultura Brasileira*, Brasília, 21(1): 64-68.
- Raij, B.V., Cantarella, H., Quaggio, J.A., Furlani, A.M.C. (1996). *Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo*. Campinas: Instituto Agrônômico, 285p. (Boletim Técnico, 100).
- Rajapakse, N.C., Young, R.E., McMahon, M.J., Oi, R. (1999). Plant height control by photoselective filters: current status and future prospects. *HortTechnology*, 9(4):618-624.
- Rao, G.S.; Khan,B.H.; Chadha, K.L. (1978). Comparison of methods of estimating leaf-surface area through leaf characteristics in some cultivars of *Mangifera indica*. *Scientia Horticulturae*, Amsterdam, 8:341-348.
- Resende, G.M. De, Silva, G.L. Da, Paiva, L.E., Dias, P.F. Carvalho, J.G. de. (1997). Resposta do milho (*Zea Mays* L.) a doses de nitrogênio e potássio em solo da região de Lavras-MG. III. Micronutrientes na parte aérea. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, 21(1): 58-70.
- Revista Agroanalysis. (1999) *Agroanalysis*, Rio de Janeiro: FGV/IBGE, 19 (1):11.
- Robbins, N.S.; Pharr, M.D. (1987). Leaf area prediction models for cucumber from linear measurements. *HortScience*, Alexandria, 22(6):1264-1266.

- Rocha, D.G.F.; Holanda, J.S.; Medeiros, J.F.; Alencar, R.D.; Porto Filho, F.Q.; Rocha, A.A. (2000). Comportamento de cultivares de melão pele de sapo submetidas a condições de salinidade. *In: CD-ROM dos Anais do Congresso Brasileiro de Fruticultura*, 10, Fortaleza: SBF.
- Sandri, M.A., Andriolo, J.L., Witter, M., Dal Ross, T. (2003). Effect of shading on tomato plant grow under greenhouse. *Horticultura Brasileira*, Brasília, 21(4):642-645.
- Silva, D.J., Lima, M.F. (2001). Influência de húmus de minhoca e de esterco de gado na concentração foliar de nutrientes e na produção da manga "Tomy Atkins". *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, 23(3):748-751.
- Silva, N.F., Ferreira, F.A., Fontes, P.C.R., Cardoso, A.A. (1998). Modelos para estimar a área foliar de abóbora por meio de medidas lineares. *Revista Ceres*, Viçosa, 45(259):287-291.
- Simão, S (1971). *Manual de Fruticultura*. São Paulo: Agronômica Ceres, 530p.
- Simão, S (1998). *Tratado de Fruticultura*. Piracicaba: FEALQ, 760 p.
- Taiz, L., Zeiger, E. (2004). *Fisiologia Vegetal*. Porto Alegre: Artmed, 719 p.
- Teixeira, L.A.J.; Natale, W.; Ruggiero, C. (2001). Alterações de alguns atributos químicos do solo decorrentes da irrigação e adubação nitrogenada e potássica em bananeira após dois ciclos de cultivo. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, 23(3): 684-689.
- Trindade, A.V., Faria, N.G., Almeida, F.P. (2000). Uso do esterco no desenvolvimento de mudas de mamoeiro colonizadas com fungos micorrízicos. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 35(7):1389-1394.
- Veloso, C.A.C.; Oeiras, A.H.L.; Carvalho, E.J.M.; Souza, F.R.S.de. (2001). Resposta do abacaxizeiro à adição de nitrogênio, potássio e calcário em latossolo amarelo do nordeste paraense. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, 23(2):30-37.
- Véras, S.M., Yayama, K. (2000). Severidade de doenças foliares da pupunheira em diferentes períodos climáticos, níveis de adubação e espaçamento. *Fitopatologia Brasileira*, 25 (suplemento):433.
- Volkweiss, S.J. (1991). Fontes e métodos de aplicação. *In: Ferreira, M. E., Cruz, M. C. P. da. Micronutrientes na agricultura*. Piracicaba: POTAFOS, p.391-412.
- Vossen, P.M., Silver, D. (2000). *Growing temperate tree fruit and nut crops in home garden*. <http://www.homeorchard.ucdavis.edu/varieties.pdf> em 17 de outubro de 2003.
- Yamada, T. (2000a). Boro: será que estamos aplicando a dose suficiente para o adequado desenvolvimento das plantas. *Informações Agronômicas*, Piracicaba: POTAFOS, 90:1-5.
- Yamada, T. (2000b) Convivendo com a acidez do solo. *Informações Agronômicas*, Piracicaba: POTAFOS, 91:16.
- Yamada, T. (2001) Matéria orgânica e boro controlariam o amarelinho dos citros? *Informações Agronômicas*, Piracicaba: POTAFOS, 93:1.

APÊNDICE



Figura 1A. Vista geral de uma das áreas experimentais da figueira “Roxo de Valinhos” cultivado em Campos dos Goytacazes-RJ, Brasil.