

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU

**MARCA DE ABSORÇÃO SOB REGIMES HÍDRICOS EM BOTUCATU/SP E
CARACTERIZAÇÃO VARIETAL DE FIGOS NA ESPANHA**

MANOEL EUZÉBIO DE SOUZA

Tese apresentada à Faculdade de Ciências
Agronômicas da UNESP - Campus de
Botucatu, para obtenção do título de Doutor
em Agronomia (Horticultura)

BOTUCATU - SP
SETEMBRO – 2013

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU

**MARCA DE ABSORÇÃO SOB REGIMES HÍDRICOS EM BOTUCATU/SP E
CARACTERIZAÇÃO VARIETAL DE FIGOS NA ESPANHA**

MANOEL EUZÉBIO DE SOUZA

Orientadora: Profa. Dra. SARITA LEONEL

Coorientadores: Prof. Dr. ROBERTO LYRA VILLAS BOAS
Prof. Dr. FRANCISCO ARTÉS CALERO
Prof. Dr. PABLO MELGAREJO MORENO

Tese apresentada à Faculdade de Ciências
Agronômicas da UNESP - Campus de
Botucatu, para obtenção do título de Doutor
em Agronomia (Horticultura)

BOTUCATU - SP
SETEMBRO – 2013

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO - SERVIÇO TÉCNICO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - UNESP - FCA - LAGEADO - BOTUCATU (SP)

S729m Souza, Manoel Euzébio de, 1984-
Marcha de absorção sob regimes hídricos em Botucatu/SP e caracterização varietal de figos na Espanha / Manoel Euzébio de Souza. - Botucatu : [s.n.], 2013
viii, 106 f. : il., color., grafs., tabs.

Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agronômicas, Botucatu, 2013
Orientador: Sarita Leonel
Co-Orientador: Roberto Lyra Villas Boas
Co-Orientador: Francisco Artés Calero
Co-Orientador: Pablo Melgarejo Moreno
Inclui bibliografia

1. Figo - Cultivo. 2. Figo - Adubos e fertilizantes. 3. Figo - Manejo da irrigação. 3. Figo - Variedades. 4. Minerais na nutrição de plantas. I. Leonel, Sarita. II. Villas Boas, Roberto Lyra. III. Calero, Francisco Artés. IV. Moreno, Pablo Melgarejo. V. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Campus de Botucatu). Faculdade de Ciências Agronômicas. VI. Título.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"

FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS

CAMPUS DE BOTUCATU

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: "MARCHA DE ABSORÇÃO SOB REGIMES HÍDRICOS EM BOTUCATU/ SP E CARACTERIZAÇÃO VARIETAL DE FIGOS NA ESPANHA"

ALUNO: MANOEL EUZÉBIO DE SOUZA

ORIENTADORA: PROF^a DR^a SARITA LEONEL

CO-ORIENTADOR: PROF. DR. ROBERTO LYRA VILLAS BÔAS

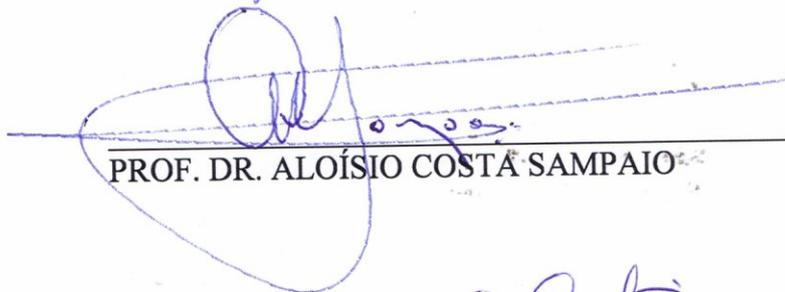
CO-ORIENTADOR: PROF. DR. FRANCISCO ARTÉS CALERO

CÓ-ORIENTADOR: PROF. DR. PABLO MELGAREJO MORENO

Aprovado pela Comissão Examinadora



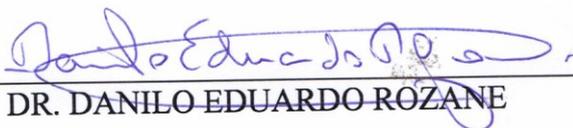
PROF^a DR^a SARITA LEONEL



PROF. DR. ALOÍSIO COSTA SAMPAIO



PROF^a DR^a GIUSEPPINA PACE PEREIRA LIMA



PROF. DR. DANILO EDUARDO ROZANE



PROF^a DR^a ANDRÉA CARVALHO DA SILVA

Data da Realização: 24 de setembro de 2013.

AGRADECIMENTO

A Deus, pela força concedida nos momentos de cansaço e desânimo. Obrigado meu Deus por estar sempre ao meu lado.

“Deus está conosco em cada passo que damos, desde o momento em que decidimos obedecê-lo sem reservas. ... *NUNCA te deixarei, NEM te desampararei... Hb 13.5...* nunca desista de continuar tentando, nunca pare de ouvir a voz do nosso Treinador – Deus, que está nos dizendo só mais um pouco”.

À minha querida mãe, que com sua simplicidade e determinação sempre lutou incansavelmente para que eu chegasse até aqui.

Aos meus irmãos e sobrinhos pelo apoio e pelas as palavras de incentivo.

À professora Dr^a Sarita Leonel que com humildade e paciência concedeu-me a oportunidade de conhecer o universo da Fruticultura. Obrigado pela amizade e ensinamentos.

Ao professor Dr. Roberto Lyra Villas Boas pela a amizade e orientação.

Aos meus mais que amigos, verdadeiros irmãos Andréa Carvalho, Adilson Pacheco e Adriana Tanaka. Este trabalho não teria sido possível sem a valiosa contribuição vocês. Obrigado pelas palavras de incentivo e pelo abraço sincero.

Ao meu amigo Edvar, companheiro de caminhada, obrigado pelo apoio.

Aos amigos do Grupo de Oração Divina Misericórdia: Sandra, Meirinha, Maila, Alaíne, Jackson, Adriana, Hamilton, Paulo, Camila, Flávia, Luciana, obrigado pela amizade.

À Fabiana, Rafaela Lopes Martin, Rafael Ferraz, Daniela Segantini, Dayana, Sr. Lima, por ajudarem na execução do experimento que resultou neste trabalho. Vocês foram fundamentais.

Aos professores Dr. Francisco Artés Calero e Dr. Pablo Melgarejo por me concederem a oportunidade de realizar alguns trabalhos na Universidade Politécnica de Cartagena-Espanha e na Universidade Miguel Hernandez de Elche-Orihuela- Espanha.

Aos amigos do Laboratório de Pós-colheita da UPCT: Monia, Martha, Mariano, Natália e ao Miguel da UMHE. Obrigado pelo auxílio na realização dos experimentos.

À professora Romy Goto, pela amizade e pela colaboração na realização do estágio na Espanha.

Aos meus amigos Everardo e Marcia por participarem de toda a minha trajetória acadêmica. Obrigado pela amizade.

Aos meus amigos Marcio Kiill, Juliana, Ramon, Mariana e Renato, Dona Salete, Sr. José e família. Obrigado pela acolhida.

Agradeço imensamente à Faculdade de Ciências Agrônômicas-UNESP- Botucatu/SP e ao Departamento de Horticultura, pela estrutura e o apoio para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

RESUMO	1
SUMMARY	3
1. INTRODUÇÃO.....	5
2. REVISÃO DE LITERATURA	7
2.1. Situação econômica da ficicultura no Brasil	7
2.2. A cultura da figueira	7
2.3. Botânica e morfologia da figueira	8
2.4. Descrição da variedade Roxo de Valinhos	10
2.5. Suplementação hídrica para a cultura da figueira.....	11
2.6. Aspectos nutricionais da cultura da figueira.....	13
2.6.1. Exigências edáficas e descrição do sistema radicular	14
2.6.2. Métodos de avaliação do estado nutricional das plantas	15
2.6.2.1. Diagnose foliar	16
2.6.2.2. Exportação de nutrientes	17
2.6.2.3. Marcha de absorção de nutrientes	18
2.7. Acúmulo de carboidrato total e crescimento da figueira	19
2.8. Caracterização de figos produzidos nas Espanha	23
2.8.1. Produção de figo na Espanha.....	23
2.8.2. Tipos de figueiras cultivadas na Espanha.....	23
2.8.2.1. Cuello de Dama Negro	24
2.8.2.2. San Antonio	24
2.8.2.3. Colar	25
2.8.2.4. Tibério	25
2.8.3. Características pomológicas e químicas de figos produzidos na Espanha	26
2.8.4. Compostos fenólicos em figos.....	27
3. Capítulo I – CRESCIMENTO E TEORES DE CARBOIDRATOS EM FIGUEIRA, SUBMETIDA AO MANEJO DA IRRIGAÇÃO	29
3.1. INTRODUÇÃO.....	29
3.2. MATERIAL E MÉTODOS.....	30
3.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	39
3.3.1. Características de crescimento.....	39
3.3.2. Características de produção	48
3.3.3. Teores de carboidratos totais solúveis em plantas de figueira	49
3.4. CONCLUSÕES	53
4. Capítulo II – MARCHA DE ABSORÇÃO DE NUTRIENTES PARA A FIGUEIRA ROXO DE VALINHOS CULTIVADA SEM E COM IRRIGAÇÃO COMPLEMENTAR.....	54
4.1. INTRODUÇÃO.....	54
4.2. MATERIAL E MÉTODOS.....	56
4.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	62
4.3.1. Teores nutricionais nos diferentes órgãos da figueira	62

4.3.2. Acúmulo de nutrientes na figueira.....	68
4.4. CONCLUSÕES	81
5. Capítulo III – CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA, FÍSICO-QUÍMICA E SENSORIAL DOS FRUTOS DE VARIEDADES DE FIGUEIRAS CULTIVADAS NO SUDESTE DA ESPANHA	82
5.1. INTRODUÇÃO.....	82
5.2. MATERIAL E MÉTODOS.....	83
5.2.1. MATERIAL VEGETAL.....	83
5.2.2. VARIÁVEIS MORFOLÓGICAS	84
5.2.2.3. VARIÁVEIS QUÍMICAS.....	84
5.2.2.3.1 pH.....	85
5.2.2.3.2. SÓLIDOS SOLÚVEIS (SS).....	85
5.2.2.3.3. ACIDEZ TITULÁVEL (AT).....	85
5.2.2.3.4. POLIFENÓIS TOTAIS (PT).....	85
5.2.2.3.5. CAPACIDADE ANTIOXIDANTE (CA).....	86
5.2.2.3.6. TEORES DE AÇÚCARES	86
5.3. ANÁLISE SENSORIAL.....	86
5.4. ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	87
5.5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	87
5.6. CONCLUSÃO.....	91
6. IMPLICAÇÕES	92
7. REFERÊNCIAS	94
8. ANEXOS.....	104

Lista de Tabelas

Tabela 1. Caracterização química do solo antes e durante o experimento	32
Tabela 2. Umidade volumétrica ($\text{cm}^{-3} \text{ cm}^{-3}$) em diferentes potenciais de água no solo e profundidades	34
Tabela 3. Valores das precipitações pluviométricas e lâminas de irrigação.....	37
Tabela 4. Número de frutos, produção e produtividade total das plantas de figueira Roxo de Valinhos em sistema irrigado (CI) e não irrigado (SI), em Botucatu-SP, 2013.	49
Tabela 5. Teores de carboidrato total na massa da matéria seca em (mg.g^{-1}) das raízes, caule, ramos, folhas e frutos das plantas de figueira Roxo de Valinhos em sistema irrigado e não irrigado em Botucatu-SP, 2013.....	50
Tabela 6. Valores de massa da matéria seca e do carboidrato (mg.kg^{-1}) acumulado ao longo de 280 dias após a poda das plantas de Figueira Roxo de Valinhos em sistema irrigado e não irrigado em Botucatu-SP, 2013.	52
Tabela 7. Equações de regressão do carboidrato (mg.kg^{-1}) acumulado ao longo de 280 dias após a poda das plantas de Figueira Roxo de Valinhos.....	53
Tabela 8. Caracterização química do solo antes e durante o experimento	57
Tabela 9. Umidade volumétrica ($\text{cm}^{-3} \text{ cm}^{-3}$) em diferentes potenciais de água no solo e profundidades	59
Tabela 10. Valores das precipitações pluviométricas e lâminas de irrigação	61
Tabela 11. Teores de macro e micronutrientes nas raízes da figueira Roxo de Valinhos cultivada em sistema irrigado e não irrigado, Botucatu-SP, 2013.....	63
Tabela 12. Teores de macro e micronutrientes no caule da figueira Roxo de Valinhos cultivada em sistema irrigado e não irrigado, Botucatu-SP, 2013.....	64
Tabela 13. Teores de macro e micronutrientes nos ramos da figueira Roxo de Valinhos cultivada em sistema irrigado e não irrigado, Botucatu-SP, 2013.....	65
Tabela 14. Teores de macro e micronutrientes nas folhas da figueira Roxo de Valinhos cultivada em sistema irrigado e não irrigado, Botucatu-SP, 2013.....	67
Tabela 15. Teores de macro e micronutrientes nos frutos da figueira Roxo de Valinhos cultivada em sistema irrigado e não irrigado, Botucatu-SP, 2013.....	68
Tabela 16. Equações de regressão dos macronutrientes (g planta^{-1}) acumulados ao longo de 280 dias após a poda das plantas de figueira Roxo de Valinhos no sistema irrigado.....	78
Tabela 17. Equações de regressão dos macronutrientes (g planta^{-1}) acumulados ao longo de 280 dias após a poda das plantas de figueira Roxo de Valinhos no sistema não irrigado....	79
Tabela 18. Equações de regressão dos micronutrientes (mg planta^{-1}) acumulados ao longo de 280 dias após a poda das plantas de figueira Roxo de Valinhos no sistema irrigado.....	80
Tabela 19. Equações de regressão dos micronutrientes (mg planta^{-1}) acumulados ao longo de 280 dias após a poda das plantas de figueira Roxo de Valinhos no sistema não irrigado....	81

Tabela 20. Valores de peso fresco (PF), diâmetro equatorial (DE), diâmetro longitudinal (DL) e diâmetro do ostíolo (DO) dos frutos de quatro variedades de figueiras, Cartagena-Espanha, 2012.....	87
Tabela 21. Valores de pH, sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), frutose (FR), glicose (GL) e firmeza (FIR) dos frutos de quatro variedades de figueiras, Cartagena-Espanha, 2012.....	89
Tabela 22. Valores de uniformidade (UNI), aparência visual externa (AVE), presença de estrias (PE), aroma (ARM), sabor (SAB), textura (TEX) e qualificação global (CG) dos frutos de quatro variedades de figueiras, Cartagena-Espanha, 2012.....	89
Tabela 23. Valores de capacidade antioxidante (CA) e polifenóis totais (PT) na casca e polpa dos frutos de quatro variedades de figueiras, Cartagena-Espanha, 2012.	90

Lista de Figuras

Figura 1. Vista geral do experimento, FCA/UNESP, Botucatu-SP, 2012.	31
Figura 2. Valores mensais de temperatura do ar (A), precipitação pluvial (B), entre 01/01/2011 e 25/05/2012, Botucatu-SP.....	33
Figura 3. Tensiômetros de decisão e de controle instalados em cultivo de figueira em sistema irrigado e não irrigado, FCA/UNESP, Botucatu-SP, 2013.	36
Figura 4. Valores de diâmetro e comprimento do caule da figueira Roxo de Valinhos, cultivada em sistema irrigado (CI) e não irrigado (SI) em Botucatu-SP, 2013.....	40
Figura 5. Valores de massa da matéria fresca e massa da matéria seca do caule da figueira Roxo de Valinhos, cultivada em sistema irrigado (CI) e não irrigado (SI) em Botucatu-SP, 2013.....	41
Figura 6. Valores de comprimento, número de entrenós e diâmetro do ramo da figueira Roxo de Valinhos cultivada em sistema irrigado (CI) e não irrigado (SI) em Botucatu-SP, 2013.....	42
Figura 7. Valores de massa da matéria fresca e massa da matéria seca do ramo da figueira Roxo de Valinhos cultivada em sistema irrigado (CI) e não irrigado (SI) em Botucatu-SP, 2013.....	43
Figura 8. Valores de comprimento e volume de raízes da figueira Roxo de Valinhos cultivada em sistema irrigado (CI) e não irrigado (SI) em Botucatu-SP, 2013.....	44
Figura 9. Valores de massa da matéria fresca e massa da matéria seca de raízes da figueira Roxo de Valinhos cultivada em sistema irrigado (CI) e não irrigado (SI) em Botucatu-SP, 2013	45
Figura 10. Valores de número de folhas e área foliar da figueira Roxo de Valinhos cultivada em sistema irrigado (CI) e não irrigado (SI) em Botucatu-SP, 2013.....	46
Figura 11. Valores de massa da matéria fresca e massa da matéria seca da figueira Roxo de Valinhos cultivada em sistema irrigado (CI) e não irrigado (SI) em Botucatu-SP, 2013.	47
Figura 12. Valores mensais de temperatura do ar (A), precipitação pluvial (B), entre 01/01/2011 e 25/05/2012, Botucatu-SP.....	58
Figura 13. Valores de massa da matéria seca de raízes, caule, ramo, folhas e frutos da figueira Roxo de Valinhos em função do tempo de cultivo e sistema irrigado (CI) e não irrigado (SI) em Botucatu-SP, 2013.	70
Figura 14. Valores de massa da matéria seca da planta inteira da figueira Roxo de Valinhos em função do tempo de cultivo e sistema irrigado (CI) e não irrigado (SI) em Botucatu-SP, 2013.....	71
Figura 15. Valores de nitrogênio, fósforo e potássio acumulados na massa da matéria seca de raízes, caule, ramos, folhas e frutos da figueira Roxo de Valinhos em função do tempo de cultivo e sistema irrigado (CI) e não irrigado (SI) em Botucatu-SP, 2013.....	73
Figura 16. Valores de cálcio, magnésio e enxofre acumulados na massa da matéria seca de raízes, caule, ramos, folhas e frutos da figueira Roxo de Valinhos em função do tempo de cultivo e sistema irrigado (CI) e não irrigado (SI) em Botucatu-SP, 2013.	74

- Figura 17.** Valores de boro e cobre acumulados na massa da matéria seca de raízes, caule, ramos, folhas e frutos da figueira Roxo de Valinhos em função do tempo de cultivo e sistema irrigado (CI) e não irrigado (SI) em Botucatu-SP, 2013. 75
- Figura 18.** Valores de manganês, ferro e zinco acumulados na massa da matéria seca de raízes, caule, ramos, folhas e frutos da figueira Roxo de Valinhos em função do tempo de cultivo e sistema irrigado (CI) e não irrigado (SI) em Botucatu-SP, 2013. 76
- Figura 19.** Frutos das variedades Cuello de Dama Negro (a), San Antonio (b), Tiberio (c) e Colar (d)..... 84

MARCHA DE ABSORÇÃO SOB REGIMES HÍDRICOS EM BOTUCATU/SP E CARACTERIZAÇÃO VARIETAL DE FIGOS NA ESPANHA. Botucatu, 2013. 106 p.

Tese (Doutorado em Agronomia/Horticultura)– Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista.

Autor: MANOEL EUZÉBIO DE SOUZA

Orientadora: SARITA LEONEL

Coorientadores: ROBERTO LYRA VILLAS BOAS

FRANCISCO ARTÉS CALERO

PABLO MELGAREJO MORENO

RESUMO

É sabido que a absorção de nutrientes, a translocação de carboidratos e conseqüentemente o crescimento da planta variam com as diferentes condições de manejo. Desse modo, a suplementação hídrica adequada e um bom manejo da fertilização são fundamentais para o adequado desenvolvimento das plantas de figueira. Sendo assim, realizou-se um experimento no pomar experimental do Departamento de Produção Vegetal da Faculdade de Ciências Agrônômicas da UNESP, Campus de Botucatu-SP, o qual teve o objetivo de determinar a curva de absorção de nutrientes e correlacionar o acúmulo de carboidrato total com as fases fenológicas de plantas de figueiras ‘Roxo de Valinhos’, cultivadas sob manejo da irrigação. Realizou-se um segundo experimento no laboratório de pós-colheita da Universidade Politécnica de Cartagena-Espanha, onde o objetivo foi analisar as características morfológicas, físico-químicas e sensoriais dos frutos de quatro variedades de figueira cultivadas, no sudeste da Espanha. No primeiro experimento os tratamentos foram constituídos de oito épocas de coleta de plantas de figueira associadas ou não ao uso da irrigação. As coletas foram realizadas em um período compreendido entre Agosto de 2011 a abril de 2012, os intervalos das coletas foram de 40 dias a partir da poda de julho (40, 80, 120, 160, 200, 240, 280 dias após a poda). Foram realizadas análises de crescimento não destrutivas a cada 40 dias, nos quais os seguintes atributos foram mensurados: diâmetro do caule, diâmetro do ramo (mm), com uso de paquímetro digital, comprimento do ramo, altura da planta (cm) com o auxílio de uma régua graduada, número de folhas, número de entrenós e número de frutos por planta. Após cada coleta, as plantas foram seccionadas em raízes, caule, ramos, folhas e frutos,

realizando as seguintes análises destrutivas: comprimento e volume de raízes, área foliar, massa da matéria fresca e massa da matéria seca de todos os órgãos seccionados. Realizou-se os teores e o acúmulo de nutrientes bem como os carboidratos totais. No segundo experimento foi realizada a caracterização morfológica (peso, diâmetro longitudinal e equatorial, diâmetro do ostíolo), físico-química (pH, sólidos solúveis, açúcares, polifenóis totais e capacidade antioxidante) e a análise sensorial dos frutos de quatro variedades de figueiras (Colar, San Antonio, Cuello de Dama Negro e Tiberio). De acordo com os resultados obtidos, observa-se que para a maioria das variáveis de crescimento avaliadas, o modelo matemático que melhor se ajustou foi o polinomial cúbico, exceto para comprimento de raízes, que apresentou comportamento linear. As médias de todos os atributos de crescimento, bem como as características de produção foram superiores no tratamento que recebeu suplementação hídrica, quando comparado ao tratamento não irrigado. Os teores de carboidratos totais foram mais elevados aos 120 e 160 dias após a poda e o acúmulo foi crescente para maioria dos órgãos ao longo do desenvolvimento da planta, exceto para as folhas que apresentaram um decréscimo nos valores aos 160 dias após a poda, indicando que a partir desse período ocorreu translocação de fotoassimilados das folhas (fontes) para os frutos (drenos). Os frutos apresentaram maior acúmulo de carboidratos quando comparados com os demais órgãos avaliados. Para os nutrientes em todos os órgãos, constatou-se variação nos teores ao longo do tempo de cultivo, porém não foram observadas diferenças em relação ao regime hídrico para a maioria dos nutrientes. O acúmulo de nutrientes seguiu o mesmo padrão observado para a massa da matéria seca. A variedade Colar apresentou as melhores características morfológicas, mas não se diferenciou das demais variedades em relação às características químicas e sensoriais. Os frutos da variedade Tiberio mostraram menor firmeza e baixa qualidade sensorial, indicando menor aceitabilidade. As variedades Colar e Cuello de Dama Negro apresentaram frutos com maiores teores de polifenóis totais e capacidade antioxidante.

Palavras-chaves: *Ficus carica* L, nutrição mineral, fotoassimilados, gotejamento, roxo de valinhos.

NUTRIENTS ABSORPTION RATE UNDER HYDRIC REGIME IN BOTUCATU/SP IN THE FIGS VARIETAL CHARACTERIZATION IN SPAIN.

Botucatu, 2013.106 p. Thesis (Ph.D. in Agronomy/Horticulture) – Faculty of Agricultural Sciences, São Paulo State University.

Author: MANOEL EUZÉBIO DE SOUZA

Advisor: SARITA LEONEL

Co-advisor: ROBERTO LYRA VILLAS BOAS

FRANCISCO ARTÉS CALERO

PABLO MELGAREJO MORENO

SUMMARY

It is known that the nutrients absorption, carbohydrates translocation and consequently growth plant varies with the different management conditions. Thus, an adequate water supplementation and good fertilization management are essential for the proper fig plants development. Thus, this experiment was conducted in the Department of Plant Production experimental orchard, Faculty of Agricultural Sciences, UNESP, Botucatu-SP, which aimed to determine the nutrients absorption curve and to correlate the total carbohydrate accumulation with phenological phases of fig Roxo de Valinhos plants, grown with irrigation management. We conducted a second experiment in the Postharvest laboratory at Polytechnic University of Cartagena, Spain, where the objective was to analyze the morphological, physicochemical and sensory characteristics of four fig fruit varieties grown in Southeastern Spain. In the first experiment, the treatments were eight fig plants harvest time associated or not with the irrigation. The samples were collected between August 2011 to April 2012, the collections range were 40 days from the July's pruning (40, 80, 120, 160, 200, 240, 280 days after the pruning). The nondestructive growth analyses were done once every 40 days and during these the following parameters were measured: stem diameter, branch diameter (mm), using a digital caliper, branch length, plant height (cm) with a graduated tape, number of leaves, number of internodes and number of fruits per plant. After each harvest, the plants were sectioned into root, stem, branches, leaves and fruits performing the destructive analysis: length and root volume, leaf area, fresh weight and dry weight of all organs sectioned. The nutrient analysis was performed according Malavolta et al. (1997) and total carbohydrate analysis was performed based on the method described by Dubois et al. (1956). The second

experiment was done to analyze the morphological characteristics (weight, longitudinal and equatorial ostiole diameter), physic-chemical (pH, soluble solids, sugars, total polyphenols and antioxidant capacity) and fruits sensory analysis of four fig trees varieties (Colar, San Antonio, Cuello de Dama Negro e Tiberio). According to the results, it is observed that for most growth estimates evaluated, the mathematical cubic polynomial model was the best, except for root length, which showed linear behavior. The averages of all the growth attributes as well as production were higher in irrigated treatments compared to non-irrigated treatments. The total carbohydrates were higher at 120 and 160 days after de pruning and its accumulation has been increasing for most organs throughout the plant development, except for the leaves that showed a decrease in the amounts at 160 days after de pruning, indicating in that period occurred photo assimilates translocation from the leaves (sources) to fruit (drains). The fruits showed higher carbohydrate accumulation when compared with the other evaluated organs. For the all organs, there was change in the nutrients levels over cultivation time, but the differences were not observed about the water management for majority of nutrients. The nutrient accumulation followed the same pattern observed for dry matter. The variety Colar showed the best morphology characteristics, but it had not difference from the other varieties in chemical and sensorial characteristics. The Tiberio variety fruits showed less firmness and low sensory quality, indicating lower acceptability. The varieties Colar and Cuello de Dama Negro had fruits with higher contents of total polyphenols and antioxidant capacity.

Key-words: *Ficus carica* L, mineral nutrition, assimilates, drip irrigation, roxo de valinhos

1. INTRODUÇÃO

A figueira (*Ficus carica* L.) é uma das mais antigas frutíferas cultivadas no mundo, originária da Ásia menor e da Síria, na região mediterrânea, apresentando excelente adaptação a diferentes climas, sendo cultivada tanto em regiões subtropicais quentes, como em regiões de clima temperado. (ABRAHÃO et al., 1990).

A maior produção de figo se concentra nos países pertencentes à Bacia do Mediterrâneo, onde se destacam a Turquia, Grécia, Itália, Espanha, Argélia e Marrocos. O Brasil é o maior produtor e o segundo maior exportador de figo *in natura* no mundo, superado apenas pela Turquia (FAO, 2012). Os maiores estados produtores brasileiros são Rio Grande do Sul, São Paulo e Minas Gerais. O Estado de São Paulo em 2010 produziu cerca de 5 mil toneladas (IBGE, 2011).

No Brasil, a figueira Roxo de Valinhos é única variedade cultivada comercialmente. Essa variedade é caracterizada por apresentar grande valor econômico, rusticidade, elevado vigor e produtividade, além de boa adaptação às podas drásticas. Seus frutos podem ser utilizados tanto para consumo *in natura* como para a indústria (MAIORANO et al, 1997; PENTEADO, 1999).

O manejo da poda drástica em figueiras cultivadas no Brasil foi estabelecido a partir do século 20, o qual era necessário para controlar o ataque de brocas e ferrugem que comprometiam o desenvolvimento satisfatório das plantas, dando origem a frutos pequenos e atrofiados, cuja colheita não passava do mês de janeiro (RIGITANO, 1964).

A poda drástica consiste na remoção total dos ramos, e com isso há uma grande perda de reservas e nutrientes, que serão indispensáveis para as fases vegetativas e reprodutivas, respectivamente. Desse modo, a poda associada ao manejo

adequado da irrigação e adubação são fundamentais para o bom desenvolvimento das plantas de figueira.

A demanda de precipitação pluviométrica para a figueira é de 1.200 mm bem distribuídas durante o ano (SIMÃO, 1998). No entanto, nos meses de junho e julho, período em que normalmente as plantas de figueira são podadas, geralmente há escassez de chuvas. Portanto, a suplementação hídrica nesse período pode aumentar a taxa de brotação das plantas podadas e conseqüentemente, antecipar o período de colheita.

Em relação ao manejo nutricional da figueira, as recomendações de adubação durante o período de implantação e formação das plantas têm sido preconizadas exclusivamente a partir de interpretações de análise de solo. E mesmo a análise do estado nutricional da planta, através da diagnose foliar, embora seja uma ferramenta de grande valia para culturas perenes, ainda é incipiente no caso da ficicultura (BRIZOLA, 2003).

Nesse sentido, com a intenção de ampliar as informações a respeito da demanda nutricional da figueira, alguns trabalhos de extração de nutrientes a partir de ramos, folhas e frutos foram realizados (BRIZOLA, 2004; LEONEL & TECHIO, 2009). No entanto, tais estudos foram realizados em fases específicas. Sendo assim, pesquisas referentes à determinação da curva de absorção de nutrientes para figueira, em que são analisados nutricionalmente todos os órgãos da planta (raiz, caules, ramos, folhas e frutos) ao longo do seu crescimento, ainda são escassos.

A análise de crescimento expressa as condições morfofisiológicas da planta e quantifica a produção líquida derivada do processo fotossintético, sendo o resultado do desempenho do sistema assimilatório, durante certo período de tempo. Este desempenho é influenciado por fatores bióticos e abióticos à planta (LARCHER, 2000; BENINCASA, 2003). Assim, a correlação do acúmulo de carboidrato total nas diferentes fases fenológicas da planta resulta em informações importantes sobre a alocação de reservas.

Com base no exposto, este trabalho foi conduzido com objetivo de determinar a curva de absorção de nutrientes, bem como correlacionar o acúmulo de carboidrato total com as fases fenológicas da figueira Roxo de Valinhos, cultivada com e sem irrigação suplementar, além de realizar a caracterização varietal de genótipos de figueiras cultivados na Espanha e que possam vir a tornar-se opção de diversificação de variedades no Brasil.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Situação econômica da ficicultura no Brasil

Segundo Fachinello et al. (2011), a cultura da figueira apresentou crescimento significativo nos últimos anos, incrementando em 45,72% o volume produzido, 116,16% na quantidade e 404,03% no valor exportado. Os principais países importadores do figo brasileiro são Holanda, França, Alemanha e Reino Unido (FAOSTAT, 2011).

O figo está entre as vinte principais frutas exportadas pelo Brasil e vem mantendo a terceira posição no *ranking de* volume comercializado entre as frutas de clima temperado, com 0,9 mil toneladas, ficando atrás apenas da maçã com 153,0 mil toneladas e da uva com 28,8 mil toneladas (IBGE, 2011).

No Brasil, os principais Estados produtores de figo são Rio Grande do Sul, Minas Gerais e São Paulo, sendo juntos responsáveis por cerca de 90% da produção Brasileira. No Estado de São Paulo, verifica-se que a cultura se concentra na Região Administrativa de Campinas. Os municípios de Valinhos e Campinas respondem respectivamente por 64 e 17% da produção do estado. Constata-se também que 97% da produção do estado destinam-se para consumo *in natura* e apenas 3% são destinados à indústria (IBGE, 2010).

2.2. A cultura da figueira

A figueira foi, provavelmente, cultivada pela primeira vez nas áreas férteis do sul da Arábia, onde espécies selvagens podem ainda ser vistas. É uma das frutas mais antigas de que se tem relato, foi encontrada em uma pintura egípcia de Beni-Hassan

uma coleção de figos, pintura esta datada de 4500 anos A.C. Também é mencionado no Antigo Testamento da Bíblia Sagrada como sendo um dos quesitos de abundância da terra prometida (DOMINGUEZ, 1990).

Assim, como o óleo de oliva e os pães ázimos, o figo constitui um dos alimentos mais populares que sustentam a humanidade desde o começo de sua história. Os figos foram provavelmente uma das primeiras frutas a serem secadas e armazenadas pelo homem. O povo da cidade de Ática, conhecida por seus figos, considerava tal fruto como sendo sagrado (PENTEADO, 1997).

A figueira é uma planta de folhas caducas, nativa da região Mediterrânea, onde predomina o clima subtropical temperado. Por apresentar boa adaptabilidade climática, a figueira é encontrada tanto nas regiões subtropicais quentes como nas regiões de clima temperado. Contudo, segundo Penteado (1997), as melhores condições para a cultura são de inverno frio, chuvas bem distribuídas e umidade atmosférica baixa.

No Brasil e provavelmente no Estado de São Paulo, a figueira foi introduzida na ocasião da primeira expedição colonizadora de Martin Afonso de Souza, no ano de 1532 (RIGITANO, 1955). Somente a partir de 1910, passou a ser cultivada comercialmente na região compreendida pelo antigo distrito de Valinhos, ainda pertencente na época, à cidade de Campinas. Hoje, o município de Valinhos é famoso e conhecido como a capital nacional do Figo Roxo. De acordo com os relatos de Penteado (1997), 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 solicitar de uma região da Itália, próxima ao Mar Adriático, algumas mudas de figueiras, estas por sua vez tiveram fácil adaptação na região de Valinhos.

2.3. Botânica e morfologia da figueira

A figueira pertence à ordem Urticales, família Moraceae, subfamília Hamamelidae e subgênero Eusyce e apresenta um número diplóide (2n) de cromossomas igual a 26. A família Moraceae inclui 61 gêneros e mais de 2000 espécies de árvores, arbustos, trepadeiras e pequenas ervas. O maior gênero dessa família é o *Ficus*, onde se destaca a espécie *Ficus carica* L.

Dominguez (1990) enfatiza que por ser uma espécie muito difundida e ser cultivada em distintas situações, pode existir uma grande diversidade de

variedades, com morfologia e aspectos de árvores diferentes. Em zonas favoráveis, a figueira pode alcançar de 8 a 10 metros de altura, porém em locais com secas e invernos prolongados não passam de formas arbustivas.

No Brasil, devido às técnicas culturais utilizadas, principalmente as podas anuais de frutificação realizadas durante o inverno e seguidas de desbrotas, as plantas adquirem porte arbustivo, reduzindo com essa prática a longevidade econômica da cultura (PEREIRA & NACHTIGAL, 1999).

Segundo Rigitano (1964) o sistema radicular da figueira caracteriza-se como fasciculado. Não havendo predominância de raiz principal, tendo várias em torno do tronco, com disposição radial e facilmente visível em exemplares adultos. As raízes são bastante superficiais, fibrosas, abundantes e muito frágeis, por volta de 80% delas se encontram nas profundidades entre 20 e 45 cm. Esse tipo de sistema radicular é característico do sistema de propagação vegetativo da figueira, através da estaquia.

O tronco possui formação muito variada e madeira pouco densa. A inserção dos ramos primários, secundários e ramos produtivos são grossos, com tendência a formar arcos, contudo são pouco visíveis no sistema de produção que exige podas drásticas (PEREIRA & NACHTIGAL, 1999).

Nos Países europeus os ramos normalmente possuem um grande diâmetro, contudo no Brasil são considerados finos, cobertos por uma casca fina e sem rugosidades, que em princípio são verdes, tornando-se de coloração cinza pálida. Todas as partes verdes da planta contém um látex leitoso de coloração esbranquiçada, que se espessa quando em contato com o ar (RIGITANO, 1964). Nesse látex existe uma enzima proteolítica denominada de ficina, que causa irritação na pele, principalmente durante a desbrota, colheita e embalagem dos frutos.

As folhas da figueira são grandes, palmadas, alternas e com grandes estípulas. Inserem-se em um pecíolo largo e grosso. Seu contorno está marcado por um número de lóbulos interiores entre três e sete, profundamente marcados, que, segundo Dominguez, (1990), servem de base para a identificação de variedades. Apresentam coloração verde intenso e brilhante, são ásperas ao tato por sua pilosidade rígida.

As gemas frutíferas e vegetativas aparecem nos ramos, junto às axilas das folhas, durante a fase de crescimento (PEREIRA & NACHTIGAL, 1999). Os

mesmos autores reportam que os primórdios florais formam-se tipicamente na axila de cada folha, onde uma gema central vegetativa é acompanhada por duas gemas florais. Algumas variedades desenvolvem somente um figo por axila, enquanto outras desenvolvem frutos de ambas as gemas, mas em épocas distintas.

As flores da figueira apresentam características particulares, sendo unissexuadas. As flores femininas se encontram repartidas dentro de um receptáculo carnoso e lobular, cuja única saída para o exterior é o ostíolo onde se inserem as flores masculinas (PEREIRA, 1981).

Existem três tipos de flores: as pistiladas (femininas) com estilo curto, as pistiladas femininas com estilo longo e as estaminadas (masculinas). De acordo com Pereira & Nachtigal (1999), ambas as flores pistiladas são simples, carpeladas e com um estigma bifido. As flores pistiladas (femininas) de estilo curto apresentam um ovário, aproximadamente, globoso e um estilo em cerca de 0,7 mm de comprimento, sendo adaptadas a ovoposição da vespinha-do-figo (*Blastophaga psenes*, Cavalini). As flores de estilo longo apresentam um ovário mais ou menos ovóide ou elipsóide e o estilo com 1,75 mm de comprimento, não adaptado a ovoposição da vespinha-do-figo.

O tipo de fruto é o sicônio, ou seja, um fruto carnoso agregado, no qual os ovários são originados de um aumento na cavidade do receptáculo (a fruta, comumente chamada de figo, não é, pois um fruto, mas uma infrutescência). Na parte terminal do fruto existe um orifício, que liga a cavidade do receptáculo com o exterior, denominado ostíolo (SIMÃO, 1971).

Os frutos verdadeiros da figueira são os aquênios, que se formam pelo desenvolvimento dos ovários. Os aquênios normais apresentam um embrião envolvido pelo endosperma e pelo tegumento. Os figos não polinizados podem apresentar aquênios com o ovário esclerificado, porém ocos. A parte suculenta do figo comestível consiste, principalmente, de tecido parenquimatoso dos órgãos florais, cujas células se tornam maiores e armazenam substâncias de reserva (SIMÃO, 1971).

2.4. Descrição da variedade Roxo de Valinhos

O cultivo desta importante frutífera no Brasil baseia-se unicamente em um único material, a variedade Roxo de Valinhos. Essa variedade é caracterizada como sendo do tipo comum, formada partenocarpicamente, dispensando o estímulo da caprificação (polinização) e da formação de sementes (BOLIANI & CORRÊA, 1999). O

figo é uma fruta de tamanho grande, quando destinada ao consumo *in natura*, podendo pesar de 70 a 100 gramas, piriforme alongado, com pedúnculo curto. Na parte basal do fruto está o ostíolo, muito aberto, podendo apresentar o inconveniente de facilitar a entrada de fungos e insetos. A coloração externa é roxo-escuro e a polpa é rosada-violácea.

A colheita deve ser realizada no estágio de maturação designado de verde-arroxeadado, porém fisiologicamente maduros, ou seja, quando se apresentam completamente inchados, com coloração verde-escuro modificada para roxo bronzeado, estando na fase inicial de perda de consistência firme. O fruto quando maduro, deteriora-se com facilidade, principalmente quando amadurece em épocas chuvosas e quentes, por isso deve ser colhido logo que atinja o ponto de maturação, também designado “de vez”, apresentando início de coloração roxo-avermelhada (BOLIANI & CORRÊA, 1999).

Os figos quando maduros são destinados ao mercado de mesa; o figo meio maduro, para a produção do doce de figo e os figos verdes pesando por volta de 20 a 30, gramas são utilizados para produção de doces cristalizados ou compotas, para fins de industrialização (PENTEADO, 1999).

2.5. Suplementação hídrica para a cultura da figueira

A figueira no período vegetativo exige chuvas frequentes e bem distribuídas, sendo precipitações em torno de 1200 mm anuais consideradas adequadas para a cultura (SIMÃO, 1998). Em locais com precipitações irregulares e pequenas estiagens ocorre a queda das folhas, com prejuízos à produção. Neste caso a cultura deve ser irrigada.

Antunes et al. (1997), relatam que a figueira adapta-se melhor em regiões onde o inverno é suficientemente frio e a estação de crescimento é longa, com calor e luz abundantes, chuvas bem distribuídas e umidade atmosférica baixa. De acordo com os mesmos autores, as precipitações pluviométricas do Estado de São Paulo atendem as necessidades hídricas da figueira. Contudo, o uso da irrigação pode proporcionar vantagens nos períodos de estiagem e ainda pode antecipar o período de colheita.

A irrigação quando praticada de forma racional e baseada em técnicas adequadas de manejo, proporciona ao solo condições satisfatórias de umidade e aeração, potencializando a absorção de água e nutrientes pelas raízes da figueira, propiciando assim ótimas taxas de crescimento e produção (SOUZA & LEONEL, 2011). Por outro lado, o excesso de umidade resultante da suplementação hídrica inadequada,

pode predispor as frutas ao ataque de doenças, bem como causar rachaduras nas mesmas quando elas se encontram no estágio de maturação.

Kramer & Boyer (1995) reportam que a importância da água para a vida provém das suas características físicas e químicas que por sua vez resultam da sua estrutura molecular. A água é conhecida como o solvente que permite que gases, minerais e outras substâncias penetrem nas células e fluam entre as mesmas e entre os vários órgãos do vegetal. É também um reagente integrante em muitos processos fisiológicos, incluindo a fotossíntese e a hidrólise do amido em açúcar. Além do seu papel na turgescência da célula e, conseqüentemente, no crescimento do vegetal.

De acordo com Fachinello et al. (1996), a falta de umidade no solo durante os meses de inverno afeta a disponibilidade de nutrientes e ocasiona perdas nas colheitas e danos aos frutos. A falta de água afeta de forma negativa a produtividade quando ocorre no período reprodutivo, sobretudo na antese (WESTGATE & GRANT, 1989).

A eficiência no uso de fertilizantes pela planta depende em grande parte da adequada disponibilidade de água no solo (MALAVOLTA et al., 1989). A absorção de alguns nutrientes parece ser marcadamente prejudicada pela falta de água. Entretanto, o excesso de água pode promover perdas significativas causadas pela a lixiviação de nutrientes, tais como N (NO_3^-) e K^+ (RAIJ, 1991; MALAVOLTA et al., 1989).

Rosolem et al. (2003) reportam que para ocorrer a absorção dos nutrientes pelas plantas, estes devem estar na solução do solo e serem transportados até a superfície da raiz ou se encontrarem na rota de crescimento do sistema radicular. O contato íon-raiz se dá por diferentes mecanismos, tais como fluxo de massa, difusão e interceptação radicular. O fluxo de massa está associado ao gradiente de potencial hídrico provocado pela absorção de água pelas plantas (RUIZ et al. 1999).

Hernandez et al. (1994) avaliaram o efeito de seis lâminas de irrigação e seis doses de nitrogênio na cultura da figueira Roxo de Valinhos e verificaram que com a utilização do tratamento de 50% da evaporação do Tanque 'Classe A', houve um aumento de 10%, 8% e 11% sobre a produção de frutos maduros, produtividade total e o número de frutos maduros, respectivamente quando comparado com o tratamento que não recebeu suplementação hídrica. Os autores ainda constataram efeitos positivos das

doses de nitrogênio na produtividade de frutos maduros, sendo que a dose de 365 g de N/planta⁻¹ foi responsável pela máxima produção.

O estresse hídrico reduz tanto a fotossíntese quanto o consumo de assimilados das folhas em expansão. Como consequência, o déficit hídrico diminui indiretamente a quantidade de fotossintatos exportados pelas folhas. Taiz & Zaiger (2004) relatam que a redução do potencial hídrico no floema inibe o movimento de assimilados dentro da planta.

O déficit hídrico ocasiona mudanças na partição dos carboidratos no interior da planta, condicionando ao desenvolvimento de mecanismos de adaptação e resistência (SANTOS & CARLESSO, 1998). Desse modo, em função do estresse causado pela falta de água, o amido de reserva começa a ser hidrolizado devido ao aumento da atividade das amilases, havendo assim, maior acúmulo de carboidratos solúveis, aminoácidos e ácidos orgânicos que serão utilizados na respiração de crescimento e síntese de novos tecidos (HISAIO, 1973).

Durante o estresse hídrico, os assimilados são dirigidos para os frutos e distanciados das raízes, razão pela qual a acentuada absorção de água, resultante do crescimento das raízes é menos pronunciada em plantas na fase reprodutiva do que na fase vegetativa. Portanto, a competição por assimilados entre raízes e frutos explica porque as plantas são geralmente mais sensíveis ao estresse hídrico durante a reprodução (TAIZ & ZAIGER, 2004).

2.6. Aspectos nutricionais da cultura da figueira

O cultivo da figueira é realizado em diferentes regiões com características climáticas e edáficas distintas. Além disso, visando o manejo fitossanitário, no Brasil essa frutífera é submetida às podas drásticas anuais, resultando na remoção de praticamente toda a parte aérea da planta, havendo a necessidade dessa frutífera refazer seus ramos anualmente. Desse modo, o manejo nutricional para essa frutífera deve ser diferenciado em relação às demais frutíferas.

As exigências nutricionais para a cultura da figueira são pouco conhecidas. Os resultados disponíveis em sua grande maioria relatam sobre o uso de adubações orgânicas, como práticas favoráveis, tanto no desenvolvimento como na produção. De acordo com Penteado (1986), adubações equilibradas e satisfatórias durante a fase vegetativa e produtiva da planta são condicionantes de boas safras.

2.6.1. Exigências edáficas e descrição do sistema radicular

Sobre a figueira pode-se dizer que é uma planta pouco exigente em solos, cresce bem em lugares pedregosos, áridos e até em solos pouco profundos, no entanto prefere solos com boa permeabilidade, férteis e bem drenados, para produzir frutos de qualidade requer solos ricos em cálcio, e que não sejam excessivamente úmidos. Podendo ser solos arenosos de pH ligeiramente ácido a neutro, sendo adequado para a cultura em torno de 5,6 a 6,8 como indicam (BOLIANI & CORRÊA, 1999).

O sistema radicular da figueira é fibroso, em geral pouco profundo, sendo que estas plantas exigem práticas de manejo adequadas quanto aos aspectos de suprimento de água e fornecimento de adubos (RIGITANO, 1955; MAIORANO et al., 1997). O método de propagação da figueira através de estaquia também exerce influência na disposição do sistema radicular, tornando-o mais fibroso e superficial (ALMEIDA & SILVEIRA, 1997; SIMÃO, 1998).

Para Fachinello et al. (1996), a permanência de espécies frutíferas em um mesmo local durante vários anos condiciona características fisiológicas diferentes a cada ano, bem como a presença de um sistema radicular variável.

O conhecimento da distribuição das raízes, bem como os mecanismos fisiológicos de absorção de nutrientes em frutíferas ainda é incipiente. Também os resultados disponíveis são influenciados por características específicas de cada solo (RIGITANO, 1955, ALMEIDA & SILVEIRA, 1997). Havendo escassez de pesquisas sobre o comportamento do sistema radicular de espécies frutíferas, no que diz respeito à morfologia, distribuição e absorção de nutrientes no solo, este fato tem se constituído em dificuldade constante nas práticas de recomendação de adubação (NOGUEIRA, 1985; FREIRE & MAGNANI, 1995; FACHINELLO et al., 1996).

Condit (1947) relata que as raízes da figueira situam-se mais próximas do tronco, e em condições favoráveis podem alcançar grandes distâncias. Nesse sentido, em Botucatu-SP, Leonel & Damatto Júnior (2007) avaliaram a distribuição do sistema radicular da figueira Roxo de Valinhos cultivada em condições de sequeiro e em função de diferentes doses de adubo orgânico. Os autores constataram que a adição de matéria orgânica proporcionou resultados positivos tanto na distribuição do sistema radicular como na massa seca das raízes, observaram ainda que as raízes encontravam-se mais desenvolvidas no sentido horizontal do que no vertical.

Em Botucatu-SP, Silva (2011), estudando o volume explorado e a profundidade atingida pelo sistema radicular da figueira Roxo de Valinhos submetida a tratamentos com a presença ou ausência de cobertura morta (bagacilho de cana) e o fornecimento ou não de irrigação suplementar, verificou que nos tratamentos que receberam irrigação, o sistema radicular atingiu maior profundidade e explorou maior volume de solo.

2.6.2. Métodos de avaliação do estado nutricional das plantas

O conhecimento das eventuais carências ou excessos de elementos químicos responsáveis pelo metabolismo das plantas e, em decorrência da vegetação e produtividade das frutíferas, constitui-se em um passo necessário e indispensável para as medidas de correção, uma vez que as recomendações de adubação consistem no emprego das quantidades dos fertilizantes, visando corrigir o elemento ou fator limitante detectado pela diagnose (NOGUEIRA 1985).

Para otimizar a nutrição da planta, prevenindo insucessos por deficiências ou excessos de elementos é necessário adotar a análise de solos como critério para a recomendação de corretivos e fertilizantes e também a própria planta como objeto de diagnóstico (MALAVOLTA et al., 1997).

A análise química de solo é uma ferramenta que indica o potencial de um elemento para as plantas, porém a análise da planta reflete o estado nutricional atual. Tal estado é resultante da interação entre diversos fatores bióticos e abióticos que afetam a disponibilidade de nutrientes às plantas (MALAVOLTA, 1989).

O estado nutricional das plantas pode ser avaliado através da sintomatologia visual, análise do solo, análise foliar e exportação de nutrientes pelos frutos, que são métodos úteis para determinar a necessidade de nutrientes das plantas (FACHINELLO et al., 1996). Geralmente, a melhor decisão é quando os métodos são analisados em conjunto.

As recomendações de adubação durante o período de formação das plantas de figueira têm sido preconizadas exclusivamente a partir de interpretações de análise de solo. No caso das adubações de plantio, as recomendações são feitas por critérios subjetivos, não se levando em consideração os teores no solo (CAMPO-DALL'ORTO et al., 1996). No entanto, de acordo com Nogueira (1985) e Fernandes & Buzetti (1999), análises de solo podem ser utilizadas para o acompanhamento da

fertilidade e recomendações de adubação durante o desenvolvimento das plantas, pois quando usadas em conjunto com os métodos de diagnose podem proporcionar melhores resultados.

Malavolta (1989) enfatiza que a avaliação do estado nutricional das plantas consiste na comparação da amostra ou do indivíduo (planta isolada ou população) com um padrão. O padrão é descrito como um conjunto de plantas normal, cujo presente em seu tecido todos os macro e micronutrientes em quantidades e proporções adequadas e/ou coloração e tamanho de folhas e frutos satisfatórios. Dentro desse contexto, destaca-se a diagnose visual e a diagnose foliar, sendo a esta última mais precisa do que aquela.

Práticas de adubação realizadas de maneira integrada, cujos parâmetros de fertilidade do solo e exigências nutricionais da cultura são levados em consideração, os ganhos de produtividade são mais sustentáveis durante a vida útil do pomar (CRUZ, 1979; NOGUEIRA, 1985).

2.6.2.1. Diagnose foliar

A diagnose foliar é um método em que se analisam os teores dos nutrientes em determinadas folhas, em períodos definidos no ciclo da planta, e os compara com padrões nutricionais da literatura.

De acordo com Fernandes & Buzetti (1999), o uso da diagnose foliar baseia-se nas premissas de que existem, dentro de limites, relações diretas entre: dose de adubo e produção; dose de adubo e teor foliar; teor foliar e produção. Considerando que a folha é o órgão onde ocorrem os principais processos metabólicos, é pertinente destacar que os teores de nutrientes foliares podem variar em função de diversos fatores, como solo, clima, variedade e tratos culturais (MALAVOLTA et al. 1997).

Os teores de nutrientes em folhas de figueira foram determinados por diversos autores (HAAG et al., 1979, QUAGGIO et al., 1996). Entretanto, Raij et al. (1997) estipularam os padrões foliares para a figueira como sendo: N = 20-25; P = 1-3; K = 10-30; Ca = 30-50; Mg = 7,5-10; S = 1,5-3g kg⁻¹ e B = 30-75; Cu = 2-10; Fe = 100-300; Mn = 100-350; Zn = 50-90 mg kg⁻¹.

Em trabalho realizado nas condições de Botucatu-SP, Leonel & Tecchio (2009), avaliaram os teores de nutrientes em folhas e frutos da figueira Roxo de Valinhos submetida a diferentes épocas de poda e ao manejo da irrigação, os autores observaram que nas condições em que o experimento foi desenvolvido, não houve

limitação de nutrientes para o crescimento e produção das plantas de figueira, porém constataram teores de cálcio e magnésio abaixo do padrão recomendado para a cultura. As médias dos teores nutricionais nas folhas encontradas pelos autores foram: N = 38; P = 2,7; K = 17; Ca = 18; Mg = 4; S = 2,2 g kg⁻¹ e B = 35; Cu = 8; Fe = 54; Mn = 107; Zn = 69 mg kg⁻¹.

Para Brizola (2003), a diagnose nutricional de plantas através da análise foliar, mesmo sendo reconhecidamente um instrumento valioso para plantas perenes, é incipiente no caso da ficicultura, pois apresenta muitas vezes valores conflitantes e trabalhos que não consideram isoladamente os pecíolos. Neste contexto, Brizola et al. (2005) ao avaliarem os teores de macronutrientes nas folhas e nos pecíolos da figueira Roxo de Valinhos submetida a diferentes doses de potássio, encontraram maior coeficiente de determinação (0,99) nos pecíolos comparativamente às folhas (0,96).

2.6.2.2. Exportação de nutrientes

Em plantas frutíferas, a exportação de nutrientes é baseada na produção de frutas, crescimento das raízes, parte aérea e ramos removidos pela poda (FACHINELLO, 1996).

As recomendações de adubação baseadas nas demandas de nutrientes para a produção de frutas, crescimento de ramos, tronco e raízes, durante a fase de formação das plantas não pode ser considerada prática suficientemente ampla. Hirorice et al. (1979) e Hernandez et al. (1992), relatam que as demandas nutricionais são mais bem avaliadas para plantas em plena produção, em que as colheitas de frutas maduras e verdes constituem-se nas principais fontes extratoras de nutrientes.

Durante a fase reprodutiva, as necessidades nutricionais, possuem um componente de fácil mensuração e de grande importância na avaliação das demandas nutricionais, as exportações de nutrientes pelas colheitas de frutas (BRIZOLA, 2003).

As práticas de mensuração das exigências nutricionais da figueira raramente são tomadas em seu conjunto, sendo geralmente reduzidas às determinações das exportações através das colheitas de frutos (BRIZOLA, 2003).

Nesse aspecto, Hernandez et al. (1992), relatam que os ramos da figueira em plena produção são igualmente importantes aos frutos no tocante às exportações de macronutrientes. Em estudo realizado pelos autores foi observado que as quantidades de nitrogênio, cálcio, magnésio e fósforo foram exportadas em maior

quantidade pelos ramos provenientes da poda de inverno do que a colheita de frutos durante esse mesmo ciclo, permitindo inferir que seria mais condizente a realização de adubações baseadas nessas quantidades.

Sabendo da diferenciação nas exigências nutricionais da figueira, Brizola et al. (2005) realizaram um estudo cujo objetivo foi avaliar as quantidades de macronutrientes exportadas pelos ramos e frutos de plantas de figueira, durante o período de formação, em função de diferentes níveis de adubação potássica. Os resultados obtidos permitiram concluir que as exportações de macronutrientes pelos ramos podados e pelas colheitas de frutos verdes, revelaram a seguinte ordem de absorção: N, K, Ca, Mg, P e S. Entretanto, os resultados também revelaram que as adubações potássicas por reposição baseadas apenas na exportação pelos ramos e frutos não garantem um suprimento adequado desse elemento para um bom desenvolvimento da figueira.

2.6.2.3. Marcha de absorção de nutrientes

Os nutrientes necessários as plantas podem ser fornecidos em parte pelo solo e pela reciclagem no sistema solo-planta, entretanto, para obtenção de produções economicamente rentáveis é indispensável aplicação de fertilizantes em quantidade e proporções adequadas (SOTO, 1992).

A absorção de nutrientes pelas plantas ocorre de forma diferenciada, de acordo com os estádios fenológicos, condições climáticas, meio de cultivo, condições de manejo nutricional e idade da planta, assim o sucesso para a produção economicamente viável de qualquer cultura depende do manejo nutricional adequado (MARSCHNER 1995). Portanto, HAAG et al., (1993) enfatizam a necessidade de fornecer os nutrientes em níveis compatíveis às exigências das plantas, considerando a espécie ou cultivar e de acordo com a sua fase fenológica.

De acordo com Natale (1993) e Malavolta et al. (1997), recomendações de adubações baseadas unicamente nas exportações de nutrientes pela remoção dos frutos, ramos e produção e queda de folhas não são suficientes para suprir as reais necessidades nutricionais das plantas, pois os nutrientes também são necessários para o crescimento de outros órgãos da planta, como os troncos e raízes.

O conhecimento da quantidade de nutrientes acumulados na planta, em cada estágio de desenvolvimento, fornecem subsídios que auxiliam na elaboração de um programa para adubação da cultura (AUGOSTINHO et al., 2008). Sendo assim a

construção da curva de crescimento de plantas consiste na medição destrutiva das mesmas, obtendo a massa seca dos órgãos da planta (BLEASDALE, 1977; HUNT, 1990), além da análise química de cada órgão, o que é indispensável em estudos de nutrição e adubação.

Segundo Gupta (2001), o conhecimento da exigência nutricional e da marcha de absorção dos nutrientes por meio dos órgãos representativos das plantas é importante para se estabelecer quantidades de nutrientes a serem aplicadas e obtendo assim os melhores rendimentos.

Estudos que determinam a curva de absorção de nutrientes têm sido realizados principalmente para culturas anuais e hortaliças. Contudo, em plantas frutíferas se torna difícil usar tal metodologia como diagnose nutricional, uma vez que nestas espécies mesmo em experimentos realizados em vasos e com plantas de um ano, o volume de material vegetal é muito grande e a recuperação do sistema radicular é uma prática trabalhosa.

Portanto, tendo em vista as dificuldades em determinar uma marcha de absorção de nutrientes para espécies frutíferas, a partir de um ano, a maioria das pesquisas realizadas se restringem apenas às plantas na fase de mudas, como por exemplo em Graviola (BARBOSA et al., 2003); goiaba (FRANCO & PRADO, 2006, AUGOSTINHO et al., 2008). Nesse mesmo sentido para a figueira, trabalhos em solução nutritiva foram realizados por HIRAI et al. (1966), HAAG et al. (1979), MONTEIRO DE BARROS (1982).

2.7. Acúmulo de carboidrato total e crescimento da figueira

Os carboidratos são os constituintes orgânicos mais abundantes nos tecidos de plantas vasculares, devido ao predomínio de polissacarídeos estruturais, como a celulose, hemicelulose e pectina (ASPINALL, 1970). Entretanto, os carboidratos de reserva, tais como a sacarose e o amido desempenham um papel de grande importância no metabolismo celular (LOEWUS & TANNER, 1981).

Os carboidratos solúveis (sacarose, glicose, frutose, sorbitol e outros) têm importância na regulação osmótica de transporte, enquanto os carboidratos insolúveis, especialmente o amido, são importantes formas de reserva (CARVALHO & ZANETTE, 2004).

BORBA et al. (2005) relata que em geral, os principais carboidratos formados nas plantas durante a fotossíntese são o amido e a sacarose. O

primeiro é imóvel, sendo sintetizado nos cloroplastos dos órgãos fotossintetizantes, e nos amiloplastos em órgãos não-fotossintetizantes. O segundo é móvel e é sintetizado no citossol das células e descarregado no floema. Conforme Taiz & Zeiger (2004), após ser translocada a locais não-fotossintetizantes, como as raízes, a sacarose é rapidamente convertida em frutose e glicose por enzimas invertases. Nestes órgãos, os carboidratos mais simples formados podem ser utilizados de três formas: a) na respiração, para a formação de ATP e outros compostos importantes; b) ser armazenados no vacúolo para posterior uso na respiração, e c) a glicose pode ser convertida em amido, servindo como reserva para uso em situações onde há pouca atividade fotossintética da parte aérea (BORBA et al., 2005).

O crescimento de plantas caracteriza-se por aumento de tamanho e/ou peso e tem caráter quantitativo. Entretanto, o termo desenvolvimento é mais abrangente e envolve todas as mudanças qualitativas (diferenciação) e quantitativas (crescimento) experimentadas pela planta (OLIVEIRA et al., 2002).

A avaliação do crescimento baseia-se na análise da variação em tamanho de algum órgão da planta. Nessa análise é possível determinar o crescimento final da planta como um todo e a contribuição dos diversos órgãos no crescimento total (BENINCASA, 2003).

Os princípios e as práticas da análise de crescimento têm como objetivo descrever e interpretar o desempenho de determinada espécie em ambiente natural ou controlado (LIEDGENS, 1993).

Para Fontes et al. (2005), a mensuração seqüencial do acúmulo de matéria orgânica, considerando-se a massa das partes secas da planta (frutos, caule, folhas e outros), é o fundamento da análise de crescimento. Entretanto, vários índices fisiológicos também podem ser utilizados nessa análise, tais como índice de área foliar, taxas de crescimento da cultura, de crescimento relativo e de assimilação líquida (COSTA et al., 2003; PÔRTO et al., 2005; MONTE et al., 2009).

Toda a produção de fitomassa depende da atividade fotossintética da fonte, sendo a assimilação do CO₂ um dos muitos fatores que influenciam no crescimento e desenvolvimento vegetal (FOYER & GALTIER, 1996).

Os açúcares provenientes da fotossíntese agem como substrato para o metabolismo energético e biossíntese de hidratos de carbono, fornecendo condições de crescimento e desenvolvimento aos tecidos dreno. Além disso, os açúcares podem

funcionar como mensageiros secundários assegurando que a planta continue a se desenvolver, mesmo após estresses bióticos ou abióticos (HAMMOND & WHITE, 2008).

É sabido que durante o inverno as frutíferas de clima temperado entram em dormência. Nesse período, o amido que é o principal carboidrato de reserva é convertido em açúcares solúveis, os quais serão necessários para a retomada do crescimento da planta na primavera.

A mobilização de açúcares solúveis está diretamente ligada aos eventos climáticos, principalmente à temperatura, e tem grande importância nos estudos de adaptação de frutíferas de clima temperado (HERTER, et al., 2001). Para Larcher (2000), a intensidade dessa mobilização influencia o desenvolvimento fenológico da planta, isto é, no crescimento do ramo, floração e frutificação.

Nas plantas de modo geral, durante o crescimento vegetativo, a maioria dos carboidratos é transportado para raízes e folhas jovens, ao passo que após o florescimento os carboidratos são direcionados prioritariamente para os frutos, tubérculos e raízes de reserva (ROITSCH et al., 2000).

Segundo Larcher (2000), em espécies lenhosas, a formação das flores, a frequência do florescimento, a quantidade de frutos e o amadurecimento das sementes são regulados por uma combinação de fatores nutricionais, alocação de assimilados e mecanismos endógenos de controle.

A literatura especializada faz menção a diversos estudos sobre a variação de carboidratos em diferentes órgãos de plantas frutíferas. Nesse sentido, Rodrigues et al. (2006), estudando os níveis de carboidratos em gemas florais de duas cultivares de pêra, cultivadas em região de inverno ameno relataram que na fase que antecedeu a brotação houve um aumento significativo nas gemas das duas cultivares. Os autores observaram ainda que o sorbitol e a sacarose foram os principais açúcares presentes nas gemas das duas cultivares de pêra.

Carvalho & Zanette (2004) avaliaram o teor de carboidratos solúveis e insolúveis em gemas e ramos de um ano de idade de maçã cv. 'Imperial Gala', submetida ou não à condição de frio suplementar. O trabalho foi realizado durante o outono e o inverno. Uma das conclusões apresentadas pelos autores foi que os carboidratos solúveis e insolúveis representaram de 13,8 a 20,2% da matéria seca das gemas, ao passo que nos ramos esse valor variou de 9,9 a 15,3% da matéria seca.

Dantas et al. (2007), analisaram a variação sazonal do teor de carboidratos solúveis e insolúveis em folhas de videira, cultivar Syrah durante quatro ciclos de produção consecutivos. No estudo, os autores verificaram que o acúmulo de açúcares nas folhas aumenta durante o início da maturação dos frutos, no entanto, é fortemente influenciado pelas variações climáticas inter e intra-anuais.

A respeito da influência da poda na produção de carboidratos, Araújo et al. (2008), determinaram os teores de carboidratos presentes em ramos e raízes de pessegueiro cultivar Flordaprince nas condições climáticas de Piracicaba-SP. Os resultados do experimento demonstraram que houve variação de carboidratos solúveis nos ramos e raízes ao longo do ciclo dos pessegueiros. Os autores relataram ainda que nas condições em que o experimento foi realizado, os teores de carboidratos solúveis nas raízes foram sempre superiores que nos ramos.

De acordo com Nienow (1997), pode ocorrer competição por nutrientes e fotoassimilados entre o crescimento vegetativo e o desenvolvimento das gemas floríferas. No caso da figueira a fase vegetativa ocorre de forma simultânea à fase reprodutiva.

A poda é considerada por muitos autores como uma das técnicas fundamentais no cultivo da figueira (RIGITANO, 1964, FACHINELLO et al., 1996, CORRÊA & SANTOS, 1999). No Brasil, as figueiras são submetidas à poda drástica durante o inverno, essa prática reduz efetivamente o tamanho da planta alterando seu dossel. Com a remoção dos ramos se perde grande parte das reservas de carboidratos necessárias para o crescimento da planta durante a primavera.

Como já mencionado, vários experimentos relacionados à variação nos teores de carboidratos solúveis e insolúveis foram realizados em diversas espécies frutíferas. Contudo, a maioria desses experimentos se restringem apenas à avaliação de alguns órgãos da planta, principalmente ramos e gemas, e além disso os estudos são realizados apenas em determinada fase fenológica da planta. Entretanto, trabalhos que determinam os teores de carboidratos totais em todos os órgãos da planta durante o ciclo total, são escassos ou até mesmo inexistentes.

2.8. Caracterização de figos produzidos nas Espanha

2.8.1. Produção de figo na Espanha

Setenta por cento da produção de figo do mundo é oriunda de países situados na Costa do Mediterrâneo. Nestes países, o figo é considerado um produto de grande importância na dieta mediterrânea, considerada uma das mais saudáveis por está associada à longevidade (TRICHOPOULOU et al., 2006).

Na Espanha a ficicultura é praticada nas províncias de Baleares, Cáceres, Badajoz, Granada, Huelva, Málaga, Murcia, Alicante, Toledo e Ávila. As províncias da Extremadura representam 43% da área cultivada com figueiras e são responsáveis por 31% da produção nacional, onde se destaca a produção de figos secos (MAGRAMA, 2012). Entretanto, a produção de figos para o consumo “*in natura*” se concentra na província de Alicante. Em 2010, a Espanha produziu 29 mil toneladas de figo (FAOSTAT, 2011).

Segundo Melgarejo (2000), a produção de figos destinados para o consumo ao natural consiste em uma prática agrícola de grande importância para os municípios pertencentes à província de Alicante, principalmente os municípios de Elche, Crevillente e Albalera. O autor enfatiza que essa região é caracterizada pela escassez e a má qualidade da água, sendo o cultivo da figueira uma alternativa para os agricultores locais, uma vez que esta cultura se adapta com facilidade a diversos ambientes.

2.8.2. Tipos de figueiras cultivadas na Espanha

As figueiras comumente cultivadas são classificadas em dois grupos: reflorescentes ou bíferas, estas figueiras produzem frutos em duas épocas do ano, em junho-julho, as brevas e em agosto-setembro os figos. Melgarejo (2000) destaca que as brevas e os figos são anatomicamente iguais, mas o tamanho e o formato do fruto podem variar em função das condições climáticas em que os mesmos se desenvolvem. O outro grupo são as figueiras comuns, estas produzem frutos em uma única época do ano, em agosto-setembro, e os frutos são denominados figos.

As brevas são produtos de grande importância para os municípios de Elche, Albalera e Crevillente, pois nestas regiões existe um microclima que permite uma colheita precoce e frutos de boa qualidade, resultando em grande interesse entre os agricultores destas regiões (MELGAREJO, 2000).

As variedades de figueira de maior importância cultivadas na Espanha foram descritas por diversos autores (FLORES, 1990; TORÍBIO, 1993; MELGAREJO, 1999).

2.8.2.1. Cuello de Dama Negro

É uma variedade bífera de porte médio a alto, com copa semi-aberta, apresenta uma produção significativa de brevas. A breva é piriforme oblíqua, com pedúnculo curto e ostíolo semi-aberto. A casca é resistente e apresenta coloração roxa, a polpa é marrom. O amadurecimento das brevas se inicia na segunda quinzena de julho (MELGAREJO, 1999).

O figo possui formato semelhante ao da breva, com pedúnculo de tamanho médio a curto e ostíolo semi-aberto. A casca possui cor roxo intenso, quase preto. Quando o figo amadurece em condições de alta umidade relativa do ar, ocorrem rachaduras na casca, o que torna o fruto muito atrativo. A polpa é de cor marrom, de textura fina e consistência branda, nesta estão inseridos os numerosos aquênios que preenchem quase que totalmente o receptáculo. O período de colheita dos figos se inicia na metade de agosto e se estende até o final de setembro, a máxima produção ocorre no final de agosto (MELGAREJO, 2000).

Essa variedade se adapta bem às condições de déficit hídrico, é resistente ao manuseio e ao transporte, sendo portanto recomendada para o mercado de frutas frescas.

2.8.2.2. San Antonio

Variedade bífera de porte médio e copa aberta. A breva é geralmente piriforme, mas podem ser verificados frutos esféricos, possui pedúnculo médio, o ostíolo é aberto. A pele apresenta coloração verde escura na região do pedúnculo e vai adquirindo tonalidade roxa à medida que se aproxima do ostíolo e na região que fica exposta ao sol. Apresenta aristas longitudinais também de coloração arroxeadas. A polpa possui cor de mel, de textura média e consistência branda, é suculenta e muito doce. Os aquênios são pequenos e preenchem o receptáculo na sua totalidade (MELGAREJO, 1999). Os frutos desta variedade pesam em média 45g. Os figos desta variedade são colhidos desde o final de julho e se estende até o final de setembro e pesam em média 30g.

Esta variedade se adapta bem a regiões com limitações hídricas, apresenta frutos de grande qualidade, principalmente as brevas, as quais amadurecem precocemente. É necessário muito cuidado na manipulação dos frutos desta variedade, os quais são destinados exclusivamente ao consumo *in natura* (MELGAREJO, 1999).

2.8.2.3. Colar

Variedade bífera que produz uma excelente colheita de brevas. Os sicônios são grandes e vistosos. A figueira desta variedade é muito produtiva. É a variedade mais cultivada no leste e no sudeste espanhol, devido sua alta produtividade e precocidade, o que desperta grande interesse dos produtores. A cor negra e excelente sabor fazem dessa variedade a mais apreciada pelos consumidores. Mais de 95% da área cultivada com figueiras nessa região é ocupada com variedade colar. A colheita começa na segunda quinzena de maio e continua até o início de julho, alcançando preços excelentes. É uma breva resistente ao transporte (MELGAREJO, 2000).

Os figos desta variedade são colhidos de junho a setembro, sendo a produção destes muito superior a das brevas.

2.8.2.4. Tibério

De acordo com Melgarejo (2000), a variedade do tipo São Pedro, apresenta porte médio e copa semi-aberta. A breva é esférica, com pedúnculo de tamanho médio e o ostíolo é aberto, chegando a rachar quando o fruto está completamente maduro. A casca é fina de coloração verde marrom. A polpa é doce e succulenta, apresenta cor de mel. Os aquênios são muito grandes, chegando a preencher todo o receptáculo. O peso médio dos frutos é de 61g.

As brevas se desenvolvem agrupadas no terço apical dos ramos, onde os entrenós são muito curtos, variando o número de fruto entre dois ou três por ramo.

A época de amadurecimento das brevas desta variedade inicia na primeira dezena de julho. É uma variedade que se adapta a condições de falta de água. Esta variedade produz brevas de bom tamanho e muito recomendada para o consumo ao natural.

Quando há o contato dos frutos desta variedade com os caprifigos colonizados pela vespa *Blastophoga psenes*, ocorre a produção de figos de boa qualidade. Entretanto, esta prática está em declínio, pois exige muita mão de obra.

2.8.3. Características pomológicas e químicas de figos produzidos na Espanha

O interesse pelo cultivo de figueiras que produzam frutos para o mercado de frutas frescas tem crescido nos últimos anos na Espanha, sendo a produção de brevas a mais interessante para os produtores, uma vez que este produto alcança melhores preços no mercado quando comparado com a produção de figos (PEREIRA et al., 2012).

Para Melgarejo (2000), o cultivo da figueira no sudeste espanhol é uma alternativa rentável para o produtor, mas para que essa atividade se estabeleça vários problemas devem ser solucionados, como a orientação da produção (brevas, figos ou ambas), o destino da produção (consumo *in natura*, consumo animal, figos secos, comércio local, exportação), o autor ainda menciona a necessidade de se pesquisar atributos quantitativos e qualitativos, como produtividade, tamanho e cor do fruto, precocidade da colheita de brevas, técnicas de cultivo, condições de conservação e embalagem.

Na Espanha, principalmente no Sudeste, a produção de brevas destinada ao consumo *in natura* está concentrada em uma única variedade, a Colar. Portanto, a fim de proporcionar alternativas de cultivo para os agricultores locais, Sánchez et al. (2003) realizaram um estudo de caracterização morfológica e química das brevas e figos das variedades Colar, Florancha, Tio Antonio e Gobernador. O estudo revelou que todas as variedades avaliadas apresentaram características favoráveis para o mercado de frutas frescas, no entanto a variedade Colar se destacou pela sua precocidade e coloração atrativa.

Melgarejo et al. (2003) avaliando os frutos das variedades Colar, Florancha, Tio Antonio e Gobernador cultivadas na província de Alicante na Espanha, determinaram os teores de açúcares e ácidos orgânicos, os autores observaram que os açúcares predominantes nos frutos das quatro variedades tanto para brevas como para figos foi a glicose, seguido por frutose. Os ácidos oxálico e cítrico foram predominantes nas brevas, enquanto que para os figos as concentrações dos ácidos málico e tartárico prevaleceram.

Com o objetivo de investigar a qualidade de figos produzidos na província de Badajoz, na Espanha, Pereira et al. (2012) realizaram uma caracterização físico-química e sensorial dos figos das variedades Cuello de Dama Blanco e Albacor em diferentes estádios de maturação. Os resultados obtidos evidenciaram que os figos da variedade Albacor apresentaram maior firmeza e teores de sólidos solúveis, ao passo que os figos da 'Cuello de Dama Blanco' tiveram maior pH e em consequência menor, acidez.

Em relação a análise sensorial, a variedade Cuello de Dama Blanco, apresentou maior aceitabilidade pelos consumidores.

2.8.4. Compostos fenólicos em figos

O consumo de frutas e hortaliças tem crescido consideravelmente nos últimos anos, isso se deve aos elevados teores de compostos fenólicos presentes nestes produtos (SCALVER et al., 2005). Desse modo, o aumento no consumo de frutas e hortaliças está diretamente associado à menor incidência de doenças crônicas e degenerativas, como a obesidade, câncer e doenças cardiovasculares (PINEDA et al., 1999).

Os compostos fenólicos são comuns no metabolismo secundário dos vegetais, os quais além dos efeitos fisiológicos desempenham uma importante função para a saúde humana, pois atuam como antioxidantes. Os antioxidantes atuam sobre os radicais livres, inibindo o seu mecanismo oxidativo, impedindo o surgimento de doenças degenerativas (SILVA et al., 2004). Além disso, os compostos fenólicos são responsáveis pela cor e sabor de frutas, verduras e seus derivados.

O maior benefício da dieta mediterrânea está nos altos níveis de antioxidantes naturais presentes nas frutas e hortaliças desta região, onde o figo aparece como um dos principais componentes desta dieta. Os figos são excelentes fontes de compostos fenólicos, tais como as proantocianidinas.

Solomon et al. (2006) demonstraram em estudos que o figo contém altos teores de polifenóis, principalmente de antocianinas e alta capacidade antioxidante.

Çaliskan & Polat (2011) avaliaram algumas características fitoquímicas de figos de 76 cultivados em Hatay na Turquia. No referido trabalho foram caracterizados frutos que apresentavam casca de cor verde, amarela, marrom, roxo e negra. Os teores de polifenóis totais neste estudo variaram em mg/100g nos frutos de acordo com as diferentes colorações da casca de 19,4-72,6 (verde), 25,3-74,4 (amarela), 37,4-121,6 (marrom), 53,3-86,8 (roxo) e 69,1-220 (negra).

Solomon et al. (2006) determinaram os valores de polifenóis totais e a capacidade antioxidante de seis variedades comerciais de figo, as quais apresentavam diferentes colorações de casaca. As variedades estudadas foram Mission, Chechik, Brown Turkey, Bursa, Brunswick e Kadota. Os valores de polifenóis totais em mg/100g e a

capacidade antioxidante em μmol de TE/100g foram respectivamente, 281,1-716,3; 80,6-192,1; 58,1-120,7; 56-100,3; 50-69,5;48,6-25.

3. Capítulo I – CRESCIMENTO E TEORES DE CARBOIDRATOS EM FIGUEIRA, SUBMETIDA AO MANEJO DA IRRIGAÇÃO

3.1. INTRODUÇÃO

A cultura da figueira apresentou crescimento significativo nos últimos anos, incrementando em 45,72% o volume produzido, 116,16% na quantidade e 404,03% no valor exportado (FACHINELLO et al., 2011). Os principais países importadores do figo brasileiro são Holanda, França, Alemanha e Reino Unido (FAOSTAT, 2011).

Os principais Estados produtores de figo no Brasil são Rio Grande do Sul, Minas Gerais e São Paulo, sendo juntos responsáveis por cerca de 90% da produção Brasileira. No Estado de São Paulo, verifica-se que a cultura se concentra na Região Administrativa de Campinas. Os municípios de Valinhos e Campinas respondem respectivamente por 64 e 17% da produção do estado. Constata-se também que 97% da produção do estado destinam-se para consumo *in natura* e apenas 3% são destinados à indústria (IBGE, 2010).

No Brasil, a figueira Roxo de Valinhos é a única variedade cultivada comercialmente, essa variedade é caracterizada por apresentar grande valor econômico, rusticidade, elevado vigor e produtividade, além de boa adaptação às podas drásticas. Seus frutos podem ser utilizados tanto para consumo *in natura* como para a indústria (MAIORANO et al, 1997; PENTEADO, 1999).

A figueira cultivada na Europa, mesmo em regiões de clima semiárido com solos pobres e locais com inverno rigoroso chegam a atingir de 3 a 7 metros de altura, sendo considerada uma árvore de grande a médio porte. Contudo, no Brasil em

função das técnicas culturais utilizadas, especialmente as podas anuais de frutificação, realizadas durante o inverno, seguidas de desbrotas que condicionam um número determinado de ramos por ano, a planta adquire um porte arbustivo, o que diminui sua longevidade econômica (PEREIRA & NACHTIGAL, 1999).

A poda de formação e a poda de frutificação em figueira se caracterizam por uma intensa remoção dos ramos e com eles também é removida grande parte das reservas acumuladas. Em ambos os casos há uma intensa translocação de fotoassimilados das raízes para restituição de ramos e formação de frutos. Na figueira devido à poda drástica, o crescimento dos ramos e a formação dos frutos ocorrem de forma simultânea. E com isso, ocorrem variações na dinâmica de carboidratos. Gupta & Kaur (2005), reportam que fatores climáticos, como a temperatura e o estresse hídrico promovem influência nos teores de carboidratos. Além disso, a deficiência hídrica provoca reduções no crescimento, comprometendo o desenvolvimento e, conseqüentemente, a produção (LARCHER, 2004).

O estudo das relações metabólicas que envolvem a interconversão de carboidratos é importante para o entendimento do fluxo e consumo de fotoassimilados e reservas, tanto em plantas inteiras quanto em órgãos destacados (OLIVEIRA et al., 2012).

A análise de crescimento expressa as condições morfofisiológicas da planta e quantifica a produção líquida derivada do processo fotossintético, sendo o resultado do desempenho do sistema assimilatório, durante certo período de tempo. Este desempenho é influenciado por fatores bióticos e abióticos à planta (LARCHER, 2000; BENINCASA, 2003).

Sabendo da relação entre a dinâmica de carboidratos e o crescimento das plantas, o presente trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar a variação nos teores e acúmulo de carboidratos totais nas diferentes fases fenológicas de plantas de figueira manejadas sob irrigação.

3.2. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido na área experimental do pomar do Departamento de Horticultura da Faculdade de Ciências Agrônômicas, FCA/UNESP, Campus de Botucatu-SP (Figura 1). As coordenadas geográficas locais são: 22° 52' 47" latitude S, 48° 25' 12" longitude W e altitude de 810 m. O tipo climático predominante no local, baseados no sistema Internacional de Köppen, está incluído no tipo Cfa,

caracterizado como temperado quente (mesotérmico) com chuvas no verão e seca no inverno, precipitação e temperatura média anual de 1530 mm e 21°C, respectivamente (CUNHA et al., 1999). O solo da área foi classificado como Nitossolo Vermelho (EMBRAPA, 2006). Os resultados das análises químicas do solo ao longo do experimento estão apresentados na Tabela 1. Foram realizadas 4 coletas de solo durante a execução do experimento, sendo a primeira antes do transplante, a segunda antes da poda de formação (180 dias após o transplante) e as duas últimas coletas foram realizadas, respectivamente aos 310 e 430 dias após o transplante. Em cada coleta foram retiradas da área experimental dez amostras simples nas profundidades de 0-20 e 20-40 cm, constituindo assim duas amostras compostas para cada profundidade.



Figura 1. Vista geral do experimento, FCA/UNESP, Botucatu-SP, 2012.

Tabela 1. Caracterização química do solo antes e durante o experimento

Análise química do solo realizada antes do transplantio										
Amostra (cm)	pH CaCl ₂	M.O. g/dm ³	Al ³⁺	H+Al	K	Ca	Mg	SB	CTC	V%
0-20	5,5	40	0	24	2,0	28	11	41	65	64
20-40	5,1	40	0	29	2,8	29	10	42	71	59
	P _{resina}	Enxofre	Boro	Cobre	Ferro	Manganês	Zinco			
0-20	17	3,0	0,22	7,8	77	30,2	1,5			
20-40	14	3,0	0,19	7,3	61	25,1	1,1			
Análise química do solo realizada aos 180 dias após o transplantio										
Amostra (cm)	pH CaCl ₂	M.O. g/dm ³	Al ³⁺	H+Al	K	Ca	Mg	SB	CTC	V%
0-20	5,1	24	0	30	5,0	24	11	40	69	57
20-40	5,0	23	0	33	5,0	21	11	37	70	53
	P _{resina}	Enxofre	Boro	Cobre	Ferro	Manganês	Zinco			
0-20	25	0,0	0,18	5,5	54	34,4	1,6			
20-40	13	0,0	0,17	5,9	53	33,1	1,2			
Análise química do solo realizada aos 310 dias após o transplantio										
Amostra (cm)	pH CaCl ₂	M.O. g/dm ³	Al ³⁺	H+Al	K	Ca	Mg	SB	CTC	V%
0-20	5,0	21	0	32	2,5	22	9	33	65	51
20-40	4,9	19	0	31	1,8	20	8	29	60	49
	P _{resina}	Enxofre	Boro	Cobre	Ferro	Manganês	Zinco			
0-20	20	0,0	0,15	5,8	41	30,5	1,8			
20-40	10	0,0	0,15	4,9	30	20,2	1,2			
Análise química do solo realizada aos 430 dias após o transplantio										
Amostra (cm)	pH CaCl ₂	M.O. g/dm ³	Al ³⁺	H+Al	K	Ca	Mg	SB	CTC	V%
0-20	5,4	32	0	13	2,7	17	9	28	42	52
20-40	5,1	13	0	15	0,8	13	7	21	35	58
	P _{resina}	Enxofre	Boro	Cobre	Ferro	Manganês	Zinco			
0-20	13	4	0,22	2,5	17	11,7	9,8			
20-40	5	3	0,16	0,6	14	11,0	0,6			

Fonte: Laboratório de Fertilidade do Solo. DSC-FCA.

Os dados de precipitação pluvial e temperaturas mínimas, médias e máximas diários foram fornecidos pelo Posto Meteorológico do Departamento de Recursos Naturais da referida Faculdade de Ciências Agrônomicas/UNESP. Os dados climáticos estão apresentados na Figura 2.

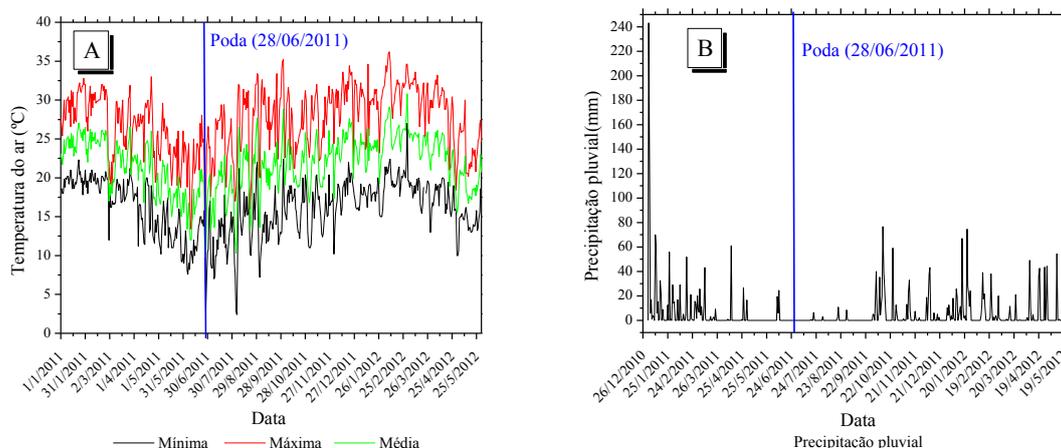


Figura 2. Valores mensais de temperatura do ar (A), precipitação pluvial (B), entre 01/01/2011 e 25/05/2012, Botucatu-SP.

O transplântio das mudas de figueira Roxo de Valinhos foi realizado em dezembro de 2010, adotando um espaçamento de 2,5 m entre linhas e 2,5 m entre plantas. As mudas com 30 cm de altura foram transplantadas em sulcos de 50 cm de profundidade, os quais foram previamente adubados com 1 L de esterco de curral, 0,5 Kg de calcário, 0,5 Kg de termofosfato magnésiano, contendo 0,1% de boro e 0,25% de zinco. As adubações de cobertura foram realizadas com base na recomendação de Campo Dall’Orto et al. (1996), que preconizam a aplicação dos fertilizantes de acordo com os resultados da análise química do solo e da idade da planta. Assim, no ano de 2011 e no início de 2012 cada planta foi adubada com 45g de uréia e 35g de cloreto de potássio. As adubações foram realizadas a cada dois meses.

As plantas de figueira foram podadas em 28 de junho de 2011 com a finalidade de proporcioná-las a conformação de três ramos produtivos no primeiro ano. Ainda foram realizadas desbrotas sempre que necessário.

Para o tratamento fitossanitário foram utilizados produtos à base de cobre para controle da ferrugem causada pelo fungo (*Cerotelium fici*). As aplicações com fungicidas Tebuconazole (Folicur®) e Tiofanato metílico (Cercobin®) foram realizadas sempre que necessárias.

O controle de plantas daninhas foi feito através de roçadas mecânicas periódicas e o coroamento das plantas foi realizado através de capina manual.

As curvas de retenção de água no solo foram obtidas experimentalmente (Tabela 2), com coletas de amostras de solo em anéis volumétricos e

posterior obtenção através do método das placas porosas de Richards dos valores de potencial matricial e umidade do solo. Com os valores da densidade do solo (1,4822 g cm⁻³ de 0 a 20cm; 1,3593 g cm⁻³ de 20 a 40cm) de amostras indeformadas foram obtidos os níveis de umidade volumétrica para as respectivas amostras.

Tabela 2. Umidade volumétrica (cm³ cm⁻³) em diferentes potenciais de água no solo e profundidades

Potencial (kPa)	Profundidade (m)	
	0 - 0,20	0,20 - 0,40
10	0,2979	0,3296
30	0,2599	0,2745
50	0,2407	0,2690
300	0,2056	0,2272
500	0,1986	0,2258
1500	0,1928	0,2214

Segundo Silva (2011), entre os mais variados modelos experimentais que podem ser ajustados nessa correlação, Reichardt & Timm (2004) destacaram o de Van Genuchten (1980), baseado em parâmetros ajustados pelo método da minimização dos quadrados dos desvios. Essa equação é explicitada em termos de θ (ψ). Para este trabalho, as equações 1 e 2 foram ajustadas empregando a ferramenta de otimização Solver do Excel e apresentaram coeficientes de determinação (r^2) de 0,9974 e 0,9930, para as profundidades de 0-20cm e 20-40cm, respectivamente. O sistema de irrigação adotado foi o de gotejo, com dois emissores com vazão de 1,5 L h⁻¹ por planta. O manejo foi baseado na permanência do potencial matricial do solo entre a capacidade de campo e o valor máximo de 60 kPa, monitorados por tensiômetros.

$$\theta_{-0} = 1,169 + \frac{0,437}{\left[1 + 6,8111\psi_{-0}^{1,363}\right]^{0,2663}} \quad (01)$$

$$\theta_{-0} = 1,210 + \frac{0,641}{\left[1 + 6,77\psi_{-0}^{1,5044}\right]^{0,3353}} \quad (02)$$

O manejo da irrigação foi realizado através da técnica da tensiometria, com baterias de dois tensiômetros de mercúrio instalados em cada tratamento, em parcelas tomadas de forma aleatória (Figura 3). O primeiro tensiômetro,

instalado a 20 cm de profundidade (em relação ao centro da cápsula porosa de 6 cm de comprimento), foi considerado como de decisão, pois com base nessas leituras foram realizadas as irrigações. O segundo tensiômetro foi considerado tensiômetro de controle e instalado a 40 cm de profundidade (em relação ao centro da cápsula porosa), para controle da lâmina aplicada.

O tensiômetro apresenta funcionamento confiável até o intervalo de -80 kPa (KLAR, 1988), com as variações das leituras aumentam quando o potencial fica mais negativo. As leituras dos tensiômetros foram realizadas a cada dois dias e os valores da ascensão das colunas de mercúrio foram aplicados na equação 3 para obtenção do potencial matricial.

$$\varphi_{m} = -2,6h_1 + l_2 + l_3 \quad (03)$$

em que: h_1 é a altura da coluna de mercúrio; h_2 é a altura da cuba em relação ao nível solo (20 cm); h_3 a profundidade de instalação do tensiômetro (20 e 40 cm).

O manejo baseou-se na permanência do potencial matricial do solo próxima a -30 kPa e/ou umidade volumétrica igual a $0,2988 \text{ cm}^3_{\text{água}} \text{ cm}^{-3}_{\text{solo}}$. Com os valores de ψ_m verificados nas leituras, encontrou-se os respectivos níveis de umidade volumétrica e pela diferença entre as duas, verificou-se a necessidade de reposição dos volumes de água, respectivamente. Para tanto, o volume de água aplicado dependia ainda do volume explorado pelo sistema radicular da planta, que neste caso, foi monitorado pela coleta dos sistemas radiculares para as avaliações destrutivas da análise de crescimento, que neste caso, apresentou medidas de comprimentos equatoriais e longitudinais tendo como referência o caule da planta e a profundidade atingida.



Figura 3. Tensiômetros de decisão e de controle instalados em cultivo de figueira em sistema irrigado e não irrigado, FCA/UNESP, Botucatu-SP, 2013.

Os dados da distribuição das precipitações pluviométricas e as lâminas de irrigação que foram aplicadas durante o período experimental estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 3. Valores das precipitações pluviométricas e lâminas de irrigação.

Mês	Precipitação mm	Lâmina irrigada mm		Lâmina recebida mm	
		CI	SI	CI	SI
Jan/11	712,25	-	-	712,25	712,25
Fev/11	188,13	-	-	188,13	188,13
Mar/11	163,50	-	-	163,50	163,50
Abr/11	126,50	-	-	126,50	126,50
Mai/11	16,50	-	-	16,50	16,50
Jun/11	49,90	-	-	49,90	49,90
Jul/11	7,00	16,34	-	23,34	7,00
Ago/11	24,75	14,8	-	39,55	24,75
Set/11	0,00	11,98	-	11,98	0,00
Out/11	359,58	47,85	-	407,43	359,58
Nov/11	102,50	18,06	-	120,56	102,50
Dez/11	143,38	25,27	-	168,65	143,38
Jan/12	357,25	23,28	-	380,53	357,25
Fev/12	166,75	32,99	-	199,74	166,75
Mar/12	58,88	21,93	-	80,81	58,88
Total	2476,85	212,5	-	2689,35	2476,85

Para as análises de crescimento foram mensurados a cada 40 dias a partir da poda, os seguintes atributos: diâmetro do caule, diâmetro do ramo (mm), com uso de paquímetro digital, comprimento do ramo, altura da planta (cm) com o auxílio de uma régua graduada, número de folhas, número de entrenós e número de frutos por planta. Para as características diâmetro e comprimento do ramo, número de entrenós foi considerado a média de três ramos, ao passo que para número de folhas, área foliar e número de frutos por planta foi considerado o somatório de três ramos.

Foram feitas oito coletas entre os meses de junho de 2011 a abril de 2012 (28/06; 07/08; 17/09; 25/10; 04/12/11 e 13/01; 24/02; 03/04/2012). A primeira coleta foi realizada antes da poda, a fim de caracterizar as plantas antes da aplicação dos tratamentos. Em cada coleta foram retiradas do solo oito plantas com auxílio de uma retroescavadeira, sendo quatro plantas cultivadas com irrigação e quatro plantas cultivadas sem irrigação, totalizando 64 plantas arrancadas ao final do experimento. O intervalo entre as coletas foi de 40 dias, a partir da poda de formação (28/06/2011). Por tanto, as coletas foram realizadas aos 40, 80, 120, 160, 200, 240 e 280 dias após a poda (DAP).

Após as coletas, as plantas foram levadas para o laboratório de fruticultura do Departamento de Horticultura-FCA\UNESP. Em seguida, as plantas foram seccionadas nas seguintes partes: raízes, caule, ramos, folhas e frutos. Cada parte foi pesada em balança digital para obtenção da massa (g). O volume do sistema radicular foi mensurado usando uma proveta, onde as raízes foram colocadas em uma proveta com um volume de água conhecido, sendo assim foi considerado o valor acima do volume previamente estabelecido, os resultados foram expressos em cm^3 . A área foliar foi mensurada com o auxílio do integralizador de área foliar modelo LICOR 3000 e os resultados foram expressos em cm^2 .

Cada parte da planta foi devidamente lavada, utilizando água e detergente, finalizando a lavagem com água destilada, em seguida o material vegetal foi acondicionado em sacos de papel e secos em estufa de ar com circulação forçada à temperatura de 65°C , por 72 horas, sendo posteriormente pesadas para a obtenção da massa da matéria seca e moídas em moinho tipo Willey.

Os carboidratos totais foram determinados pelo método do fenol-sulfúrico (DUBOIS et al., 1956). A extração em água foi realizada, tratando-se 10 mg de amostra com 10 mL de água destilada por 40 min a 40°C , em banho-maria e centrifugado por 30 minutos a 5000 rpm. Foram utilizadas alíquotas de 0,5mL da amostra, nas quais foram adicionados, 0,5 mL de fenol e 2,5 mL de ácido sulfúrico concentrado. A leitura foi realizada em espectrofotômetro por absorvância 490 nm. Calculou-se o teor de carboidratos totais em mg.g^{-1} de matéria seca de material vegetal e o acúmulo de carboidrato foi obtido através da multiplicação do teor pela matéria seca, e com os resultados foram expressos em mg.kg^{-1} .

A colheita dos frutos maduros foi realizada de janeiro a março de 2012. O número, peso e a produtividade total dos frutos foram obtidos através do somatório dentro de cada coleta, considerando frutos verdes e maduros.

O delineamento adotado foi o de parcelas subdivididas no tempo com o fator principal arranjado em blocos casualizados, com quatro repetições para as características de crescimento e três repetições para as análises de carboidrato total. A parcela principal foi o uso ou não da irrigação suplementar e as subparcelas foram as coletas. Para as análises de crescimento e de carboidrato total não foi considerado a primeira coleta, sendo as avaliações realizadas a partir da poda de formação.

Quando significativas, as regressões (com variável independente como o tempo de avaliação – DAP) foram ajustadas pelo pacote estatístico Sisvar e as representações gráficas realizadas no programa Origin 6.0. As diferenças entre médias foram submetidos à análise de variância, pelo teste F e comparadas pelo teste de Tukey, a 5 % de significância, com auxílio do programa Sisvar (PIMENTEL GOMES, 2009).

3.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.3.1. Características de crescimento

De acordo com os resultados obtidos, observa-se que para a maioria das estimativas de crescimento em todos os órgãos da planta, foram ajustadas regressões com comportamento polinomial, exceto para variável comprimento de raízes, que apresentou comportamento linear. Para Benincasa (2003) a curva sigmoideal é a que melhor retrata o crescimento da planta, onde se observa inicialmente um crescimento lento, seguido de uma fase de rápido crescimento.

De modo geral, os maiores valores de crescimento para todos os órgãos das plantas foram observados para o tratamento que recebeu suplementação hídrica. Esse resultado comprova a importância da água para o crescimento da planta. Kerbauy (2004) relata que entre os recursos de que a planta necessita para crescer, a água é o mais abundante e, também, o mais limitante. Logo, tanto a distribuição da vegetação sobre a superfície terrestre quanto à produtividade agrícola são controladas principalmente pela disponibilidade de água.

Os valores de diâmetro, comprimento, massa da matéria fresca e massa da matéria seca do caule foram moderadamente superiores no tratamento que recebeu suplementação hídrica, atingindo valores máximos aos 270 DAP (Figura 4 e 5). O aumento do diâmetro do ramo é decorrente da atividade vascular, a qual é fortemente influenciada por fatores como fotoperíodo, pluviosidade e disponibilidade de espaço físico (LOJAN, 1968).

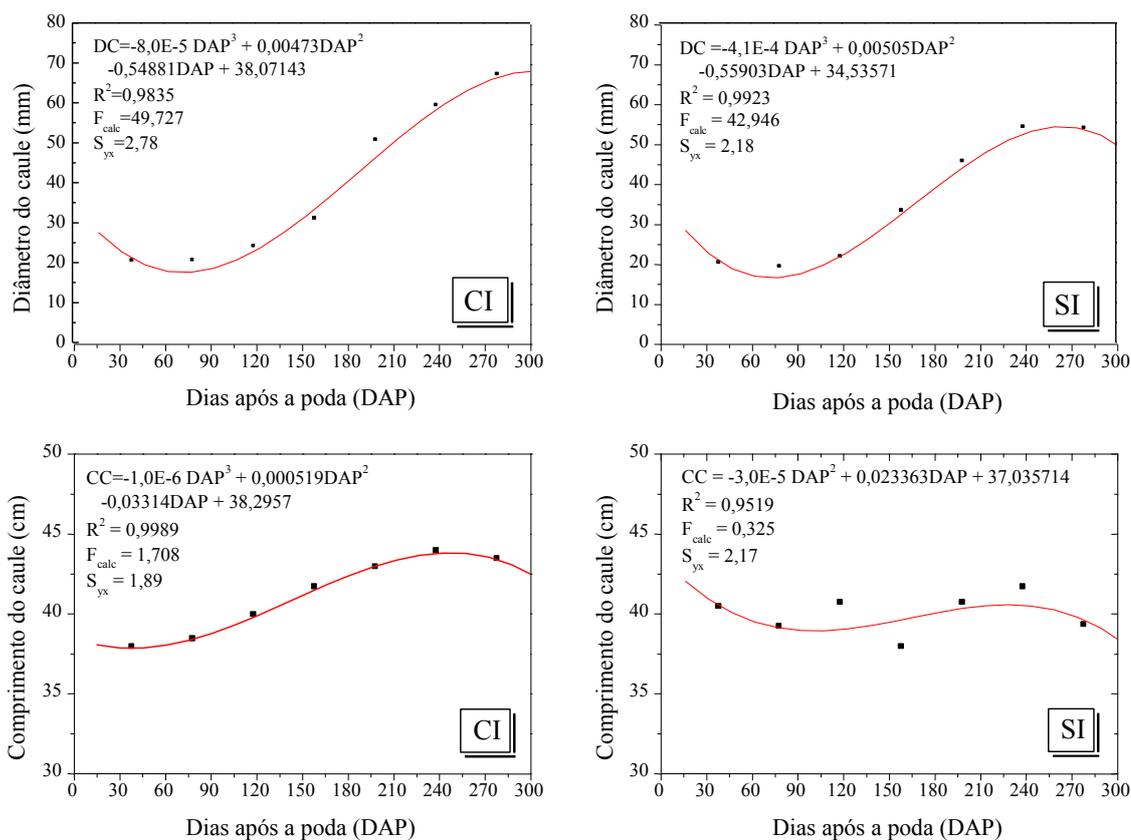


Figura 4. Valores de diâmetro e comprimento do caule da figueira Roxo de Valinhos, cultivada em sistema irrigado (CI) e não irrigado (SI) em Botucatu-SP, 2013.

Esses valores diferem dos encontrados por Silva et al. (2011) que avaliaram o crescimento e a produção da figueira Roxo de Valinhos, cultivada em função da presença ou não de cobertura morta e em sistemas irrigado e não irrigado, observaram que não houve diferença para diâmetro do caule entre as plantas irrigadas e não irrigadas.

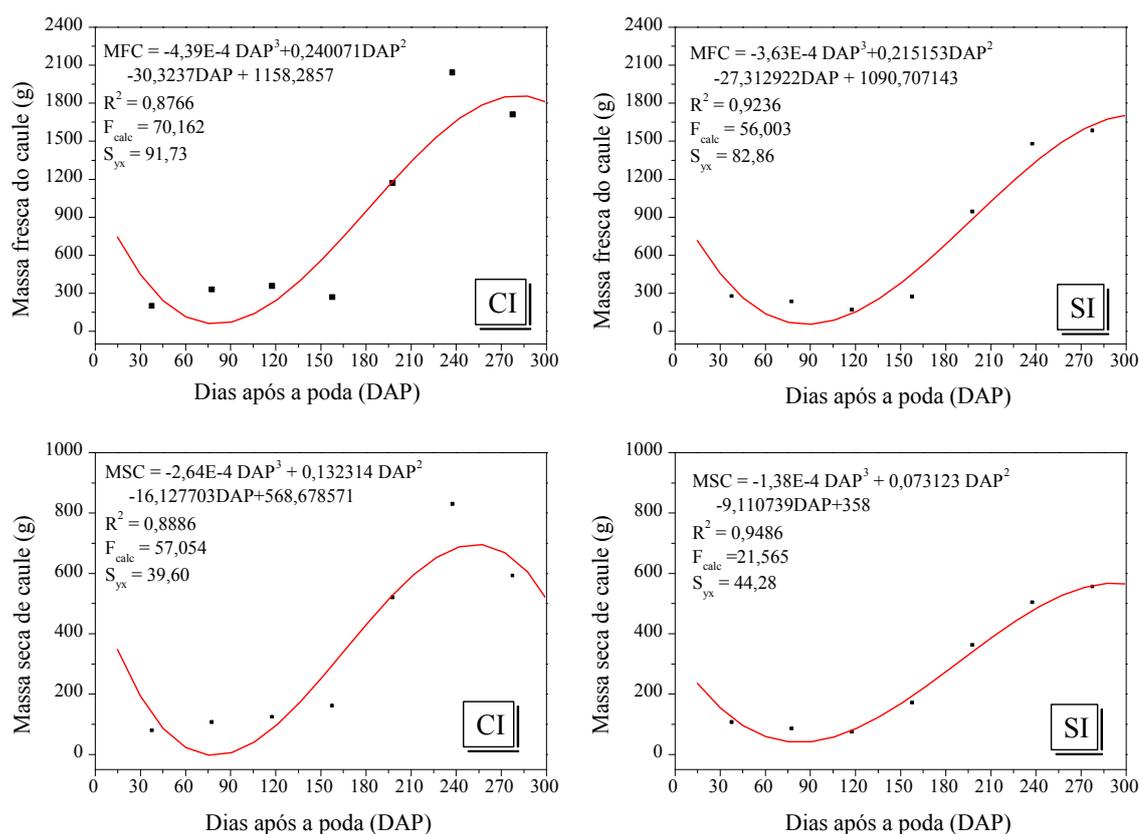


Figura 5. Valores de massa da matéria fresca e massa da matéria seca do caule da figueira Roxo de Valinhos, cultivada em sistema irrigado (CI) e não irrigado (SI) em Botucatu-SP, 2013.

Os atributos de crescimento avaliados para o ramo (comprimento, diâmetro, número de entrenós, massa da matéria fresca e massa da matéria seca), apresentaram valores máximos aos 270 DAP (Figura 6 e 7). O sistema irrigado propiciou médias superiores ao tratamento que não recebeu suplementação hídrica. Essa resposta pode ter ocorrido em função do constante fornecimento de água durante todo o ciclo das plantas. Benincasa (2003), reportam que um dos papéis essenciais da água é a manutenção da turgescência, a qual é fundamental para o crescimento e alongamento celular. Taiz & Zeiger (2004), confirmam essa informação quando relatam que o maior componente do crescimento vegetal é a expansão celular governada pela pressão de turgor.

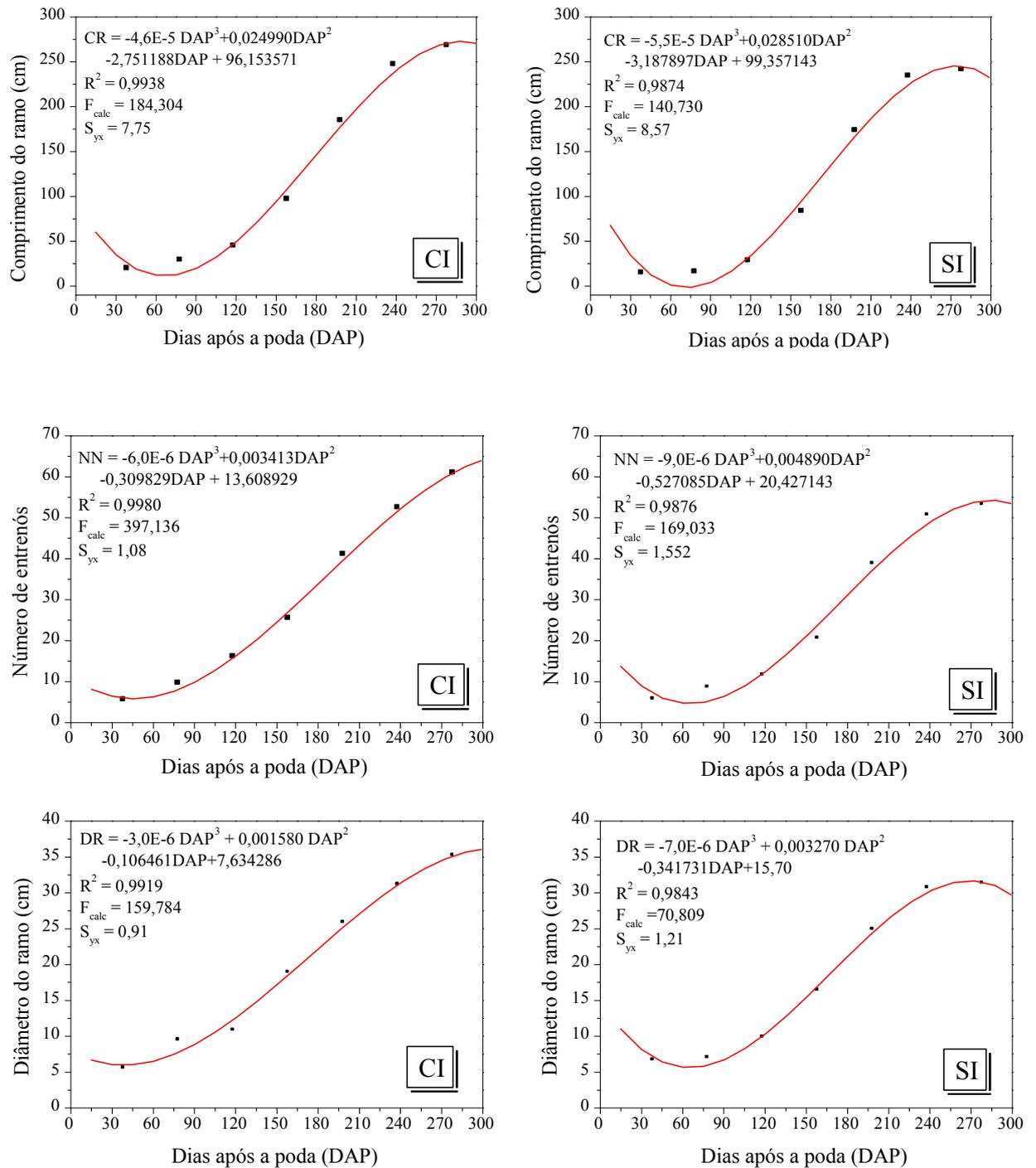


Figura 6. Valores de comprimento, número de entrenós e diâmetro do ramo da figueira Roxo de Valinhos cultivada em sistema irrigado (CI) e não irrigado (SI) em Botucatu-SP, 2013.

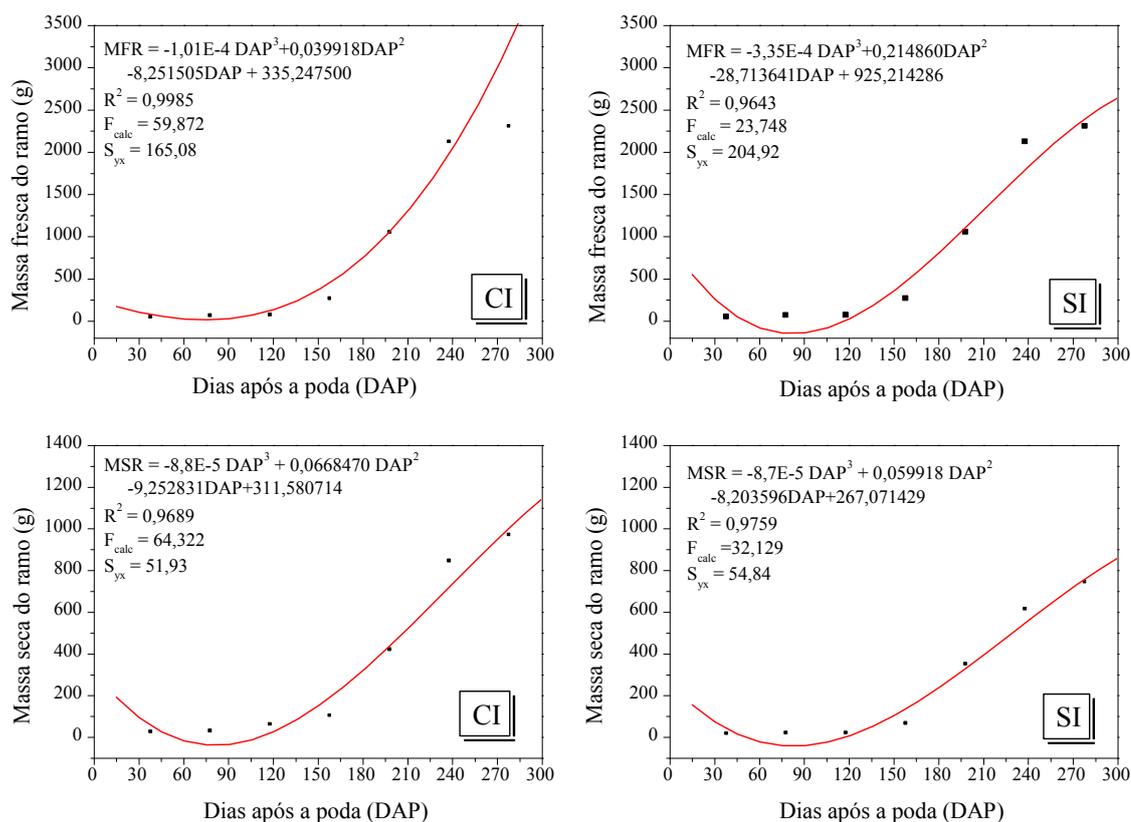


Figura 7. Valores de massa da matéria fresca e massa da matéria seca do ramo da figueira Roxo de Valinhos cultivada em sistema irrigado (CI) e não irrigado (SI) em Botucatu-SP, 2013.

O sistema radicular apresentou comportamento linear para o comprimento, tanto no sistema irrigado, como no sistema não irrigado (figura 8). Por outro lado, o volume, a massa da matéria fresca e a massa da matéria seca de raízes, tiveram comportamento polinomial, atingindo valores máximos aos 240 DAP. As maiores taxas foram constatadas para o tratamento que recebeu suplementação hídrica, principalmente para o volume de raiz que teve valores máximos de (935 cm³), em relação (679,5 cm³) as plantas não irrigadas. Esse resultado evidencia que a disponibilidade de água favorece o aumento do volume de raiz.

Em Botucatu-SP, Silva (2011), avaliando o volume explorado e a profundidade atingida pelo sistema radicular da figueira Roxo de Valinhos submetida a tratamentos com a presença ou ausência de cobertura morta (bagacilho de cana) e o fornecimento ou não de irrigação suplementar, verificou que nos tratamentos que

receberam irrigação, o sistema radicular atingiu maior profundidade e explorou maior volume de solo.

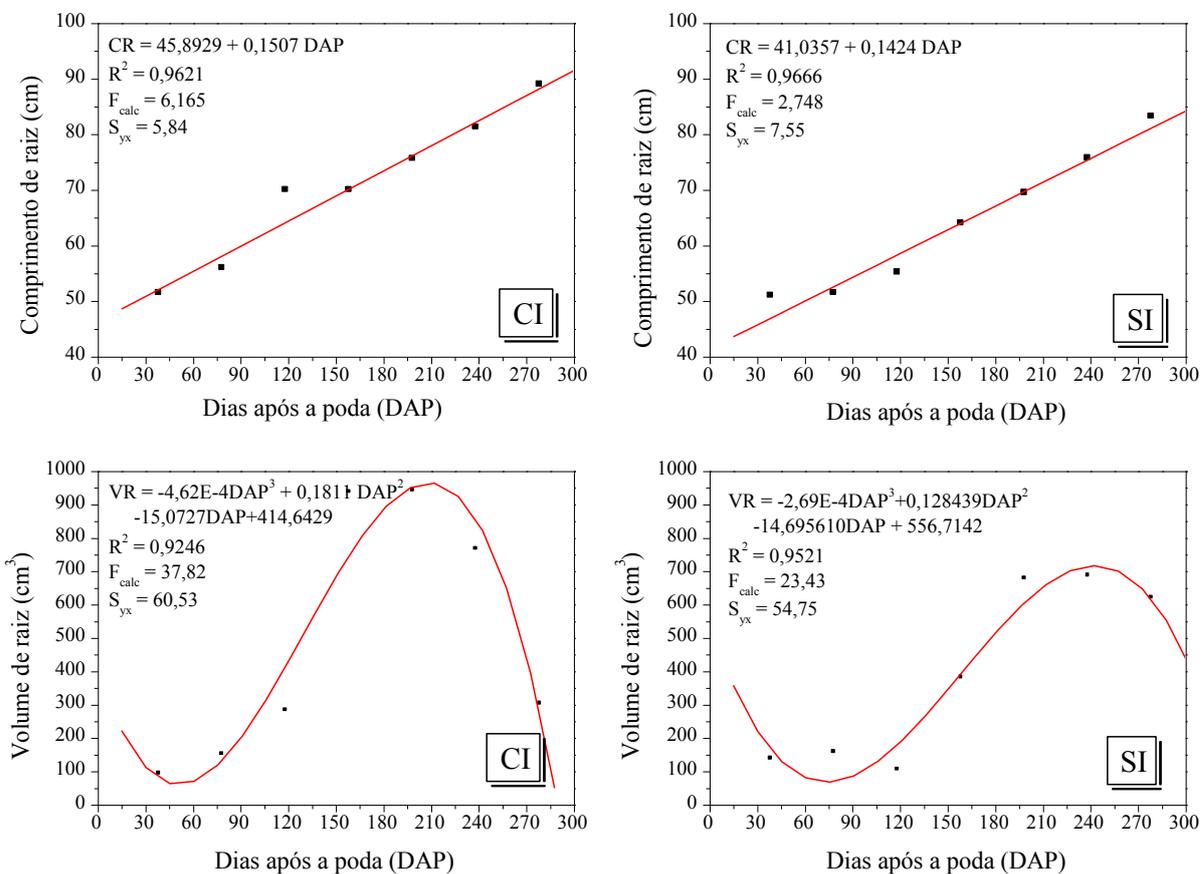


Figura 8. Valores de comprimento e volume de raízes da figueira Roxo de Valinhos cultivada em sistema irrigado (CI) e não irrigado (SI) em Botucatu-SP, 2013.

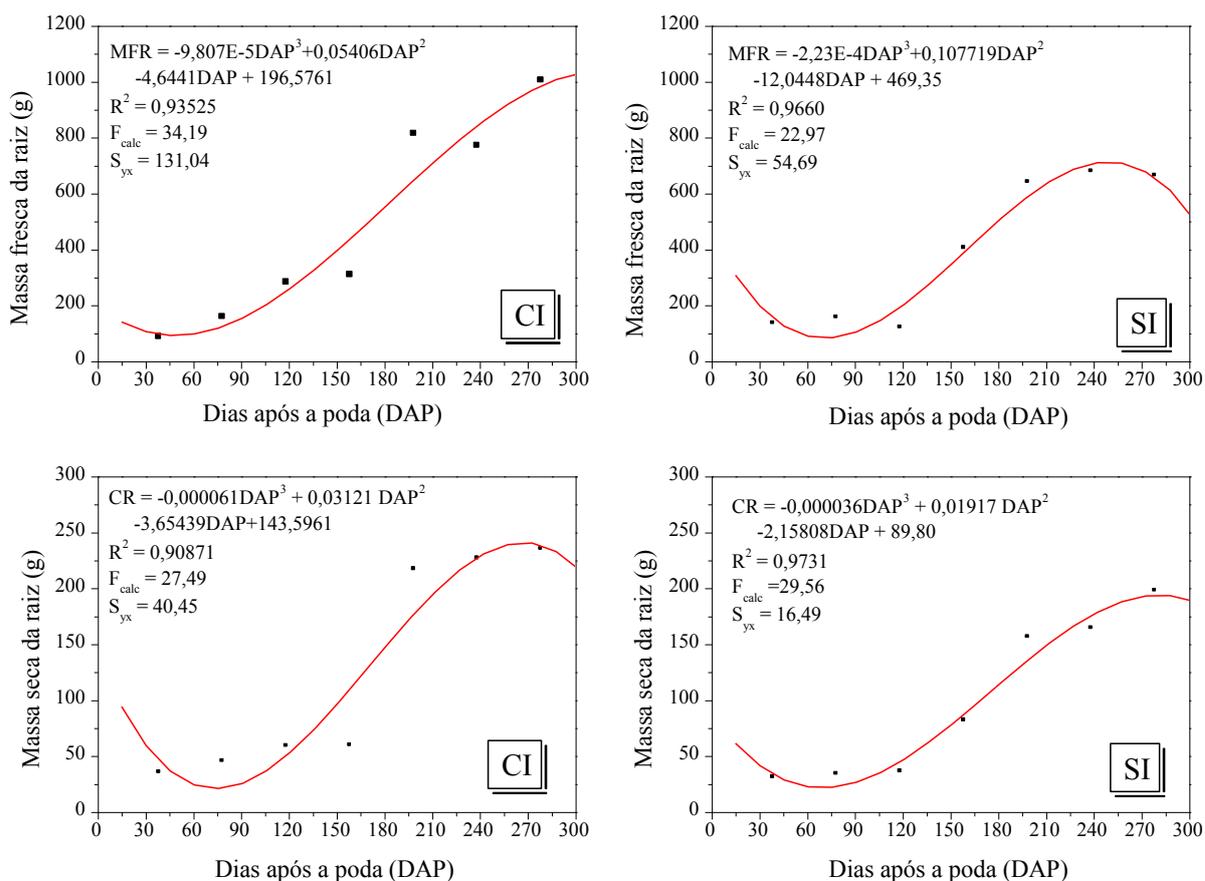


Figura 9. Valores de massa da matéria fresca e massa da matéria seca de raízes da figueira Roxo de Valinhos cultivada em sistema irrigado (CI) e não irrigado (SI) em Botucatu-SP, 2013

Em relação as folhas, nota-se que as maiores médias para os dois tratamentos foram observadas aos 240 DAP e que a suplementação hídrica favoreceu principalmente a área foliar, a qual teve valores superiores aos encontrados para o tratamento que não recebeu água (Figura 10 e 11). No entanto, o número de folhas, massa da matéria fresca e massa da matéria seca apresentaram valores próximos nos dois sistemas.

A importância da área foliar de uma cultura é amplamente conhecida por ser um parâmetro indicativo de produtividade, pois o processo fotossintético depende da interceptação da energia luminosa e a sua conversão em energia química Taiz & Zeiger (2004).

McCree & Fernández (1989) afirmam que a resposta mais proeminente das plantas ao déficit hídrico, consiste no decréscimo da produção da área foliar, do fechamento dos estômatos, da aceleração da senescência e da abscisão das folhas.

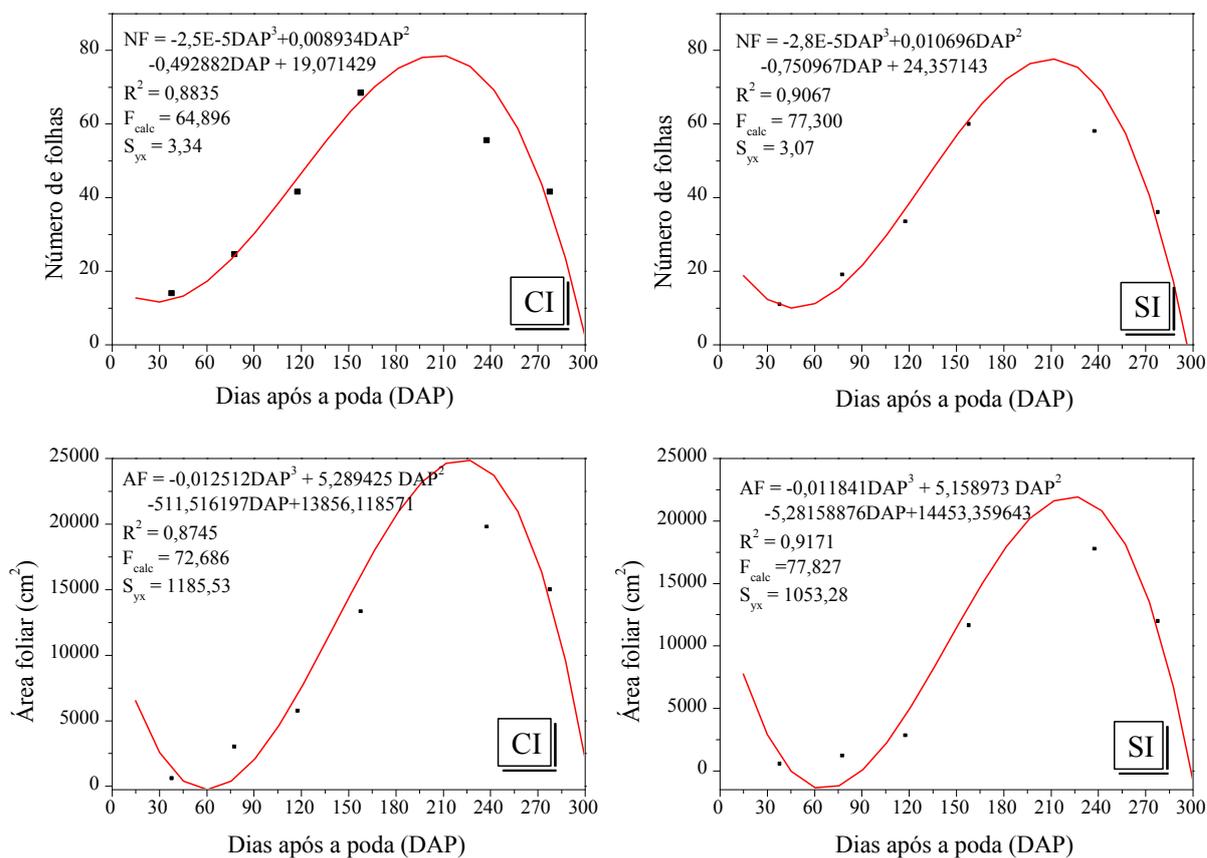


Figura 10. Valores de número de folhas e área foliar da figueira Roxo de Valinhos cultivada em sistema irrigado (CI) e não irrigado (SI) em Botucatu-SP, 2013.

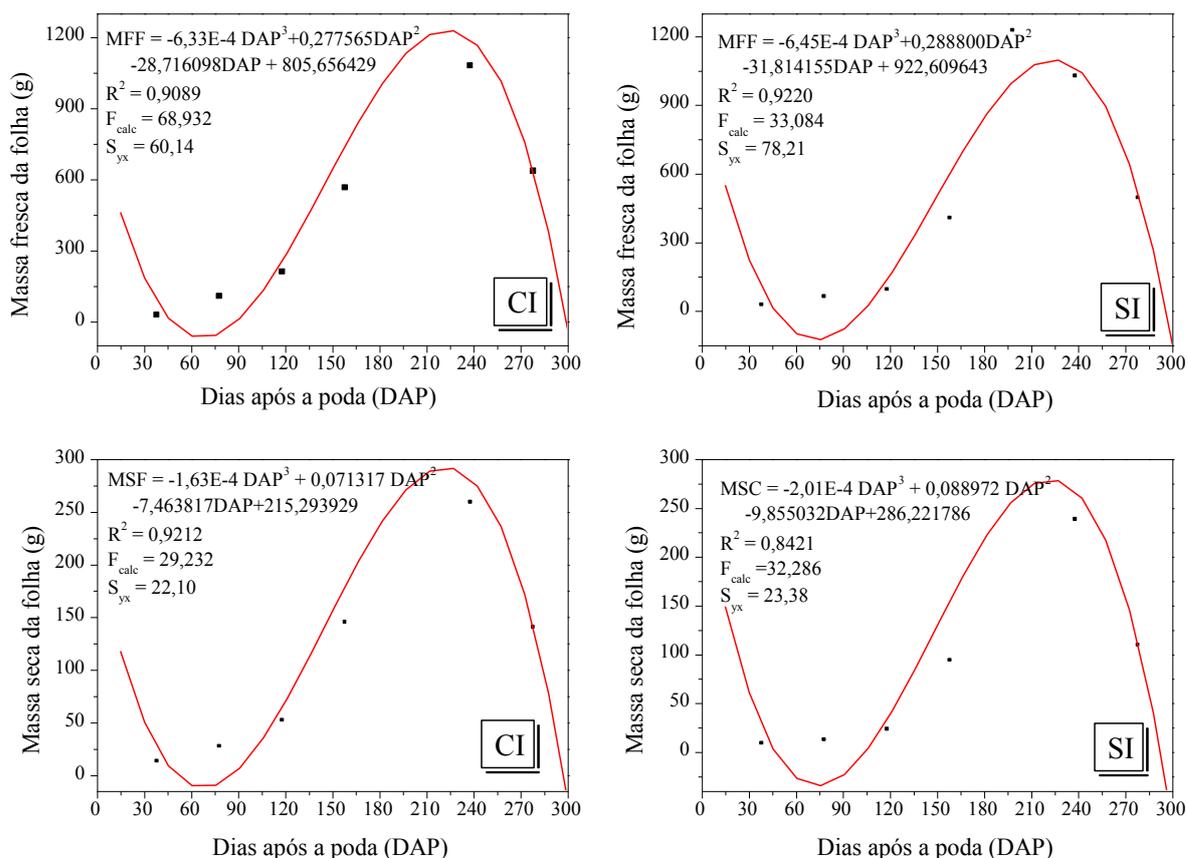


Figura 11. Valores de massa da matéria fresca e massa da matéria seca da figueira Roxo de Valinhos cultivada em sistema irrigado (CI) e não irrigado (SI) em Botucatu-SP, 2013.

Com base na figura 10 e 11 verifica-se ainda que após o máximo crescimento ocorrido aos 240 DAP, houve um decréscimo significativo no número de folhas, em consequência diminuiu também a área foliar, massa da matéria fresca e a massa da matéria seca das folhas, tanto para as plantas irrigadas como para as não irrigadas. Esse decréscimo ocorreu devido à senescência natural das folhas e também porque esse período coincidiu com a máxima produção de frutos, os quais são considerados drenos preferenciais. Os resultados deste trabalho corroboram os resultados encontrados por Silva et al. (2011), que estudando a alocação de fotoassimilados marcados com carbono 13 (^{13}C) e a relação fonte-dreno em figueiras do cultivar Roxo de Valinhos verificaram que nas plantas em que havia frutos e brotações o sinal isotópico foi maior nos frutos, indicando que há uma maior translocação de fotoassimilados para esses órgãos.

Hopkins (1995) explica que a importância relativa dos drenos muda ao longo do ciclo da planta e conforme a distribuição espacial. Durante a fase vegetativa os meristemas apical e radicular são importantes, porém na fase reprodutiva os frutos são os drenos preferenciais.

De modo geral, os valores máximos de crescimento para as raízes, ramos, caule e folhas coincidiram com as maiores médias de temperatura e precipitação pluvial (meses de janeiro, fevereiro e março) (Figura 1B). Esse fato reforça a ideia de que a planta expressa maior potencial de crescimento quando está em condições ideais de temperatura e disponibilidade de água.

3.3.2. Características de produção

Os valores de produção demonstrados na tabela 4 são referentes as coletas 5, 6, 7 e 8, que foram realizadas, respectivamente aos 160, 200, 240 e 280 dias após a poda (DAP).

Os valores para número de frutos, produção e produtividade foram maiores no sistema irrigado na coleta 5. As baixas precipitações ocorridas nos meses que antecederam a frutificação podem ter promovido atraso na formação dos frutos das plantas não irrigadas, o que justifica os valores inferiores encontrados neste sistema. Este fato também evidencia a importância da irrigação para a antecipação do ciclo produtivo da planta. Não houve diferença entre os sistemas na coleta 6 em nenhum dos atributos produtivos avaliados. Entretanto, nas coletas 7 e 8 as médias de peso dos frutos e a produtividade das plantas que receberam suplementação hídrica foram superiores em relação as médias das plantas não irrigadas.

A respeito da influência da irrigação nas características produtivas da figueira Roxo de Valinhos, Silva (2011), constatou que figueiras tratadas com irrigação apresentaram um incremento de 350 kg ha⁻¹ na produtividade total quando comparadas com figueiras que não receberam irrigação.

Leonel e Damatto Júnior (2008) avaliando o efeito de doses de esterco de curral na nutrição e produção da figueira Roxo de Valinhos, verificaram que aos quatro anos de cultivo as figueiras apresentaram uma produtividade de 6,3 t ha⁻¹, resultado superior ao encontrado neste trabalho. A menor produtividade das figueiras avaliadas neste estudo quando comparada ao trabalho realizado pelos autores supracitados foi devido a produção ter ocorrido em plantas de um ano.

Tabela 4. Número de frutos, produção e produtividade total das plantas de figueira Roxo de Valinhos em sistema irrigado (CI) e não irrigado (SI), em Botucatu-SP, 2013.

Sistemas	160 DAP	200 DAP	240 DAP	280 DAP
Número de frutos				
CI	24,00 A	45,25 A	52,25 A	51,25 A
SI	0,50 B	44,00A	51,50 A	53,25 A
CV%	7,45	24,87	34,57	25,88
Produção (g)				
CI	120,30 A	539,25 A	1.655,00 A	2.104,50 A
SI	4,87 B	534,75 A	909,75 B	1.522,00 B
CV%	12,11	26,47	28,60	41,39
Produtividade (kg. ha ⁻¹)				
CI	192,50 A	863,25 A	2.648,25 A	3.367,50 A
SI	7,75 B	855,50 A	1.455,25 B	2.435,50 B
CV%	12,24	26,50	28,62	21,38

Médias seguidas de letras maiúsculas na coluna, não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

3.3.3. Teores de carboidratos totais solúveis em plantas de figueira

Os teores de carboidratos totais para cada órgão da planta estão apresentados na tabela 5. Não houve diferença significativa para os teores de carboidrato entre os sistemas para a maioria das épocas de coleta e órgãos avaliados, com exceção do ramo em que foram observados maiores teores no sistema irrigado, aos 120 DAP. Provavelmente, os teores de carboidratos presentes nos órgãos de reserva das plantas antes da poda e da determinação dos tratamentos (com e sem irrigação), foram suficientes para manter as atividades metabólicas das figueiras que não receberam suplementação hídrica. Estes resultados coincidem com os encontrados por Cruz et al. (2007) que não detectaram diferenças nos teores de amido em limeira ácida ‘Tahiti’ tratadas com diferentes doses de paclobutrazol em plantas irrigadas e plantas submetidas ao estresse hídrico.

Tabela 5. Teores de carboidrato total na massa da matéria seca em (mg.g^{-1}) das raízes, caule, ramos, folhas e frutos das plantas de figueira Roxo de Valinhos em sistema irrigado e não irrigado em Botucatu-SP, 2013.

		Raízes						
		40	80	120	160	200	240	280
CI		41,33 Ab	78,00 Aab	86,67 Aa	89,00 Aa	68,33 Aab	41,30 Ab	59,67 Aab
SI		52,67 Ab	98,67 Aa	70,67 Aab	77,00 Aab	63,67 Aab	53,67 Ab	67,00 Aab
		Caule						
CI		51,66 Abc	47,00 abc	74,67 Aab	80,33 Aa	36,67 Ac	29,33 Ac	42,67 Ac
SI		53,33 Aabc	57,67 Aab	78,33 Aa	63,33 Aab	38,67 Abc	27,00 Ac	47,33 Abc
		Ramo						
CI		61,33 Aab	81,00 Aab	96,33 Aa	62,66 Aabc	54,33 Abc	32,67 Ac	48,00 Abc
SI		73,67 Aa	93,00 Aa	63,33 Bab	82,33 Aa	64,67 Aab	29,67 Ab	64,33 Aab
		Folha						
CI		61,33 Ac	81,00 Aabc	111,0 Aab	108,33 Aab	120,33 Aa	73,00 Abc	69,00 Abc
SI		73,67 Aab	93,00 Aab	101,33 Aab	93,33 Aab	115,00 Aa	62,67 Ab	68,33 Ab
		Fruto						
CI		*nd	nd	nd	124,00 Ab	281,33 Aab	323,33 Aa	280,33 Aab
SI		nd	nd	nd	11,00 Bb	290,33 Aa	325,33 Aa	271,00 Aab

Médias seguidas de letras minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. *nd: não determinado

Em todos os órgãos foram evidenciados maiores teores de carboidratos totais aos 120 e 160 DAP nos dois regimes hídricos (Tabela 5). Esse aumento pode ser devido a elevada temperatura do ar constatada nesse mesmo período (Setembro e outubro de 2011) (Figura 1A). Além disso, as figueiras se encontravam em pleno processo de crescimento, tanto no sistema irrigado como no sistema não irrigado (Figuras 2, 3, 4 e 5). A temperatura é um dos eventos climáticos que está diretamente ligado com a mobilização de carboidratos presentes nos órgãos lenhosos da planta (HETER et al., 2001). Rodrigues et al. (2006) informam que a temperatura é um fator climático importante na adaptação de plantas frutíferas de clima temperado. Larcher (2000) reporta ainda que, a intensidade de mobilização dos carboidratos influencia o crescimento do ramo, o florescimento e a produção de frutos.

Os resultados deste trabalho estão de acordo com os verificados por Corsato et al. (2008), que avaliando a variação de carboidratos em raiz e ramo de caquizeiro da variedade Rama Forte, observaram maiores teores de carboidratos solúveis totais nas raízes e ramos durante os meses de setembro e outubro. Ainda relacionado ao mesmo trabalho, os autores apresentaram dados climáticos, os quais evidenciaram elevadas temperaturas nos meses supracitados.

Rodrigues et al. (2006), ao estudarem as mudanças nos teores de amido e açúcares solúveis totais em gemas de duas cultivares de pereira no período de

fevereiro a setembro, constatarem maiores teores de açúcares solúveis totais em setembro. Os autores explicam que os elevados teores de açúcares totais nesse período ocorreram devido ao processo de degradação do amido em carboidratos solúveis (sorbitol, sacarose, glicose e frutose), os quais foram translocados da base da gema para desenvolver a estrutura floral.

É válido enfatizar que para os dois regimes hídricos a maioria dos órgãos vegetais avaliados apresentou comportamento crescente para os teores de carboidrato total até os 160 DAP, evidenciando intensa partição dos carboidratos para os órgãos em crescimento. Entretanto, nos frutos notou-se que o aumento de carboidratos totais foi crescente até os 240 DAP, sendo o órgão que mais exportou carboidrato nesse período, indicando uma possível translocação das reservas presentes nas folhas maduras (fontes) para os frutos (drenos). Essa informação pode ser confirmada quando se analisa os teores de carboidrato foliar os quais decrescem ao mesmo tempo em que os teores nos frutos aumentam. Assim, Dantas et al. (2007) afirmam que as folhas maduras são fotossinteticamente ativas, sendo a produção de carboidratos nesses órgãos vegetais maior que a necessidade para sua manutenção e crescimento. Portanto, o excedente é translocado para os órgãos com pouca ou nenhuma atividade fotossintética, como folhas jovens, ramos, brotações, flores e frutos.

O acúmulo de carboidrato total variou entre os órgãos vegetais durante o período de cultivo, sendo crescente para a maioria dos órgãos em ambos os regimes hídricos avaliados (Tabela 6). As plantas que receberam suplementação hídrica acumularam mais matéria seca, o que pode ser resultado de maior assimilação de CO₂ e conversão do mesmo em fotoassimilados.

Aos 280 dias após a poda, final do experimento, os frutos do sistema irrigado foram os órgãos que acumularam mais carboidratos, seguidos dos ramos, caule, raiz e folhas.

Tabela 6. Valores de massa da matéria seca e do carboidrato (mg.kg^{-1}) acumulado ao longo de 280 dias após a poda das plantas de Figueira Roxo de Valinhos em sistema irrigado e não irrigado em Botucatu-SP, 2013.

DAP	Raízes		Carboidrato total (mg.kg^{-1})	
	Massa da matéria seca (g)		CI	SI
	CI	SI	CI	SI
40	59,00	32,33	2,51	1,90
80	38,67	30,67	3,04	3,36
120	38,67	31,67	3,39	2,41
160	59,33	80,33	5,30	6,60
200	218,67	148,00	14,56	9,48
240	224,33	163,33	9,11	8,62
280	224,00	178,33	13,52	12,3
	Caule			
40	65,67	103,00	3,46	5,53
80	87,33	72,67	4,16	4,11
120	111,67	60,33	8,44	4,80
160	155,00	162,00	12,63	9,93
200	456,00	267,00	17,21	10,06
240	834,67	479,00	24,41	12,97
280	592,67	484,67	25,55	21,89
	Ramo			
40	11,67	1,67	0,73	0,10
80	14,67	3,33	1,19	0,33
120	44,67	5,67	4,53	0,41
160	93,67	56,00	5,82	4,81
200	355,00	310,33	20,08	20,14
240	777,00	484,33	24,94	14,12
280	1053,00	703,67	49,62	45,02
	Folha			
40	11,67	4,67	0,73	0,31
80	25,33	11,00	2,04	0,88
120	47,00	22,00	5,30	2,17
160	145,00	106,00	15,74	9,75
200	292,33	361,00	34,95	41,96
240	247,33	224,00	17,86	13,73
280	128,67	99,67	8,98	6,73
	Fruto			
160	15,33	0,66	1,86	0,007
200	90,33	75,00	24,48	19,53
240	198,00	96,66	64,11	26,72
280	253,67	126,00	75,20	22,93

O acúmulo de carboidrato total seguiu o mesmo padrão da massa da matéria seca, a qual foi melhor representada pelo modelo polinomial cúbico (Tabela 7).

Tabela 7. Equações de regressão do carboidrato (mg.kg^{-1}) acumulado ao longo de 280 dias após a poda das plantas de Figueira Roxo de Valinhos.

Órgão	Com Irrigação	R ²	P
Raiz	$Y = 6,25714 - 0,13922 \text{ DAP} + 0,00134 \text{ DAP}^2 - 2,70399 \text{ E}^{-6} \text{ DAP}^3$	0,77493	0,16849
Caule	$Y = 6,63 - 0,13601 \text{ DAP} + 0,00157 \text{ DAP}^2 - 3,00781 \text{ E}^{-6} \text{ DAP}^3$	0,99253	0,00109
Ramo	$Y = -2,18571 + 0,09211 \text{ DAP} - 8,47321 \text{ E}^{-4} \text{ DAP}^2 + 4,16233 \text{ E}^{-6} \text{ DAP}^3$	0,97904	0,00512
Folha	$Y = 17,84857 - 0,66111 \text{ DAP} + 0,00675 \text{ DAP}^2 - 1,61545 \text{ E}^{-5} \text{ DAP}^3$	0,83374	0,10916
Sem Irrigação			
Raiz	$Y = 2,61714 - 0,03265 \text{ DAP} + 4,68527 \text{ E}^{-4} \text{ DAP}^2 - 8,37674 \text{ E}^{-7} \text{ DAP}^3$	0,91458	0,04128
Caule	$Y = 4,90714 + 0,0024 \text{ DAP} - 7,38095 \text{ E}^{-5} \text{ DAP}^2 + 9,72222 \text{ E}^{-7} \text{ DAP}^3$	0,94666	0,02057
Ramo	$Y = -4,60429 + 0,1426 \text{ DAP} - 0,0013 \text{ DAP}^2 + 4,94792 \text{ E}^{-6} \text{ DAP}^3$	0,89543	0,05557
Folha	$Y = 25,44714 - 0,91605 \text{ DAP} + 0,00862 \text{ DAP}^2 - 2,00608 \text{ E}^{-5} \text{ DAP}^3$	0,65101	0,31069

3.4. CONCLUSÕES

A suplementação hídrica promoveu maior crescimento e aumentou a produtividade em 27,68%, o que corresponde a 932 kg.ha^{-1} de frutos a mais em relação ao sistema não irrigado.

Os maiores teores de carboidratos em todos os órgãos avaliados foram observados aos 120 e 160 dias após a poda, coincidindo com o início da frutificação, sendo os frutos os órgãos que apresentaram os maiores teores de carboidratos totais.

O acúmulo de carboidratos totais aos 280 dias após a poda foram maiores nos frutos no sistema irrigado apresentando $75,20 \text{ mg.kg}^{-1}$.

4. Capítulo II – MARCHA DE ABSORÇÃO DE NUTRIENTES PARA A FIGUEIRA ROXO DE VALINHOS CULTIVADA SEM E COM IRRIGAÇÃO COMPLEMENTAR

4.1. INTRODUÇÃO

O Brasil é o segundo maior exportador de figo fresco do mundo, perdendo apenas para a Turquia. Entretanto, a produção de figo tanto para o consumo interno como para exportação é dependente de uma única variedade, a Roxo de Valinhos. A variedade Roxo de Valinhos, figueira do tipo Comum é conhecida pelo seu alto vigor e rusticidade, além de apresentar boa adaptação a diversos ambientes, tolera podas drásticas (BOLIANI & CORRÊA, 1999).

A poda drástica, prática necessária para a cultura da figueira cultivada no Brasil é realizada com objetivo principal de eliminar ramos atacados por broca e folhas acometidas por ferrugem (PENTEADO, 1997). No entanto, com a remoção quase que total dos ramos no ato da poda, uma grande quantidade de nutrientes é exportada da área de cultivo. Sendo assim, os nutrientes exportados devem ser repostos na quantidade ideal de modo a atender a demanda nutricional da cultura.

No que tange ao manejo nutricional da figueira, as recomendações de adubação durante o período de implantação e formação das plantas têm sido preconizadas exclusivamente a partir de interpretações de análise de solo. E mesmo a análise do estado nutricional da planta, através da diagnose foliar, embora seja uma ferramenta de grande valia para culturas perenes, ainda é incipiente no caso da ficicultura (BRIZOLA, 2003).

A marcha de absorção de nutrientes se refere à dinâmica de acúmulo desses nutrientes na massa seca do vegetal ao longo do tempo de cultivo (PRADO & NASCIMENTO, 2003). Augostinho et al. (2008) enfatizam que o conhecimento da quantidade de nutrientes acumulados na planta, em cada estágio de desenvolvimento, fornece subsídios para auxiliar a elaboração de um programa para adubação da cultura.

Para Malavolta (1997), a absorção dos nutrientes pela planta é influenciada pela fase de desenvolvimento da cultura, intensificando-se no florescimento, na formação e no crescimento dos frutos ou órgão que será colhido. Neste contexto o autor mencionado enaltece a importância de se conhecer além da quantidade de nutrientes absorvidos, os teores destes nos diferentes estágios de desenvolvimento do vegetal.

O acúmulo de nutrientes pelas plantas é função de características genótípicas de cada espécie, da fase de desenvolvimento da cultura, bem como dos fatores externos que condicionam a absorção de nutrientes pelas plantas, principalmente a água (ROZANE, 2008).

Nesse sentido, com a intenção de ampliar as informações a respeito da demanda nutricional da figueira, alguns trabalhos de extração de nutrientes a partir de ramos, folhas e frutos foram realizados (BRIZOLA, 2004; LEONEL & TECHIO, 2009). No entanto, estudos referentes à determinação da curva de absorção de nutrientes para figueiras cultivadas em condição de campo, ainda são escassos.

Leonel & Brizola (2011) enfatizam que o manejo da poda drástica praticada na cultura da figueira dificulta a calibração das dosagens de nutrientes a serem ministrados para essa planta, porque é possível determinar as quantidades de tais nutrientes exportados pela produção, mas é mais difícil avaliar as necessidades para o crescimento anual dos ramos, brotações, raízes e para a emissão de novas folhas.

Considerando a grande quantidade de nutrientes removidos durante a poda nas diferentes condições de cultivos e a necessidade de reposição de nutrientes em quantidades e nos estágios fenológicos oportunos, este trabalho teve o objetivo de avaliar os teores acúmulo de nutrientes para a figueira Roxo de Valinhos cultivada sem e com irrigação suplementar.

4.2. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido na área experimental do pomar do Departamento de Horticultura da Faculdade de Ciências Agrônômicas, FCA/UNESP, Campus de Botucatu-SP. As coordenadas geográficas locais são: 22° 52' 47" latitude S, 48° 25' 12" longitude W e altitude de 810 m. O tipo climático predominante no local, baseado no sistema Internacional de Köppen, está incluído no tipo Cfa, caracterizado como temperado quente (mesotérmico) com chuvas no verão e seca no inverno, precipitação e temperatura média anual de 1530 mm e 21°C, respectivamente (CUNHA et al., 1999). O solo da área foi classificado como Nitossolo Vermelho (EMBRAPA, 2006). Os resultados das análises químicas do solo ao longo do experimento estão apresentados na Tabela 8. Foram realizadas 4 coletas de solo durante a execução do experimento, sendo a primeira antes do transplântio, a segunda antes da poda de formação (180 dias após o transplântio) e as duas últimas coletas foram realizadas, respectivamente aos 310 e 430 dias após o transplântio. Em cada coleta foram retiradas da área experimental dez amostras simples nas profundidades de 0-20 e 20-40 cm, constituindo assim duas amostras compostas para cada profundidade.

Tabela 8. Caracterização química do solo antes e durante o experimento

Análise química do solo realizada antes do transplântio										
Amostra (cm)	pH CaCl ₂	M.O. g/dm ³	Al ³⁺ -----	H+Al	K mmol/dm ³	Ca	Mg	SB	CTC	V%
0-20	5,5	40	0	24	2,0	28	11	41	65	64
20-40	5,1	40	0	29	2,8	29	10	42	71	59
	P _{resina} -----	Enxofre	Boro	Cobre	Ferro	Manganês	Zinco			
	----- mg/dm ³ -----									
0-20	17	3,0	0,22	7,8	77	30,2	1,5			
20-40	14	3,0	0,19	7,3	61	25,1	1,1			

Análise química do solo realizada aos 180 dias após o transplântio										
Amostra (cm)	pH CaCl ₂	M.O. g/dm ³	Al ³⁺ -----	H+Al	K mmol/dm ³	Ca	Mg	SB	CTC	V%
0-20	5,1	24	0	30	5,0	24	11	40	69	57
20-40	5,0	23	0	33	5,0	21	11	37	70	53
	P _{resina} -----	Enxofre	Boro	Cobre	Ferro	Manganês	Zinco			
	----- mg/dm ³ -----									
0-20	25	0,0	0,18	5,5	54	34,4	1,6			
20-40	13	0,0	0,17	5,9	53	33,1	1,2			

Análise química do solo realizada aos 310 dias após o transplântio										
Amostra (cm)	pH CaCl ₂	M.O. g/dm ³	Al ³⁺ -----	H+Al	K mmol/dm ³	Ca	Mg	SB	CTC	V%
0-20	5,0	21	0	32	2,5	22	9	33	65	51
20-40	4,9	19	0	31	1,8	20	8	29	60	49
	P _{resina} -----	Enxofre	Boro	Cobre	Ferro	Manganês	Zinco			
	----- mg/dm ³ -----									
0-20	20	0,0	0,15	5,8	41	30,5	1,8			
20-40	10	0,0	0,15	4,9	30	20,2	1,2			

Análise química do solo realizada aos 430 dias após o transplântio										
Amostra (cm)	pH CaCl ₂	M.O. g/dm ³	Al ³⁺ -----	H+Al	K mmol/dm ³	Ca	Mg	SB	CTC	V%
0-20	5,4	32	0	13	2,7	17	9	28	42	52
20-40	5,1	13	0	15	0,8	13	7	21	35	58
	P _{resina} -----	Enxofre	Boro	Cobre	Ferro	Manganês	Zinco			
	----- mg/dm ³ -----									
0-20	13	4	0,22	2,5	17	11,7	9,8			
20-40	5	3	0,16	0,6	14	11,0	0,6			

Fonte: Laboratório de Fertilidade do Solo. DSC-FCA.

Os dados de precipitação pluvial e temperaturas mínimas, médias e máximas diários foram fornecidos pelo Posto Meteorológico do Departamento de Recursos Naturais da referida Faculdade de Ciências Agrônômicas/UNESP. Os dados climáticos estão apresentados na Figura 12.

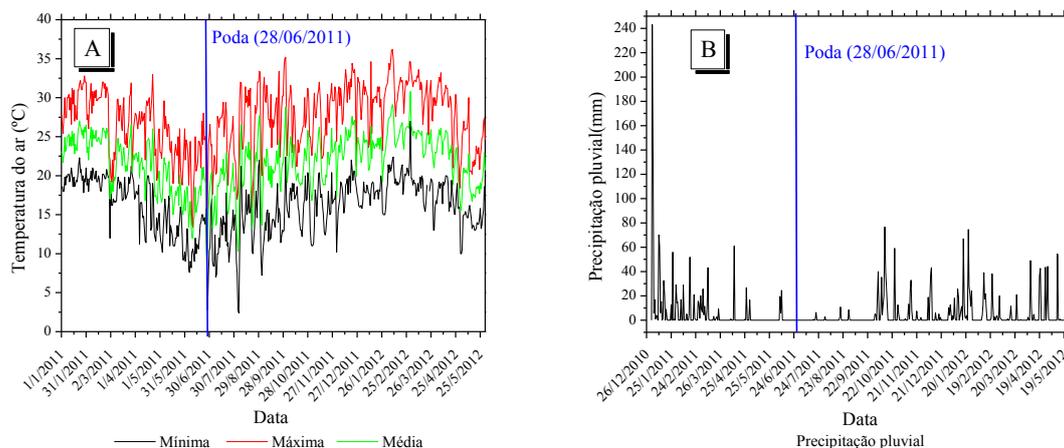


Figura 12. Valores mensais de temperatura do ar (A), precipitação pluvial (B), entre 01/01/2011 e 25/05/2012, Botucatu-SP.

O transplântio das mudas de figueira Roxo de Valinhos foi realizado em dezembro de 2010, adotando um espaçamento de 2,5 m entre linhas e 2,5 m entre plantas. As mudas com 30 cm de altura foram transplantadas em sulcos de 50 cm de profundidade, os quais foram previamente adubados com 1 L de esterco de curral, 0,5 Kg de calcário, 0,5 Kg de termofosfato magnésiano, contendo 0,1% de boro e 0,25% de zinco. As adubações de cobertura foram realizadas com base na recomendação de Campo Dall’Orto et al. (1996), que preconizam a aplicação dos fertilizantes de acordo com os resultados da análise química do solo e da idade da planta. Assim, no ano de 2011 e no início de 2012 cada planta foi adubada com 45g de uréia e 35g de cloreto de potássio. As adubações foram realizadas a cada dois meses.

As plantas de figueira foram podadas em 28 de junho de 2011 com a finalidade de proporcioná-las a conformação de três ramos produtivos no primeiro ano. Ainda foram realizadas desbrotas sempre que necessário.

Para o tratamento fitossanitário foram utilizados produtos à base de cobre para controle da ferrugem causada pelo fungo (*Cerotelium fici*). As aplicações com fungicidas Tebuconazole (Folicur®) e Tiofanato metílico (Cercobin®) foram realizadas sempre que necessárias.

O controle de plantas daninhas foi feito através de roçadas mecânicas periódicas e o coroamento das plantas foi realizado através de capina manual.

As curvas de retenção de água no solo foram obtidas experimentalmente (Tabela 9), com coletas de amostras de solo em anéis volumétricos e

posterior obtenção através do método das placas porosas de Richards dos valores de potencial matricial e umidade do solo. Com os valores da densidade do solo (1,4822 g cm⁻³ de 0 a 20cm; 1,3593 g cm⁻³ de 20 a 40cm) de amostras indeformadas foram obtidos os níveis de umidade volumétrica para as respectivas amostras.

Tabela 9. Umidade volumétrica (cm³ cm⁻³) em diferentes potenciais de água no solo e profundidades

Potencial (kPa)	Profundidade (m)	
	0 - 0,20	0,20 - 0,40
10	0,2979	0,3296
30	0,2599	0,2745
50	0,2407	0,2690
300	0,2056	0,2272
500	0,1986	0,2258
1500	0,1928	0,2214

Segundo Silva (2011), entre os mais variados modelos experimentais que podem ser ajustados nessa correlação, Reichardt & Timm (2004) destacaram o de Van Genuchten (1980), baseado em parâmetros ajustados pelo método da minimização dos quadrados dos desvios. Essa equação é explicitada em termos de θ (ψ). Para este trabalho, as equações 1 e 2 foram ajustadas empregando a ferramenta de otimização Solver do Excel e apresentaram coeficientes de determinação (r^2) de 0,9974 e 0,9930, para as profundidades de 0-20cm e 20-40cm, respectivamente. O sistema de irrigação adotado foi o de gotejo, com dois emissores com vazão de 1,5 L h⁻¹ por planta. O manejo foi baseado na permanência do potencial matricial do solo entre a capacidade de campo e o valor máximo de 60 kPa, monitorados por tensiômetros.

$$\theta_{-0} = 1,169 + \frac{0,437}{\left[1 + 2,8111\psi_{-0}^{1,363}\right]^{0,2663}} \quad (01)$$

$$\theta_{-0} = 1,210 + \frac{0,641}{\left[1 + 2,77\psi_{-0}^{1,5044}\right]^{0,3353}} \quad (02)$$

O manejo da irrigação foi realizado através da técnica da tensiometria, com baterias de dois tensiômetros de mercúrio instalados em cada tratamento, em parcelas tomadas aleatoriamente. O primeiro tensiômetro, instalado a 20 cm de profundidade (em relação ao centro da cápsula porosa de 6 cm de comprimento), foi

considerado como de decisão, pois com base nessas leituras foram realizadas as irrigações. O segundo tensiômetro foi considerado tensiômetro de controle e instalado a 40 cm de profundidade (em relação ao centro da cápsula porosa), para controle da lâmina aplicada.

O tensiômetro apresenta funcionamento confiável até o intervalo de -80 kPa (KLAR, 1988), com as variações das leituras aumentam quando o potencial fica mais negativo. As leituras dos tensiômetros foram realizadas a cada dois dias e os valores da ascensão das colunas de mercúrio foram aplicados na equação 3 para obtenção do potencial matricial.

$$\varphi_{m} = - 2,6h_1 + l_2 + l_3 \quad (03)$$

em que: h_1 é a altura da coluna de mercúrio; h_2 é a altura da cuba em relação ao nível solo (20 cm); h_3 a profundidade de instalação do tensiômetro (20 e 40 cm).

O manejo baseou-se na permanência do potencial matricial do solo próxima a -30 kPa e/ou umidade volumétrica igual a $0,2988 \text{ cm}^3_{\text{água}} \text{ cm}^{-3}_{\text{solo}}$. Com os valores de ψ_m verificados nas leituras, encontrou-se os respectivos níveis de umidade volumétrica e pela diferença entre as duas, verificou-se a necessidade de reposição dos volumes de água, respectivamente. Para tanto, o volume de água aplicado dependia ainda do volume explorado pelo sistema radicular da planta, que neste caso, foi monitorado pela coleta dos sistemas radiculares para as avaliações destrutivas da análise de crescimento, que neste caso, apresentou medidas de comprimentos equatoriais e longitudinais tendo como referência o caule da planta e a profundidade atingida.

Os dados da distribuição das precipitações pluviométricas e as lâminas de irrigação que foram aplicadas durante o período experimental estão apresentados na Tabela 10.

Tabela 10. Valores das precipitações pluviométricas e lâminas de irrigação

Mês	Precipitação mm	Lâmina irrigada mm		Lâmina recebida mm	
		CI	SI	CI	SI
Jan/11	712,25	-	-	712,25	712,25
Fev/11	188,13	-	-	188,13	188,13
Mar/11	163,50	-	-	163,50	163,50
Abr/11	126,50	-	-	126,50	126,50
Mai/11	16,50	-	-	16,50	16,50
Jun/11	49,90	-	-	49,90	49,90
Jul/11	7,00	16,34	-	23,34	7,00
Ago/11	24,75	14,8	-	39,55	24,75
Set/11	0,00	11,98	-	11,98	0,00
Out/11	359,58	47,85	-	407,43	359,58
Nov/11	102,50	18,06	-	120,56	102,50
Dez/11	143,38	25,27	-	168,65	143,38
Jan/12	357,25	23,28	-	380,53	357,25
Fev/12	166,75	32,99	-	199,74	166,75
Mar/12	58,88	21,93	-	80,81	58,88
Total	2476,85	212,5	-	2689,35	2476,85

Foram feitas oito coletas entre os meses de junho de 2011 e abril de 2012 (28/06; 07/08; 17/09; 25/10; 04/12/11 e 13/01; 24/02; 03/04/2012). A primeira coleta foi realizada antes da poda, a fim de caracterizar as plantas antes da aplicação dos tratamentos. Em cada coleta foram retiradas do solo oito plantas com auxílio de uma retroescavadeira, sendo quatro plantas cultivadas com irrigação e quatro plantas cultivadas sem irrigação, totalizando 64 plantas arrancadas ao final do experimento. O intervalo entre as coletas foi de 40 dias, a partir da poda de formação que foi realizada em 28 de junho de 2011. Por tanto, as coletas foram realizadas aos 40, 80, 120, 160, 200, 240 e 280 dias após a poda (DAP).

Após as coletas, as plantas foram levadas para o laboratório de fruticultura do Departamento de Produção Vegetal\FCA\UNESP. Em seguida, as plantas foram seccionadas nas seguintes partes: raiz, caule, ramos, folhas e frutos. Cada parte da planta foi devidamente lavada, utilizando água e detergente, finalizando a lavagem com água destilada, em seguida o material vegetal foi acondicionado em sacos de papel e secos em estufa de ar com circulação forçada à temperatura de 65°C, por 72 horas, sendo posteriormente pesadas para a obtenção da massa da matéria seca e moídas em moinho tipo Willey.

Em seguida as amostras foram levadas para o Laboratório do Departamento de Recursos Naturais/Ciências do Solo/FCA/UNESP, onde foram determinados os teores de macro e micronutrientes. O N total foi extraído por digestão sulfúrica e determinado pelo método micro-Kjeldahl, o P, K, Ca, Mg, S, Cu, Fe, Mn e Zn foram extraídos por digestão nitroperclórica, sendo que o P e o S foram determinados por espectrofotometria com o método azul de molibdênio e turbidimetria, respectivamente (MALAVOLTA et al., 1997). O teor foliar de B foi feito por incineração a 500°C e determinado com reagente colorimétrico Azometina-H, no comprimento de onda de 420 nm (MALAVOLTA et al., 1997). O acúmulo de nutrientes foi obtido através da multiplicação dos teores de nutrientes pela massa seca de cada órgão (raiz, caule, ramo, folhas e frutos).

Para a análise dos teores nutricionais da folha diagnose, a coleta das folhas foi feita de acordo com a metodologia descrita por Malavolta et al. (1997). Para isso, foram coletadas de plantas sem frutos, folhas completamente expandidas e expostas ao sol no período da primavera (florescimento da figueira).

O delineamento adotado foi o de parcelas subdivididas no tempo com o fator principal arranjado em blocos casualizados, com quatro repetições. A parcela principal foi o uso ou não da irrigação suplementar e as subparcelas foram as oito coletas.

Quando significativas, as regressões (com variável independente como o tempo de avaliação – DAP) foram ajustadas pelo pacote estatístico Sisvar e as representações gráficas realizadas no programa Origin 6.0. As diferenças entre médias foram submetidos à análise de variância, pelo teste F e comparadas pelo teste de Tukey, a 5 % de significância, com auxílio do programa Sisvar (PIMENTEL GOMES, 2009).

4.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.3.1. Teores nutricionais nos diferentes órgãos da figueira

Como mostra a análise de variância, em todos os órgãos avaliados não houve diferença nos teores para a maioria dos nutrientes em relação aos sistemas de cultivo (irrigado e não irrigado), porém constatou-se variação nos teores nutricionais entre as coletas (Tabelas 11, 12, 13, 14 e 15). Resultados semelhantes foram encontrados por Leonel & Tecchio (2009), que avaliaram os teores de nutrientes foliares e em frutos da

figueira Roxo de Valinhos submetida a diferentes épocas de poda e condições hídricas. Os autores verificaram que os teores de nutrientes não variaram em relação ao regime hídrico.

Os teores de nutrientes decresceram em todos os órgãos ao longo do tempo de cultivo, evidenciando rápida extração dos mesmos, o que é necessário para o crescimento inicial da planta. Rozane (2008) observou comportamento semelhante para plantas de caramboleira em formação, o qual relata que o decréscimo no teor de nutrientes ao longo do tempo de cultivo pode estar relacionado com o efeito diluição dos nutrientes na massa da matéria seca.

Os teores médios nutricionais no sistema radicular estão apresentados na Tabela 11. A ordem decrescente de extração para os macronutrientes nos dois sistemas foi de K>N>Ca>Mg>S>P e para os micronutrientes a ordem de foi de Mn>B>Zn>Cu. O elemento Fe presente no sistema radicular não foi mostrado neste trabalho, pois houve contaminação da amostra, ficando os teores desse elemento acima dos valores considerados normais para esse órgão em plantas de figueiras.

Tabela 11. Teores de macro e micronutrientes nas raízes da figueira Roxo de Valinhos cultivada em sistema irrigado e não irrigado, Botucatu-SP, 2013.

DAP	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	(g.kg ⁻¹)						(mg.kg ⁻¹)				
Com irrigação (CI)											
0	14	1,3	12	6	2,3	2,0	42	40	--	83	40
40	15	2,3	16	9	2,3	2,3	79	27	--	76	26
80	12	2,0	17	8	2,5	2,0	58	22	--	98	27
120	12	1,8	18	8	2,5	2,0	72	23	--	92	28
160	8	1,2	13	6	2,0	2,0	51	23	--	84	29
200	9	1,0	13	6	2,0	1,0	49	11	--	54	16
240	7	1,0	15	7	1,8	1,0	55	7	--	41	15
280	7	1,3	16	6	2,0	2,0	22	8	--	27	16
Sem irrigação (SI)											
0	15	1,7	14	7	2,7	2,0	40	23	--	63	23
40	17	2,0	13	8	2,0	2,0	31	34	--	115	47
80	12	2,0	17	8	2,5	2,0	58	12	--	72	25
120	12	1,8	15	8	2,5	2,0	75	28	--	113	29
160	11	1,0	13	7	2,0	2,0	80	21	--	73	30
200	9	1,0	15	6	1,8	1,0	56	10	--	42	15
240	9	1,0	15	7	1,8	1,5	57	12	--	41	17
280	9	1,5	14	7	2,0	1,8	24	7	--	54	31,50
CV%	22,52	24,51	11,82	10,12	14,39	12,84	33,94	33,39		38,53	41,46
●F (S)	3,59ns	0,07ns	1,91ns	2,45ns	0,08ns	0,1ns	6,45ns	0,29*		0,05ns	1,29ns
●F(C)	12,22**	11,73**	5,03**	10,06**	3,63**	25,20**	5,62**	16,93**		6,17**	3,67**
●F(SXC)	0,48ns	0,58ns	2,16*	1,86ns	0,21ns	1,97ns	2,77**	2,56**		1,44ns	2,13*

●F calculado para sistemas (S), coleta (C) e interação entre sistemas e coleta (SXC) ns (não significativo), *

(P<0,05) e **(P<0,01) .

Os teores médios de nutrientes presentes no caule variaram ao longo do tempo de cultivo (Tabela 12). Neste órgão os macronutrientes nos dois regimes hídricos foram extraídos na seguinte ordem, $K > N > Ca > Mg > S > P$, enquanto que os micronutrientes obedeceram a seguinte ordem de absorção $Fe > B > Mn > Zn > Cu$.

Tabela 12. Teores de macro e micronutrientes no caule da figueira Roxo de Valinhos cultivada em sistema irrigado e não irrigado, Botucatu-SP, 2013.

DAP	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	(g.kg ⁻¹)						(mg.kg ⁻¹)				
Com irrigação (CI)											
0	11	1,0	9	8	3,0	2,0	40	6	177	26	14
40	9	1,0	9	7	2,8	2,0	59	8	316	23	12
80	9	1,0	12	10	2,3	2,0	51	6	335	36	15
120	8	1,0	12	8	2,0	2,3	48	7	279	30	17
160	11	1,0	11	7	2,0	2,0	46	6	633	47	14
200	5	1,0	8	5	2,0	1,0	59	10	1641	34	16
240	5	1,0	5	3	2,0	1,0	24	4	73	9,3	12
280	4	1,0	9	5	2,0	1,0	10	5	471	15	14
Sem irrigação (SI)											
0	12	1,3	10	9	3,6	2,0	31	7	152	27	15
40	9	1,0	9	7	2,2	2,0	42	7	261	24	14
80	9	1,0	12	10	2,7	2,0	54	6	418	38	16
120	8	1,3	10	8	2,3	2,0	58	6	311	36	15
160	12	1,0	12	8	2,0	2,0	62	6	364	26	15
200	5	1,0	8	4	1,7	1,0	43	5	612	19	13
240	4	1,0	6	4	2,0	1,0	46	4	104	10	12
280	4	1,0	7	3	2,7	1,0	7	3	291	14	14
CV%	22,11	17,00	13,62	20,58	19,47	18,40	34,21	42,44	48,38	44,17	22,45
●F(S)	0,05ns	2,09ns	0,83ns	0,33ns	0,31ns	0,21ns	0,06ns	3,52ns	1,21ns	1,36ns	0,06ns
●F(C)	21,81**	1,05ns	20,57**	24,35**	6,88**	20,05**	9,42**	2,35**	1,89ns	5,95**	1,05*
●F(SXC)	0,34ns	1,05ns	2,21*	1,23ns	1,59ns	2,09ns	1,96ns	1,05ns	0,62ns	1,37ns	0,58ns

●F calculado para sistemas (S), coleta (C) e interação entre sistemas e coleta (SXC) ns (não significativo), * (P<0,05) e ** (P<0,01).

Observa-se que tanto nos tratamentos irrigados, como nos que não receberam suplementação hídrica que os ramos apresentaram maiores teores de N, K, Ca e Mg nas duas primeiras coletas após a poda, aos 40 e 80 dias (Tabela 13). Isso pode ser explicado pela grande importância desses elementos no crescimento inicial da planta, o mesmo comportamento foi observado para os micronutrientes Cu, Fe, Mn e Zn, os quais também apresentaram maiores concentrações no início do crescimento das figueiras. Em um estudo para avaliar a extração de macronutrientes pelos ramos e frutos da figueira em função de diferentes doses de potássio, Brizola et al. (2005) verificaram para os ramos das plantas que não receberam adubação em g/kg valores para N= 9,74; P=0,96; K=7,70; Ca= 6,91; Mg=1,91 e S=0,93. As concentrações constatadas neste trabalho para os

macronutrientes aos 240 e 280 dias após a poda se assemelham as do trabalho realizado pelos autores mencionados acima.

A ordem decrescente de extração de nutrientes pelos ramos nos regimes hídricos foi em g.kg^{-1} : $\text{N}>\text{K}>\text{Ca}>\text{Mg}>\text{S}>\text{P}$ e em mg.kg^{-1} $\text{Fe}>\text{Mn}>\text{B}>\text{Zn}>\text{Cu}$ (Tabela 13). Brizola et al. (2005), observaram a mesma ordem de absorção de macronutrientes nos ramos de figueira, com exceção do enxofre e do fósforo que tiveram ordem inversa.

Tabela 13. Teores de macro e micronutrientes nos ramos da figueira Roxo de Valinhos cultivada em sistema irrigado e não irrigado, Botucatu-SP, 2013.

DAP	(g.kg ⁻¹)					(mg.kg ⁻¹)					
	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
Com irrigação (CI)											
0	11	1,0	11	9	3,3	2,0	33	6	97	36	14
40	37	2,0	24	13	7,0	2,3	37	12	351	75	29
80	15	1,5	27	8	5,5	2,0	29	7	89	52	21
120	14	1,0	17	10	4,0	2,0	30	7	75	39	24
160	29	1,0	11	7	3,0	2,0	32	8	64	55	29
200	7	1,0	8	5	2,0	1,3	47	8	60	29	21
240	8	1,0	12	6	2,0	2,0	41	4	37	20	17
280	5	1,0	7	5	1,0	1,0	6	5	40	16	13
Sem irrigação (SI)											
0	13	1,0	14	10	3,0	2,0	35	7	126	38	18
40	35	2,0	20	11	4,7	2,3	32	11	258	65	37
80	16	1,3	28	8	6,3	2,0	36	6	256	72	20
120	18	1,5	20	11	4,7	2,3	34	10	151	56	26
160	32	1,0	14	7	2,8	1,0	31	6	89	25	20
200	8	1,0	9	5	1,8	1,0	28	5	44	23	17
240	8	1,0	10	5	1,8	1,0	29	5	22	16	14
280	6	1,0	7	5	1,3	1,0	4,7	3	40	19	13
CV%	15,16	20,21	16,77	13,82	16,81	14,66	23,26	18,44	52,24	34,04	24,54
●F(S)	2,98ns	0,27ns	0,83ns	0,35ns	1,79ns	3,96ns	3,44ns	0,37ns	1,99ns	0,039ns	0,05ns
●F(C)	159,87**	16,48**	64,75**	48,72**	82,27**	27,09**	16,69**	26,45**	19,14**	16,38**	12,31**
●F(SXC)	1,17ns	1,45ns	1,62ns	1,11ns	5,49**	4,91**	3,06**	5,21**	3,36**	2,68**	2,02ns

●F calculado para sistemas (S), coleta (C) e interação entre sistemas e coleta (SXC) ns (não significativo), * (P<0,05) e ** (P<0,01).

Nas duas condições hídricas as folhas apresentaram maiores concentrações de N, K, Ca e Mg quando comparadas aos outros órgãos (Tabela 14).

Os padrões de nutrientes nas folhas de figueira determinados por Quaggio et al. (1996) são em g.kg^{-1} : $\text{N} = 20-25$; $\text{P} = 1-3$; $\text{K} = 10-30$; $\text{Ca} = 30-50$; $\text{Mg} = 7,5-10$; $\text{S} = 1,5-3$ e em mg.kg^{-1} $\text{B} = 30-75$; $\text{Cu} = 2-10$; $\text{Fe} = 100-300$; $\text{Mn} = 100-350$; $\text{Zn} = 50-90$. Com exceção dos elementos Ca, Mg e Fe os demais elementos presentes nas folhas tanto dos tratamentos quanto da folha diagnose desta pesquisa estão dentro da faixa

estabelecida pelos autores mencionados acima. Os valores foliares de Ca e Mg menores que o padrão recomendado pode ter ocorrido em função do decréscimo da saturação por base ao longo do tempo de cultivo, verificada na análise química do solo (Tabela 8).

Nas mesmas condições deste estudo Leonel & Tecchio (2009) analisaram os teores de nutrientes em folhas de figueira em função de diferentes épocas de poda e submetidas ou não ao manejo da irrigação. As concentrações de nutrientes nas folhas observadas pelos autores em relação ao regime hídrico foram: N = 34; P = 2,9; K = 20; Ca = 13; Mg = 5; S = 1,6 g.kg⁻¹ e B = 30; Cu = 5; Fe = 76 ; Mn = 114; Zn = 43 mg.kg⁻¹. Os teores foliares constatados neste trabalho confirmam a maioria dos teores observados pelos autores.

Proebsting & Tate (1952) relatam que a diagnose foliar é o método mais eficiente, mesmo que as concentrações nas folhas possam variar com a cultivar, idade da planta e da folha e sob condições adversas diferentes, como fatores climáticos e de fertilidade de solo. Portanto, é imprescindível que a amostragem seja bem definida, quanto à época, tipo de folha, posição na árvore e representatividade do pomar.

Para a figueira, Malavolta et al. (1997) recomendam por hectare, a coleta de 40 folhas completamente expandidas e expostas ao sol de plantas sem frutos, no período da primavera (florescimento da figueira).

A ordem decrescente de extração de nutrientes pelas folhas nos regimes hídricos foi em g.kg⁻¹: N>K>Ca>Mg>S>P e em mg.kg⁻¹ Fe>Mn>B>Zn>Cu. Entretanto, Leonel & Tecchio (2009) obtiveram ordem de extração diferente da encontrada neste trabalho. As figueiras avaliadas pelos autores já tinham idade de três anos, ao passo que as plantas deste estudo se encontravam com apenas um ano. Esse fato pode elucidar a diferença na ordem de extração em ambos os trabalhos. Como já mencionado antes, a idade da planta é um dos fatores que influencia no processo de absorção de nutrientes.

Tabela 14. Teores de macro e micronutrientes nas folhas da figueira Roxo de Valinhos cultivada em sistema irrigado e não irrigado, Botucatu-SP, 2013.

DAP	(g.kg ⁻¹)							(mg.kg ⁻¹)			
	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
Com irrigação (CI)											
0	28	1,3	16	30	5,3	2,0	36	7	531	148	23
40	34	2,0	23	18	6,8	2,0	37	12	785	127	29
80	33	2,0	23	17	6,8	2,0	36	11	790	127	29
120	29	1,5	21	22	5,0	2,5	35	6	477	129	21
160	21	1,0	15	21	5,0	2,8	47	8	296	212	25
200	22	1,0	15	20	6,0	2,0	33	10	186	176	16
240	24	2,0	24	16	5,0	2,0	53	7	110	85	17
280	27	2,0	24	15	5,0	2,3	14	9	252	80	22
Sem irrigação (SI)											
0	29	2,0	18	24	4,0	2,0	59	9	440	118	23
40	27	1,5	24	16	5,7	2,0	35	8	727	97	29
80	28	1,8	24	15	6,0	2,0	35	7	710	102	29
120	34	1,8	18	20	6,5	2,0	38	10	505	136	21
160	11	1,5	18	21	5,5	2,3	38	9	282	93	25
200	24	1,0	19	21	5,5	2,0	43	6	194	120	20
240	29	1,3	19	15	4,3	2,0	42	9	129	103	18
280	28	1,8	19	15	5,0	2,0	13	7	200	100	21
◦FD	29	1,6	18	19	5,2	2,4	55	9	440	114	21
CV%	12,38	27,46	19,48	15,02	16,28	12,18	18,78	21,03	64,68	31,24	20,09
●F(S)	1,08ns	0,34ns	0,34ns	3,93ns	1,29ns	3,96ns	0,58ns	3,38ns	0,17ns	7,62**	3,23ns
●F(C)	19,14**	3,99**	4,16**	13,27**	4,37**	3,66**	18,78**	1,41ns	6,92**	3,01**	4,18**
●F(SXC)	5,94**	2,35*	1,33ns	0,91ns	2,04ns	1,07ns	4,25**	6,31**	0,06ns	2,90**	1,39ns

◦FD: folha diagnose, coeficiente de variação (CV), ●F calculado para sistemas (S), coleta (C) e interação entre sistemas e coleta (SXC) ns (não significativo), * (P<0,05) e ** (P<0,01).

Os teores de nutrientes nos frutos foram determinados a partir dos 160 dias após a poda (Tabela 15). A maior concentração foi detectada aos 200 e 240 DAP. Os teores presentes nos frutos deste trabalho estão acima dos encontrados por Brizola et al. (2005), porém inferiores aos teores reportados por Leonel & Tecchio (2009). A variação nutricional nos frutos dos trabalhos supracitados pode ser esclarecida pelos diferentes estágios de maturação em que os mesmos foram colhidos.

Hiroce et al. (1979) determinaram os padrões nutricionais adequados para frutos de figueira, observou em g.kg⁻¹: N = 10,3; P = 1,55; K = 13; Ca = 3,6; Mg = 1,0, S = 0,95 e em mg.kg⁻¹: Cu = 50,6; Mn = 10; B = 23; F = 25 e Zn = 8,6. A maioria dos teores nutricionais observados neste trabalho está dentro ou até mesmo acima da faixa determinada pelos autores, exceto o cobre que apresentou concentrações inferiores as do trabalho mencionado.

A extração de nutrientes pelos frutos seguiu a seguinte ordem decrescente em g.kg⁻¹: K>N>Ca>Mg=S>P e em mg.kg⁻¹: Fe>Mn>B>Zn>Cu.

Tabela 15. Teores de macro e micronutrientes nos frutos da figueira Roxo de Valinhos cultivada em sistema irrigado e não irrigado, Botucatu-SP, 2013.

DAP	(g.kg ⁻¹)				(mg.kg ⁻¹)						
	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
Com irrigação (CI)											
160	3	1,5	11	8	2,3	2,3	37	7	79	80	27,25
200	17	1,5	14	9	2,8	2,0	42	10	84	60	23,50
240	16	2,0	18	7	2,3	1,8	48	9	100	32	21,75
280	12	1,0	14	4	1,6	1,0	20	7	70	18	13,60
Sem irrigação (SI)											
160	3	0,5	5	2	0,8	0,5	8	3	27	9	8
200	16	1,8	15	9	2,8	2,0	47	9	73	37	24
240	16	1,3	17	6	2,3	2,0	45	8	82	30	19
280	11	1,3	15	6	2,0	1,8	19	7	79	35	18
CV%	29,82	41,47	33,49	38,85	37,85	37,44	38,63	41,60	56,48	57,19	43
●F(S)	0,57ns	0,97ns	0,38ns	2,48ns	1,41ns	0,66ns	1,28ns	2,22ns	1,79ns	6,94*	2,15ns
●F(C)	13,13**	2,89*	4,31**	3,29**	3,04*	2,58*	6,25**	2,42ns	1,22ns	2,02ns	1,30ns
●F(SXC)	0,95ns	2,36ns	0,88ns	2,74*	1,82ns	4,44**	2,47ns	0,87ns	0,63ns	5,46*	2,65*

●F calculado para sistemas (S), coleta (C) e interação entre sistemas e coleta (SXC) ns (não significativo), * (P<0,05) e ** (P<0,01).

4.3.2. Acúmulo de nutrientes na figueira

O tempo de cultivo e o regime hídrico proporcionaram efeito significativo sobre a massa da matéria seca da planta (Figura 13). Em todos os órgãos foi observado comportamento sigmóide para as curvas de crescimento nos dois sistemas. O máximo acúmulo de massa da matéria seca no sistema irrigado foi alcançado entre os 160 e 240 DAP, sendo o caule responsável pelo maior acúmulo nesse sistema. Por outro lado, no tratamento onde não houve suplementação hídrica, os ramos contribuíram com maior acúmulo de massa da matéria seca. Rozane (2008), ao estudar o acúmulo de massa matéria seca de duas cultivares de caramboleira cultivadas em diferentes condições hídricas (sistemas irrigado e não irrigado), constatou que o caule foi o órgão que proporcionou maior contribuição para acúmulo de massa da matéria seca nos dois regimes hídricos.

Silva (2011) avaliou a massa da matéria seca de plantas de figueira Roxo de Valinhos, em diferentes sistemas de cultivos, os quais foram combinados entre si em tratamentos com ou sem cobertura morta e tratamentos com ou sem irrigação. Os resultados da pesquisa mostraram que em todos os tratamentos, os ramos foram os órgãos que apresentaram maior acúmulo de massa da matéria seca, o que confirma os valores observados neste trabalho.

Pode-se observar na Figura 14 o acúmulo de massa da matéria seca da planta inteira ao longo do tempo de cultivo nos dois regimes hídricos. De modo geral a

irrigação promoveu efetivamente maior acúmulo de massa da matéria seca na 3^a, 4^a e 5^a coleta, as quais ocorreram aos 80, 120 e 160 DAP, respectivamente. Nesse período, principalmente a 3^a coleta foi antecedida por baixas precipitações pluviométrica, o que explica os maiores valores para massa da matéria seca nesse intervalo de tempo. (Figura 12 B). Entretanto, notou-se um processo de recuperação na produção da massa da matéria seca das plantas não irrigadas durante o período chuvoso, chegando até a superar as plantas que foram irrigadas na última coleta. Tal comportamento pode ter ocorrido devido a antecipação do ciclo das figueiras que foram submetidas à irrigação.

A determinação da produção da massa da matéria seca da planta é importante, pois na ausência da curva de acúmulo de nutrientes, esta fornece informações que se aproximam da marcha de absorção de nutrientes (SOUZA & COELHO, 2001). Tal comparação pode ser feita porque 5% da massa da matéria seca das plantas é constituída de nutrientes minerais.

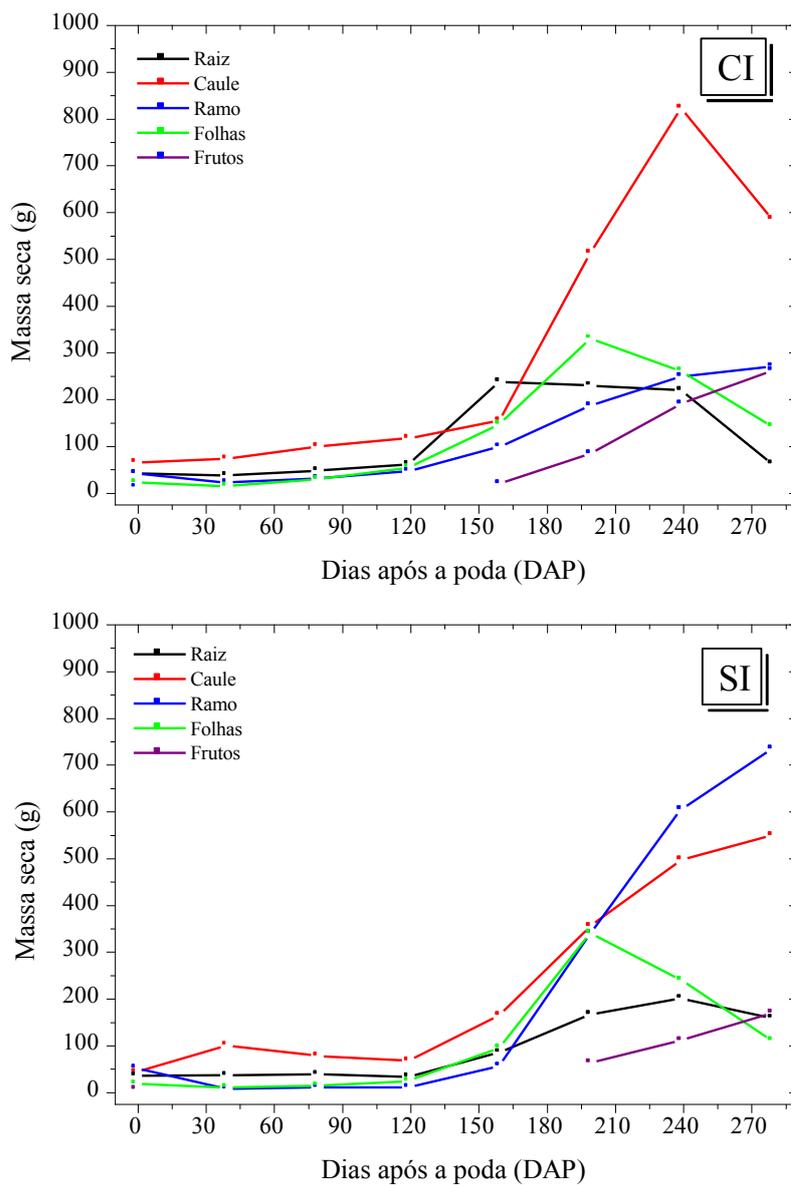


Figura 13. Valores de massa da matéria seca de raízes, caule, ramo, folhas e frutos da figueira Roxo de Valinhos em função do tempo de cultivo e sistema irrigado (CI) e não irrigado (SI) em Botucatu-SP, 2013.

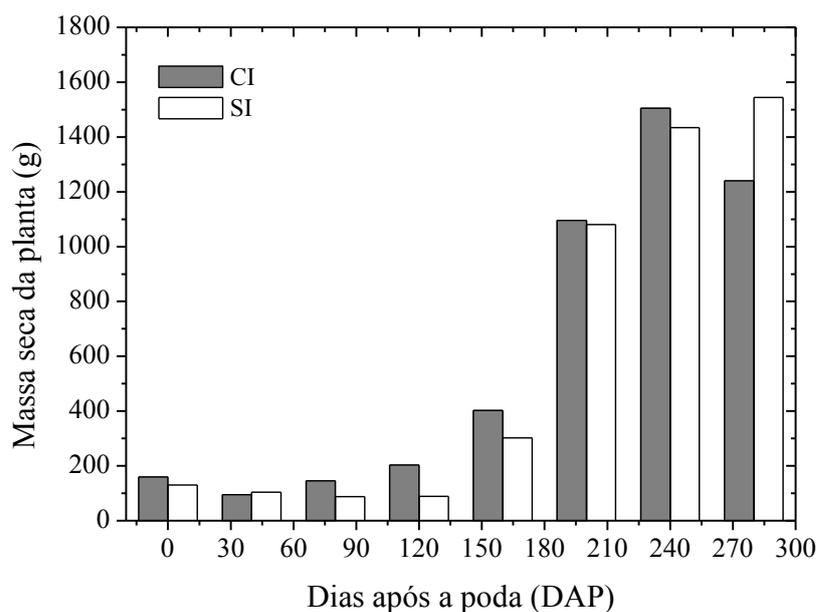


Figura 14. Valores de massa da matéria seca da planta inteira da figueira Roxo de Valinhos em função do tempo de cultivo e sistema irrigado (CI) e não irrigado (SI) em Botucatu-SP, 2013.

O tempo de cultivo e o regime hídrico propiciaram diferenças no acúmulo de macro e micronutrientes nas raízes, folhas, caule, ramos e frutos da figueira Roxo de Valinhos (Figuras 15, 16, 17 e 18). De maneira geral, tanto nas plantas do tratamento irrigado como do não irrigado verificou-se taxa de acúmulo inicial lenta, atingindo valores máximos entre os 160 e 240 DAP. O melhor modelo da regressão ajustado para todos os nutrientes foi o polinomial cúbico. O comportamento sigmóide para o acúmulo de nutrientes é coerente com o acúmulo da massa da matéria seca.

O maior acúmulo de nitrogênio, cálcio e magnésio foi observado na matéria seca das folhas em ambos os regimes hídricos (Figura 15 e 16). Já o fósforo, potássio e o enxofre tiveram maior incremento na massa da matéria seca dos ramos em condições irrigada e não irrigada, com exceção do sistema que não recebeu suplementação hídrica, onde o acúmulo de potássio foi maior nas folhas.

A irrigação de maneira geral favoreceu o acúmulo de macro e micronutrientes na maioria dos órgãos avaliados, sendo esse efeito mais evidenciado nos ramos e no caule. Esses resultados confirmam os verificados por Rozane (2008), que constatou maior acúmulo de nutrientes em variedades de caramboleiras que receberam irrigação em detrimento das variedades que não foram irrigadas.

É oportuno ressaltar que o maior acúmulo dos macronutrientes se deu na parte aérea da planta (folhas e ramos). O maior acúmulo de N nas folhas é justificado pela participação desse elemento na fotossíntese, fazendo parte da síntese da clorofila e das enzimas PEPC (fosfoenolpiruvato carboxilase) e Rubisco (ribulose 1,5 bifosfato carboxilase/oxigenase), tais enzimas são responsáveis pela fixação do CO₂ atmosférico (PRADO, 2008).

Segundo Granjeiro et al. (2007), o acúmulo do cálcio na parte aérea se deve ao fato deste elemento ser absorvido pelas raízes, translocado para a parte aérea e não ser redistribuído a planta, devido à sua baixa mobilidade.

O magnésio foi acumulado primordialmente na parte aérea, principalmente nas folhas, esse resultado reforça a importância desse elemento na constituição da molécula de clorofila. Dependendo do “status” de Mg na planta, entre 6 a 25% do magnésio total está ligado à molécula de clorofila e outros 5 a 10% estão firmemente ligados a pectatos, na parede celular, ou como sal solúvel, no vacúolo (MARCHENER, 1995).

O potássio acumulou-se mais nos ramos no regime irrigado, porém no tratamento não irrigado o maior incremento deste elemento foi observado nas folhas. Estes resultados concordam com os observados por Brizola et al. (2005), que identificaram acúmulo crescente de potássio na parte aérea (ramos e frutos) de figueiras cultivadas sob diferentes doses de potássio. Os autores observaram que a maior dose proporcionou maior acúmulo de massa da matéria seca total e conseqüentemente, maior acúmulo de potássio.

Os ramos foram os órgãos que mais acumularam fósforo, sendo os maiores valores observados para o sistema irrigado. Brizola et al. (2005), ao avaliar os teores nutricionais nas folhas e ramos da figueira Roxo de Valinhos sob diferentes doses de potássio, relataram que no tratamento que não recebeu adubação potássica os teores de fósforo foram mais elevados nos ramos, os autores verificaram o mesmo comportamento desse elemento no acúmulo, isto é, quando multiplicaram os teores desse nutriente pela massa da matéria seca do órgão.

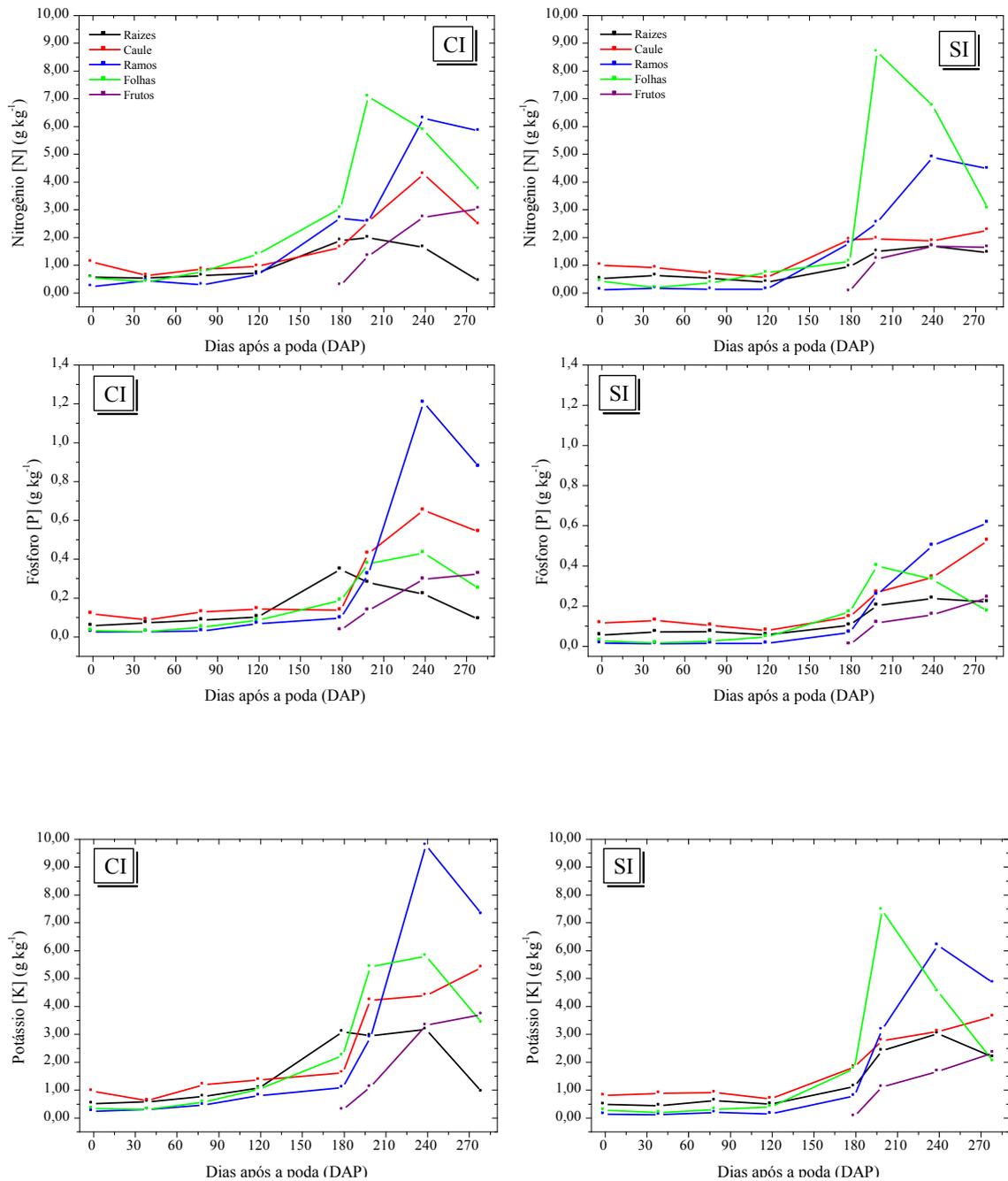


Figura 15. Valores de nitrogênio, fósforo e potássio acumulados na massa da matéria seca de raízes, caule, ramos, folhas e frutos da figueira Roxo de Valinhos em função do tempo de cultivo e sistema irrigado (CI) e não irrigado (SI) em Botucatu-SP, 2013.

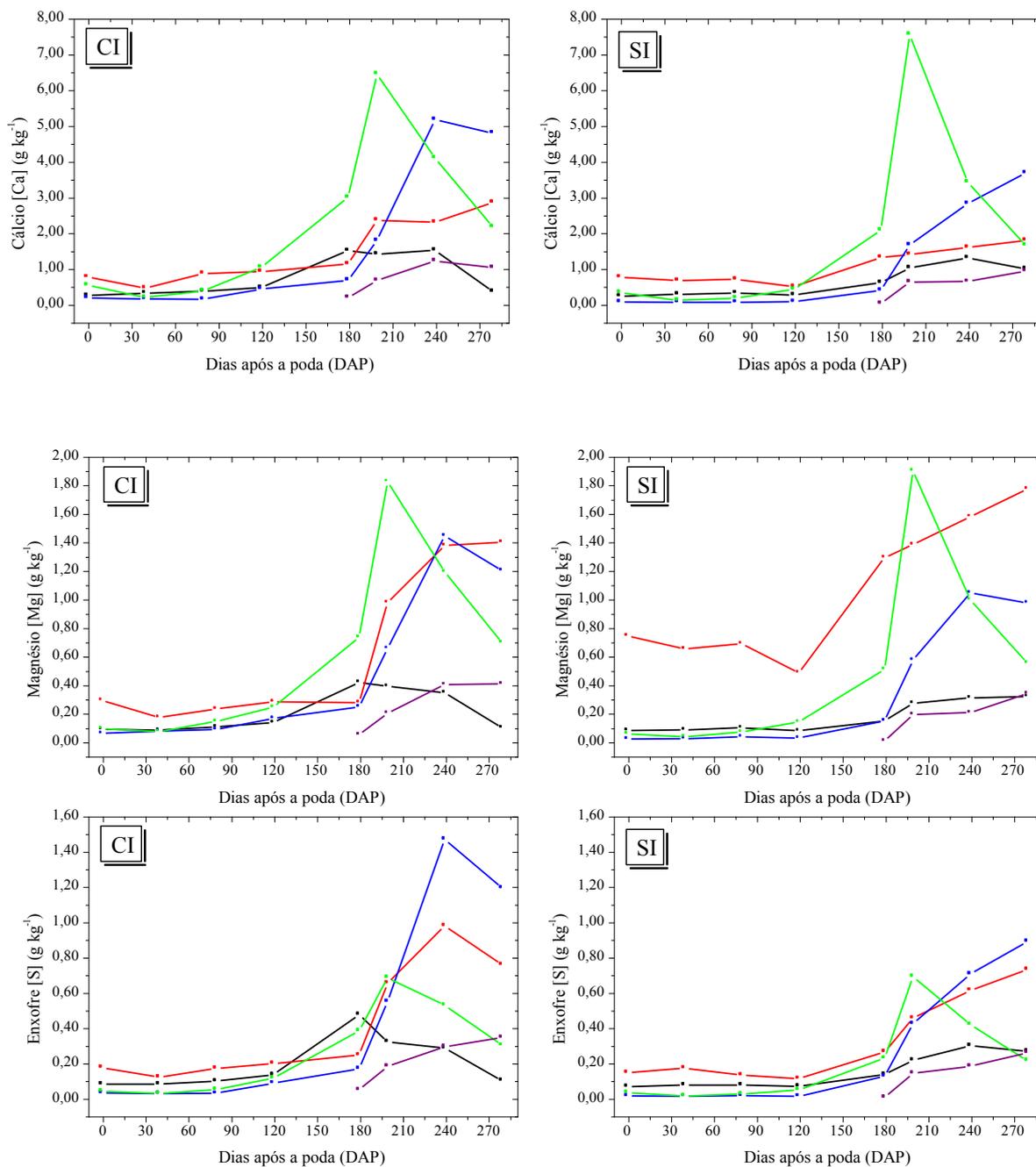


Figura 16. Valores de cálcio, magnésio e enxofre acumulados na massa da matéria seca de raízes, caule, ramos, folhas e frutos da figueira Roxo de Valinhos em função do tempo de cultivo e sistema irrigado (CI) e não irrigado (SI) em Botucatu-SP, 2013.

O acúmulo de micronutrientes na massa da matéria seca dos diferentes órgãos da figueira Roxo de Valinhos variou ao longo do tempo de cultivo nos dois regimes hídricos (Figura 17 e 18). As folhas e os ramos foram os órgãos mais

acumuladores dos micronutrientes, boro, cobre, manganês e zinco. Entretanto o ferro foi mais acumulado no caule.

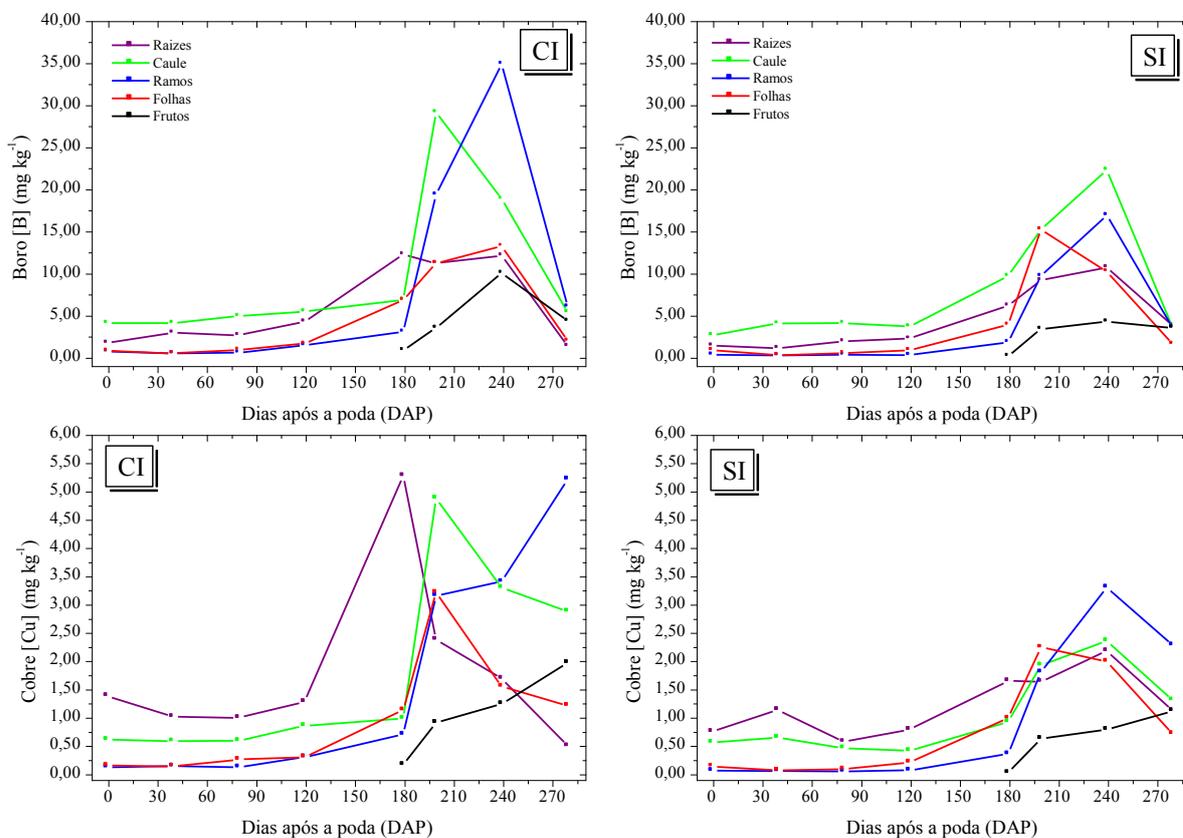


Figura 17. Valores de boro e cobre acumulados na massa da matéria seca de raízes, caule, ramos, folhas e frutos da figueira Roxo de Valinhos em função do tempo de cultivo e sistema irrigado (CI) e não irrigado (SI) em Botucatu-SP, 2013.

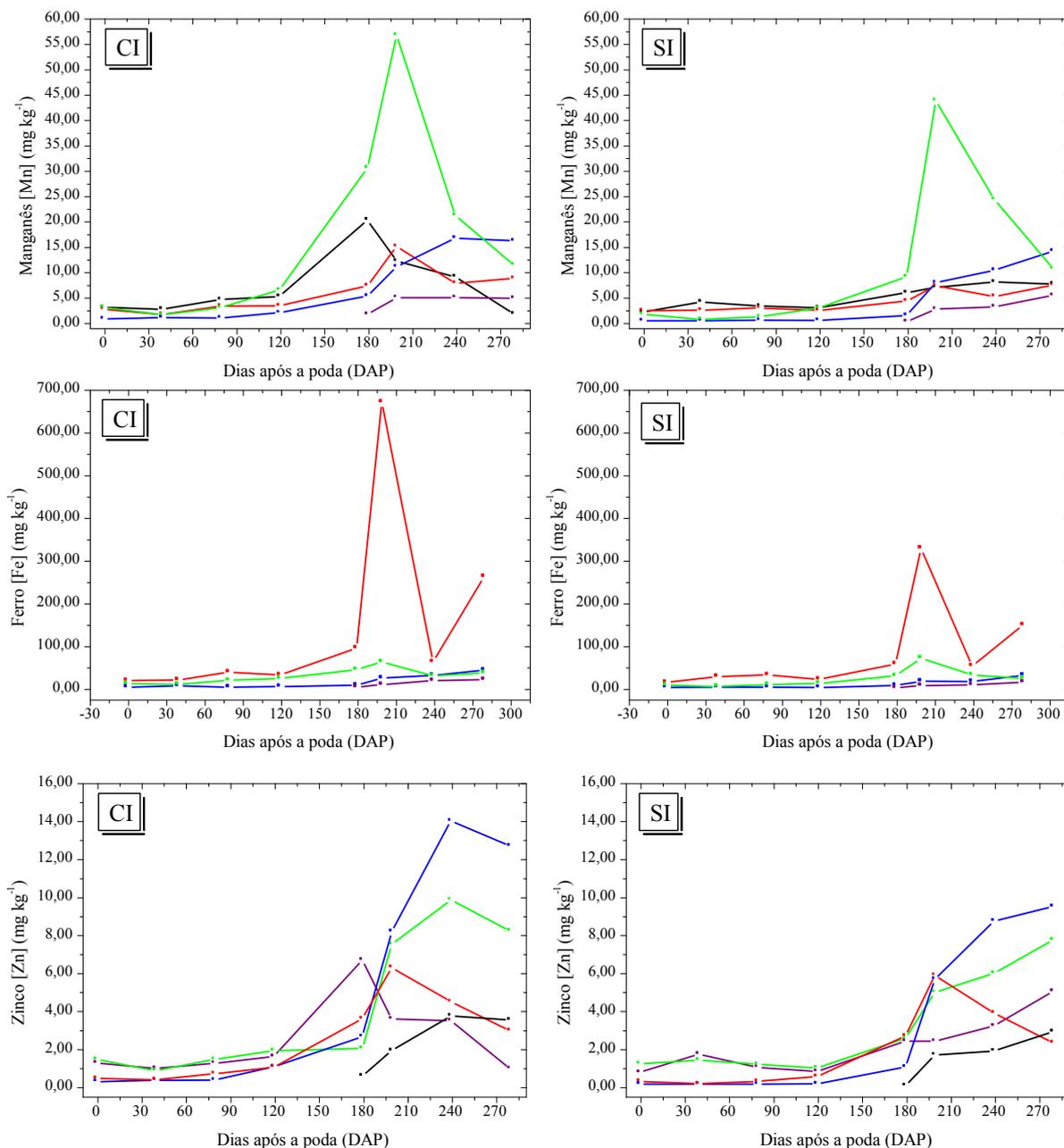


Figura 18. Valores de manganês, ferro e zinco acumulados na massa da matéria seca de raízes, caule, ramos, folhas e frutos da figueira Roxo de Valinhos em função do tempo de cultivo e sistema irrigado (CI) e não irrigado (SI) em Botucatu-SP, 2013.

O maior incremento na massa da matéria seca ao longo do tempo de cultivo tanto para os macros como para os micronutrientes se deu no caule, ramos e folhas, sendo as raízes e os frutos os órgãos menos acumuladores de nutrientes. A ordem de acúmulo de nutrientes oscilou nos diferentes órgãos.

As equações de regressão apresentadas nas tabelas 16,17,18 e 19 são referentes ao acúmulo de macro e micronutrientes na cultura da figueira em função do tempo de cultivo e regimes hídricos. As equações que melhor se ajustaram foi a de terceiro grau ou polinomial cúbica.

Prado (2008) relata que para as culturas em geral durante seus estádios produtivos, a curva que melhor descreve a extração de nutrientes em razão do tempo é uma sigmóide, da mesma forma que ocorre com a curva de acúmulo da matéria seca. Desse modo, o autor explica que quando a planta é jovem a acumulação de nutrientes é pequena, tal como a massa da matéria seca, em seguida tem-se um aumento da massa da matéria seca e portanto, maior absorção de nutrientes, representando uma curva logarítmica, já no período final de maturação fisiológica há uma fase de estabilização, onde absorção de nutrientes é pequena ou até mesmo nula.

Tabela 16. Equações de regressão dos macronutrientes (g planta⁻¹) acumulados ao longo de 280 dias após a poda das plantas de figueira Roxo de Valinhos no sistema irrigado.

Órgão	Equação	R ²	P
Nitrogênio			
Raiz	$Y = 0,62877 - 0,01929 \text{ DAP} + 2,78484\text{E-}4 \text{ DAP}^2 - 7,57807\text{E-}7 \text{ DAP}^3$	0,9320	0,0085
Caule	$Y = 1,23409 - 0,03343 \text{ DAP} + 3,5926\text{E-}4 \text{ DAP}^2 - 7,81406\text{E-}7 \text{ DAP}^3$	0,7910	0,0759
Ramo	$Y = 0,44626 - 0,02296 \text{ DAP} + 2,67925\text{E-}4 \text{ DAP}^2 - 3,97041\text{E-}7 \text{ DAP}^3$	0,9250	0,1028
Folha	$Y = 0,86153 - 0,05564 \text{ DAP} + 7,64433\text{E-}4 \text{ DAP}^2 - 1,87765\text{E-}6 \text{ DAP}^3$	0,8482	0,0497
Fósforo			
Raiz	$Y = 0,06412 - 0,0022 \text{ DAP} + 3,76376\text{E-}5 \text{ DAP}^2 - 1,05789\text{E-}7 \text{ DAP}^3$	0,8684	0,0377
Caule	$Y = 0,13439 - 0,00297 \text{ DAP} + 3,12528\text{E-}5 \text{ DAP}^2 - 5,25176\text{E-}8 \text{ DAP}^3$	0,8206	0,0566
Ramo	$Y = 0,07496 - 0,00457 \text{ DAP} + 4,13083\text{E-}5 \text{ DAP}^2 - 4,48419\text{E-}8 \text{ DAP}^3$	0,7706	0,0907
Folha	$Y = 0,04961 - 0,00335 \text{ DAP} + 4,48925\text{E-}5 \text{ DAP}^2 - 1,07171\text{E-}7 \text{ DAP}^3$	0,8730	0,0289
Potássio			
Raiz	$Y = 0,66973 - 0,0292 \text{ DAP} + 4,47784\text{E-}4 \text{ DAP}^2 - 1,20848\text{E-}6 \text{ DAP}^3$	0,9312	0,0087
Caule	$Y = 0,93907 - 0,0134 \text{ DAP} + 1,67056\text{E-}4 \text{ DAP}^2 - 2,20513\text{E-}7 \text{ DAP}^3$	0,9063	0,0160
Ramo	$Y = 0,61629 - 0,03258 \text{ DAP} + 3,10346\text{E-}4 \text{ DAP}^2 - 3,26977\text{E-}7 \text{ DAP}^3$	0,7868	0,0789
Folha	$Y = 0,6531 - 0,04686 \text{ DAP} + 6,21756\text{E-}4 \text{ DAP}^2 - 1,47583\text{E-}6 \text{ DAP}^3$	0,8472	0,0415
Cálcio			
Raiz	$Y = 0,34276 - 0,01472 \text{ DAP} + 2,22513\text{E-}4 \text{ DAP}^2 - 6,02589\text{E-}7 \text{ DAP}^3$	0,9095	0,0149
Caule	$Y = 0,72696 - 0,00777 \text{ DAP} + 9,64424\text{E-}5 \text{ DAP}^2 - 1,49271\text{E-}7 \text{ DAP}^3$	0,9051	0,0163
Ramo	$Y = 0,34477 - 0,01593 \text{ DAP} + 1,34708\text{E-}4 \text{ DAP}^2 - 4,88292\text{E-}8 \text{ DAP}^3$	0,8777	0,0269
Folha	$Y = 0,82605 - 0,05924 \text{ DAP} + 7,96088\text{E-}4 \text{ DAP}^2 - 2,02507\text{E-}6 \text{ DAP}^3$	0,8306	0,0507
Magnésio			
Raiz	$Y = 0,10646 - 0,00392 \text{ DAP} + 5,86091\text{E-}5 \text{ DAP}^2 - 1,59513\text{E-}7 \text{ DAP}^3$	0,9343	0,0079
Caule	$Y = 0,32188 - 0,00679 \text{ DAP} + 6,26643\text{E-}5 \text{ DAP}^2 - 8,34979\text{E-}8 \text{ DAP}^3$	0,8807	0,026
Ramo	$Y = 0,11937 - 0,00533 \text{ DAP} + 5,60199\text{E-}5 \text{ DAP}^2 - 7,53361\text{E-}8 \text{ DAP}^3$	0,8567	0,0366
Folha	$Y = 0,18713 - 0,01474 \text{ DAP} + 2,03224\text{E-}4 \text{ DAP}^2 - 5,13179\text{E-}7 \text{ DAP}^3$	0,7915	0,0756
Enxofre			
Raiz	$Y = 0,09162 - 0,00318 \text{ DAP} + 5,15842\text{E-}5 \text{ DAP}^2 - 1,43886\text{E-}7 \text{ DAP}^3$	0,8318	0,0501
Caule	$Y = 0,21011 - 0,00548 \text{ DAP} + 5,90493\text{E-}5 \text{ DAP}^2 - 1,11741\text{E-}7 \text{ DAP}^3$	0,8281	0,0521
Ramo	$Y = 0,09506 - 0,00603 \text{ DAP} + 5,72701\text{E-}5 \text{ DAP}^2 - 6,91647\text{E-}8 \text{ DAP}^3$	0,8402	0,0453
Folha	$Y = 0,07414 - 0,00612 \text{ DAP} + 8,49197\text{E-}5 \text{ DAP}^2 - 2,14588\text{E-}7 \text{ DAP}^3$	0,8964	0,0194

Tabela 17. Equações de regressão dos macronutrientes (g planta⁻¹) acumulados ao longo de 280 dias após a poda das plantas de figueira Roxo de Valinhos no sistema não irrigado.

Órgão	Equação	R ²	P
Nitrogênio			
Raiz	$Y = 0,59286 - 0,01052 \text{ DAP} + 1,18224\text{E-}4 \text{ DAP}^2 - 2,46562\text{E-}7 \text{ DAP}^3$	0,8252	0,0387
Caule	$Y = 1,04301 - 0,01653 \text{ DAP} + 1,70302\text{E-}4 \text{ DAP}^2 - 3,47259\text{E-}7 \text{ DAP}^3$	0,8688	0,0308
Ramo	$Y = 0,32119 - 0,02611 \text{ DAP} + 2,87513\text{E-}4 \text{ DAP}^2 - 4,88173\text{E-}7 \text{ DAP}^3$	0,9388	0,0069
Folha	$Y = 1,01319 - 0,08292 \text{ DAP} + 0,00101 \text{ DAP}^2 - 2,44048\text{E-}6 \text{ DAP}^3$	0,6432	0,2081
Fósforo			
Raiz	$Y = 0,06247 - 9,6245\text{E-}4 \text{ DAP} + 1,16289\text{E-}5 \text{ DAP}^2 - 2,1604\text{E-}8 \text{ DAP}^3$	0,8684	0,0310
Caule	$Y = 0,12006 - 5,90271\text{E-}4 \text{ DAP} + 4,7652\text{E-}7 \text{ DAP}^2 + 2,41778\text{E-}8 \text{ DAP}^3$	0,9728	0,0014
Ramo	$Y = 0,02495 - 0,00141 \text{ DAP} + 9,71824\text{E-}6 \text{ DAP}^2 + 1,15002\text{E-}8 \text{ DAP}^3$	0,9526	0,0042
Folha	$Y = 0,04762 - 0,00396 \text{ DAP} + 5,09479\text{E-}5 \text{ DAP}^2 - 1,25022\text{E-}7 \text{ DAP}^3$	0,8357	0,0478
Potássio			
Raiz	$Y = 0,60082 - 0,01974 \text{ DAP} + 2,35928\text{E-}4 \text{ DAP}^2 - 5,08721\text{E-}7 \text{ DAP}^3$	0,8430	0,0437
Caule	$Y = 0,89488 - 0,01329 \text{ DAP} + 1,50987\text{E-}4 \text{ DAP}^2 - 2,43926\text{E-}7 \text{ DAP}^3$	0,9501	0,0046
Ramo	$Y = 0,43606 - 0,03365 \text{ DAP} + 3,43737\text{E-}4 \text{ DAP}^2 - 5,64571\text{E-}7 \text{ DAP}^3$	0,8419	0,0443
Folha	$Y = 0,74749 - 0,06894 \text{ DAP} + 8,78672\text{E-}4 \text{ DAP}^2 - 2,18917\text{E-}6 \text{ DAP}^3$	0,6739	0,1792
Cálcio			
Raiz	$Y = 0,74749 - 0,06894 \text{ DAP} + 8,78672\text{E-}4 \text{ DAP}^2 - 2,18917\text{E-}6 \text{ DAP}^3$	0,8759	0,0277
Caule	$Y = 0,79221 - 0,00933 \text{ DAP} + 9,57848\text{E-}5 \text{ DAP}^2 - 1,78424\text{E-}7 \text{ DAP}^3$	0,9345	0,0079
Ramo	$Y = 0,14564 - 0,00806 \text{ DAP} + 5,74149\text{E-}5 \text{ DAP}^2 + 6,59375\text{E-}8 \text{ DAP}^3$	0,9583	0,0032
Folha	$Y = 0,73858 - 0,06793 \text{ DAP} + 8,81258\text{E-}4 \text{ DAP}^2 - 2,24021\text{E-}6 \text{ DAP}^3$	0,6513	0,1994
Magnésio			
Raiz	$Y = 0,09011 - 0,00129 \text{ DAP} + 1,50093\text{E-}5 \text{ DAP}^2 - 2,62879\text{E-}8 \text{ DAP}^3$	0,9111	0,0144
Caule	$Y = 0,79221 - 0,00933 \text{ DAP} + 9,57848\text{E-}5 \text{ DAP}^2 - 1,78424\text{E-}7 \text{ DAP}^3$	0,9345	0,0079
Ramo	$Y = 0,06982 - 0,00485 \text{ DAP} + 4,79346\text{E-}5 \text{ DAP}^2 - 6,32551\text{E-}8 \text{ DAP}^3$	0,8923	0,0209
Folha	$Y = 0,16192 - 0,01577 \text{ DAP} + 2,09081\text{E-}4 \text{ DAP}^2 - 5,26901\text{E-}7 \text{ DAP}^3$	0,6729	0,1772
Enxofre			
Raiz	$Y = 0,07753 - 0,00132 \text{ DAP} + 1,52321\text{E-}5 \text{ DAP}^2 - 2,81041\text{E-}8 \text{ DAP}^3$	0,9112	0,0144
Caule	$Y = 0,17181 - 0,00235 \text{ DAP} + 2,10757\text{E-}5 \text{ DAP}^2 - 1,87618\text{E-}8 \text{ DAP}^3$	0,9581	0,0032
Ramo	$Y = 0,03515 - 0,00231 \text{ DAP} + 1,90928\text{E-}5 \text{ DAP}^2 + 2,10159\text{E-}9 \text{ DAP}^3$	0,9598	0,0029
Folha	$Y = 0,07174 - 0,00646 \text{ DAP} + 8,33871\text{E-}5 \text{ DAP}^2 - 2,08321\text{E-}7 \text{ DAP}^3$	0,7397	0,1154

Tabela 18. Equações de regressão dos micronutrientes (mg planta⁻¹) acumulados ao longo de 280 dias após a poda das plantas de figueira Roxo de Valinhos no sistema irrigado.

Órgão	Equação	R ²	P
Boro			
Raiz	$Y = 2,68977 - 0,11929 \text{ DAP} + 0,00185 \text{ DAP}^2 - 5,12648\text{E-}6 \text{ DAP}^3$	0,8992	0,0184
Caule	$Y = 5,93746 - 0,2402 \text{ DAP} + 0,00314 \text{ DAP}^2 - 8,09048\text{E-}6 \text{ DAP}^3$	0,5803	0,2797
Ramo	$Y = 3,72751 - 0,33271 \text{ DAP} + 0,00383 \text{ DAP}^2 - 9,0311\text{E-}6 \text{ DAP}^3$	0,5663	0,2967
Folha	$Y = 1,81744 - 0,15647 \text{ DAP} + 0,00203 \text{ DAP}^2 - 5,18063\text{E-}6 \text{ DAP}^3$	0,8283	0,0520
Cobre			
	$Y = 1,4023 - 0,03453 \text{ DAP} + 5,00108\text{E-}4 \text{ DAP}^2 - 1,40471\text{E-}6 \text{ DAP}^3$	0,5849	0,2741
Caule	$Y = 0,83233 - 0,0311 \text{ DAP} + 3,87669\text{E-}4 \text{ DAP}^2 - 8,89418\text{E-}7 \text{ DAP}^3$	0,6519	0,1988
Ramo	$Y = 0,20584 - 0,01012 \text{ DAP} + 9,44167\text{E-}5 \text{ DAP}^2 + 2,13194\text{E-}8 \text{ DAP}^3$	0,9324	0,0084
Folha	$Y = 0,28391 - 0,02266 \text{ DAP} + 3,15161\text{E-}4 \text{ DAP}^2 - 7,97303\text{E-}7 \text{ DAP}^3$	0,6868	0,1634
Ferro			
Raiz	----	---	---
Caule	$Y = 0,03231 - 0,00275 \text{ DAP} + 4,04653\text{E-}5 \text{ DAP}^2 - 1,01813\text{E-}7 \text{ DAP}^3$	0,3247	0,6275
Ramo	$Y = 0,00313 - 6,78317\text{E-}5 \text{ DAP} + 5,25276\text{E-}7 \text{ DAP}^2 + 7,66446\text{E-}10 \text{ DAP}^3$	0,9418	0,0062
Folha	$Y = 0,00888 - 1,53309\text{E-}4 \text{ DAP} + 3,81524\text{E-}6 \text{ DAP}^2 - 1,07313\text{E-}8 \text{ DAP}^3$	0,7471	0,1093
Manganês			
Raiz	$Y = 0,0032 - 1,15204\text{E-}4 \text{ DAP} + 2,04207\text{E-}6 \text{ DAP}^2 - 5,93864\text{E-}9 \text{ DAP}^3$	0,7765	0,0863
Caule	$Y = 0,00271 - 7,97981\text{E-}5 \text{ DAP} + 1,15603\text{E-}6 \text{ DAP}^2 - 2,87218\text{E-}9 \text{ DAP}^3$	0,7151	0,1369
Ramo	$Y = 0,00136 - 7,73026\text{E-}5 \text{ DAP} + 9,00677\text{E-}7 \text{ DAP}^2 - 1,50653\text{E-}9 \text{ DAP}^3$	0,9396	0,0067
Folha	$Y = 0,00523 - 4,73249\text{E-}4 \text{ DAP} + 6,80944\text{E-}6 \text{ DAP}^2 - 1,81363\text{E-}8 \text{ DAP}^3$	0,7487	0,1080
Zinco			
Raiz	$Y = 0,00135 - 4,65215\text{E-}5 \text{ DAP} + 7,11026\text{E-}7 \text{ DAP}^2 - 1,97458\text{E-}9 \text{ DAP}^3$	0,7367	0,1180
Caule	$Y = 0,00178 - 5,59423\text{E-}5 \text{ DAP} + 6,19062\text{E-}7 \text{ DAP}^2 - 1,16456\text{E-}9 \text{ DAP}^3$	0,8301	0,0509
Ramo	$Y = 9,17671\text{E-}4 - 6,63546\text{E-}5 \text{ DAP} + 7,16608\text{E-}7 \text{ DAP}^2 - 1,1152\text{E-}9 \text{ DAP}^3$	0,8998	0,0182
Folha	$Y = 7,17424\text{E-}4 - 5,00024\text{E-}5 \text{ DAP} + 7,12818\text{E-}7 \text{ DAP}^2 - 1,80602\text{E-}9 \text{ DAP}^3$	0,8794	0,0262

Tabela 19. Equações de regressão dos micronutrientes (mg planta^{-1}) acumulados ao longo de 280 dias após a poda das plantas de figueira Roxo de Valinhos no sistema não irrigado.

Órgão	Equação	R ²	P
Boro			
Raiz	$Y = 1,96832 - 0,09964 \text{ DAP} + 0,00134 \text{ DAP}^2 - 3,38464\text{E-}6 \text{ DAP}^3$	0,8626	0,0337
Caule	$Y = 4,66933 - 0,19487 \text{ DAP} + 0,00253 \text{ DAP}^2 - 6,43003\text{E-}6 \text{ DAP}^3$	0,6643	0,1859
Ramo	$Y = 1,74317 - 0,16325 \text{ DAP} + 0,00187 \text{ DAP}^2 - 4,36349\text{E-}6 \text{ DAP}^3$	0,5963	0,2607
Folha	$Y = 1,74317 - 0,16325 \text{ DAP} + 0,00187 \text{ DAP}^2 - 4,36349\text{E-}6 \text{ DAP}^3$	0,6937	0,1567
Cobre			
	$Y = 0,9561 - 0,01593 \text{ DAP} + 1,94387\text{E-}4 \text{ DAP}^2 - 4,7561\text{E-}7 \text{ DAP}^3$	0,7099	0,1416
Caule	$Y = 0,75278 - 0,02051 \text{ DAP} + 2,27325\text{E-}4 \text{ DAP}^2 - 5,13787\text{E-}7 \text{ DAP}^3$	0,7412	0,1142
Ramo	$Y = 0,25562 - 0,02114 \text{ DAP} + 2,21774\text{E-}4 \text{ DAP}^2 - 4,10674\text{E-}7 \text{ DAP}^3$	0,8030	0,0678
Folha	$Y = 0,29832 - 0,02594 \text{ DAP} + 3,28897\text{E-}4 \text{ DAP}^2 - 8,17644\text{E-}7 \text{ DAP}^3$	0,8326	0,0495
Ferro			
Raiz	----	---	---
Caule	$Y = 0,02275 - 0,00115 \text{ DAP} + 1,76593\text{E-}5 \text{ DAP}^2 - 4,38641\text{E-}8 \text{ DAP}^3$	0,3479	0,5941
Ramo	$Y = 8,88235\text{E-}4 - 5,90311\text{E-}6 \text{ DAP} - 4,64615\text{E-}8 \text{ DAP}^2 + 1,48617\text{E-}9 \text{ DAP}^3$	0,9397	0,0067
Folha	$Y = 0,00793 - 4,90696\text{E-}4 \text{ DAP} + 6,98043\text{E-}6 \text{ DAP}^2 - 1,81475\text{E-}8 \text{ DAP}^3$	0,6887	0,1616
Manganês			
Raiz	$Y = 0,00261 - 1,05684\text{E-}5 \text{ DAP} + 2,52805\text{E-}7 \text{ DAP}^2 - 5,28355\text{E-}10 \text{ DAP}^3$	0,8825	0,0248
Caule	$Y = 0,00234 - 1,60979\text{E-}5 \text{ DAP} + 2,43995\text{E-}7 \text{ DAP}^2 - 4,55284\text{E-}10 \text{ DAP}^3$	0,7988	0,0706
Ramo	$Y = 5,86206\text{E-}4 - 3,19511\text{E-}5 \text{ DAP} + 2,63754\text{E-}7 \text{ DAP}^2 + 9,75604\text{E-}11 \text{ DAP}^3$	0,9358	0,0076
Folha	$Y = 0,0043 - 3,98164\text{E-}4 \text{ DAP} + 5,08673\text{E-}6 \text{ DAP}^2 - 1,27449\text{E-}8 \text{ DAP}^3$	0,6447	0,2065
Zinco			
Raiz	$Y = 9,52446\text{E-}4 + 4,66423\text{E-}6 \text{ DAP} - 5,11068\text{E-}8 \text{ DAP}^2 + 3,05826\text{E-}10 \text{ DAP}^3$	0,9332	0,0082
Caule	$Y = 0,00144 - 2,19586\text{E-}5 \text{ DAP} + 2,08655\text{E-}7 \text{ DAP}^2 - 1,72053\text{E-}10 \text{ DAP}^3$	0,9563	0,0035
Ramo	$Y = 5,25761\text{E-}4 - 3,95724\text{E-}5 \text{ DAP} + 3,74079\text{E-}7 \text{ DAP}^2 - 3,90291\text{E-}10 \text{ DAP}^3$	0,9137	0,0136
Folha	$Y = 5,9735\text{E-}4 - 5,38197\text{E-}5 \text{ DAP} + 7,14452\text{E-}7 \text{ DAP}^2 - 1,78447\text{E-}9 \text{ DAP}^3$	0,8247	0,0542

4.4. CONCLUSÕES

Os teores nutricionais variaram com o tempo de cultivo e nos diferentes órgãos avaliados, entretanto se mantiveram dentro do padrão recomendado para a cultura, exceto o cálcio e o magnésio que estavam abaixo da faixa recomendada, mas não foram observados sintomas de deficiência.

O sistema irrigado proporcionou maior acúmulo de nutrientes em todos os órgãos, principalmente nas folhas, ramos e caule.

O máximo acúmulo de massa da matéria seca e nutrientes ocorreu entre os 160 e 240 dias após a poda.

O caule, ramos e folhas foram os órgãos responsáveis pelo maior acúmulo de massa da matéria seca e de nutrientes nos dois regimes hídricos. A ordem de acúmulo foi de caule>folhas>ramos>raízes>frutos para o sistema irrigado e ramos>caule>folhas>raízes>frutos para o sistema não irrigado.

5. Capítulo III – CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA, FÍSICO-QUÍMICA E SENSORIAL DOS FRUTOS DE VARIEDADES DE FIGUEIRAS CULTIVADAS NO SUDESTE DA ESPANHA

5.1. INTRODUÇÃO

A figueira (*Ficus carica* L.) é uma das frutíferas mais antigas que se conhece. Está entre as espécies mais cultivadas nos países da costa Mediterrânea, onde se destacam Turquia, Argélia, Grecia, Itália e Espanha.

No contexto nacional espanhol, as principais províncias em que se cultiva a figueira são: Baleares, Cáceres, Badajoz, Granada, Huelva, Málaga, Murcia, Alicante, Toledo e Ávila. Entretanto, se destacam as províncias da região da extremadura pela produção de figo seco e a província de Alicante pela produção de figo fresco (brevas) MELGAREJO (2000).

As figueiras comumente cultivadas são classificadas em dois grupos: reflorescentes ou bíferas, estas figueiras produzem frutos em duas épocas do ano, em junho-julho, as brevas e em agosto-setembro, os figos. O outro grupo são as figueiras comuns, estas produzem frutos em uma única época do ano, em agosto-setembro, e os frutos são denominados figos MELGAREJO (2000).

As brevas são produtos de grande importância para os municípios de Elche, Albuera e Crevillente, pois nestas regiões existe um microclima que permite uma colheita precoce, frutos de boa qualidade, resultando em grande interesse entre os agricultores destas regiões (MELGAREJO, 1996).

Na Espanha, principalmente no Sudeste, a produção de brevas destinada ao consumo *in natura* está concentrada em uma única variedade, a Colar. Esta

variedade se destaca por apresentar árvores muito produtivas com frutos grandes, cor negra e excelente sabor (MELGAREJO, 2000).

Nesse contexto, conhecendo a importância das brevas para esta região, é relevante estudar alguns atributos pomológicos e físico-químicos dos frutos de outras variedades de figueira com a intenção de propor aos agricultores brasileiros opções diversificadas de cultivo.

Portanto, o presente trabalho teve como objetivo estudar as principais características morfológicas, químicas e sensoriais dos frutos de quatro variedades de figueiras, cultivadas no Sudeste da Espanha.

5.2. MATERIAL E MÉTODOS

5.2.1. MATERIAL VEGETAL

Para este estudo foram colhidos durante o verão frutos maduros (brevas) das variedades de figueiras: Colar, San Antonio, Cuello de Dama Negro e Tiberio (Figura 19), procedentes de uma área experimental da Escola Politécnica Superior de Orihuela da Universidade Miguel Hernández de Elche/Espanha. Depois da colheita os frutos foram levados para o laboratório de pós-colheita da Universidade Politécnica de Cartagena/Espanha, onde foram armazenados em câmaras frigoríficas a 0°C durante 12 horas, com o propósito de aclimatar os frutos e assim poder realizar a manipulação dos mesmos. No dia seguinte foi feita a seleção dos frutos em uma antecâmara frigorífica higienizada a 10°C, onde foram medidos as seguintes variáveis:

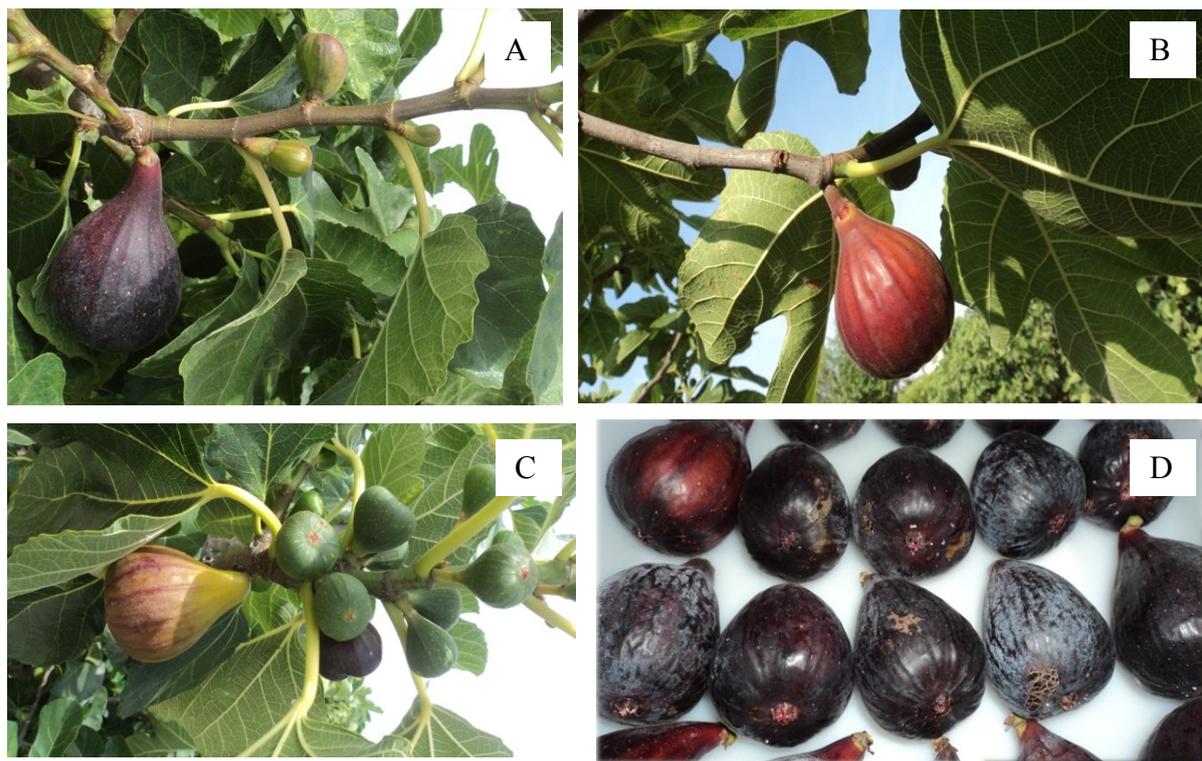


Figura 19. Frutos das variedades Cuello de Dama Negro (a), San Antonio (b), Tiberio (c) e Colar (d).

5.2.2. VARIÁVEIS MORFOLÓGICAS

Para as características morfológicas foram escolhidos ao acaso 60 frutos de três figueiras (3 repetições) de cada variedade, resultando em 20 frutos por planta, isto é, 20 frutos por repetição. Os 20 frutos foram pesados em balança digital (BJ 4100 D, Suíça) e com o um paquímetro digital (Stainless Hardened, China) foram medidos o diâmetro equatorial e longitudinal e o diâmetro do ostíolo de cada fruto. Para todas variáveis medidas foi feita a média de 20 frutos. Com auxílio de um texturômetro (ELIB-5K S.A.E. Ibertest, Daganzo de Arriba, Madrid, Espanha) foi determinada a firmeza em dois pontos na região equatorial dos frutos sem casca, para isso utilizou-se uma ponta de prova de 2 mm de diâmetro com velocidade de 0,8 mm/s e a uma profundidade de 10 mm, sendo os resultados expressos em Newton (N).

5.2.2.3. VARIÁVEIS QUÍMICAS

Para as características químicas foram utilizados 15 frutos por variedade e 3 repetições, constituindo 5 frutos por repetição. Os frutos foram descascados, sendo casca e polpa separadas. Uma parte das amostras de casca e polpa foi congelada

com nitrogênio líquido, e conservada a -80°C , para a realização das análises de açúcares e polifenóis totais. Os açúcares foram analisados apenas na polpa. A outra parte das amostras da polpa foi processada para a realização das seguintes análises:

5.2.2.3.1 pH

Foi utilizado um pH-metro (Basic 20 Crison, Barcelona, Espanha). A calibração do aparelho foi feita diariamente com padrões de pH 7 e pH 4, a temperatura ambiente.

5.2.2.3.2. SÓLIDOS SOLÚVEIS (SS)

Foi utilizado um refratômetro digital (Atago N1, Tóquio, Japão) calibrado previamente com água destilada. As medidas foram expressas em $^{\circ}\text{Brix}$.

5.2.2.3.3. ACIDEZ TITULÁVEL (AT)

Foram utilizados 5 mL da amostra previamente homogeneizada de cada uma das repetições dos tratamentos (variedades), a qual foi acrescentado 45 mL de água destilada. Depois de homogeneizada realizou-se a titulação com o auxílio de um titulador automático (Metrohm 716, DMS Titrino, Suíça) onde foi adicionado NaOH 0,1 N até se obter um pH de 8,1. Os resultados foram expressos em g de ácido cítrico 100 mL^{-1} (AOAC, 1990).

5.2.2.3.4. POLIFENÓIS TOTAIS (PT)

Obtido através da metodologia proposta por Swain & Hills (1959). Foram diluídos 50 mg de amostra em 3 mL de metanol, levados a um banho rotativo durante 1 hora, a 4°C e a 200 rpm. Depois de 1 hora as amostras foram centrifugadas a 4°C , 16.000 rpm durante 30 minutos. Do sobrenadante obtido foram recolhidos 19,2 μL , os quais reagiram com 29 μL de Folin (1:1 V / V, Folin: Água MiliQ) durante 3 minutos. Depois de 3 minutos, adicionou-se 192 μL de um Mix (NaOH 0,4% e NaCO_3 2%, em água destilada). Após uma hora de reação, as amostras foram dispostas numa placa e analisadas em espectrofotômetro a 750 nm. A quantidade de polifenóis totais foi expressa em mg de ácido clorogênico por 100 g de amostra fresca.

5.2.2.3.5. CAPACIDADE ANTIOXIDANTE (CA)

Determinada através da metodologia proposta por Brand-Willians et al. (1995). Foram diluídos 50 mg de amostra pulverizada em nitrogênio líquido em 3 mL de metanol, em seguida foram levados a um banho rotativo durante 1 hora, a 4 ° C e a 200 rpm. As amostras foram centrifugadas, a 4°C e a 16.000 rpm durante 1 hora. Do sobrenadante obtido, 21 µL foram recolhidos para reagir com 194 µL da solução de DPPH por 30 minutos. Depois deste tempo de reação, as amostras foram analisadas num espectrofotômetro a 515 nm. O potencial antioxidante das amostras foi expresso em mg de ácido ascórbico por 100 mg de amostra fresca.

5.2.2.3.6. TEORES DE AÇÚCARES

A amostra previamente congelada em nitrogênio líquido e conservada a -80°C, foi pulverizada e pesados 2g, na qual adicionou-se 12,5 mL de água destilada, a solução foi agitada por 15 minutos, em seguida a solução foi completada com acetonitrilo até 25 mL. A solução foi centrifugada por 15 minutos, sendo o sobrenadante filtrado com filtro de porosidade 0,45µl. A concentração de açúcares (glicose e frutose) foi determinada de acordo coma metodologia preconizada por Aguayo et al. (2006) usando um HPLC analítico (Merck Hitachi, Darmstadt, Alemanha), equipado com um detector de índice de refração (modelo Hitachi L-7490, Tóquio, Japão), uma bomba L7100, um injetor automático de amostras Hitachi L7200 e uma coluna de 5µ (Merck, Darmstadt, Alemanha). Foram injetados no aparelho 20 µL do extrato da amostra usando uma fase móvel de 85% de acetonitrilo:15% de água, com um fluxo 1,5 mL min⁻¹. Os resultados foram expressos em g de açúcar/100g de matéria fresca

5.3. ANÁLISE SENSORIAL

A análise sensorial foi realizada com a intenção de complementar as variáveis antes mencionadas acima e identificar as características sensoriais dos frutos variedades de figueiras. Para este fim, foi utilizado um grupo treinado de 5 pessoas, com idade compreendidas entre 30 e 45 anos. Cada provador recebeu uma amostra de cada variedade contendo um fruto inteiro e uma fatia de aproximadamente 1 cm de espessura. Na avaliação foram estudadas as seguintes variáveis sensoriais: aparência visual, aroma, sabor, textura, presença de estrias e uniformidade, qualidade global (aceitabilidade), onde

se utilizou uma escala de 5 pontos com extremidades denominadas muito ruim (1), ruim (2), aceitável como limite de consumo (3), bom (4), muito bom (5). Os frutos utilizados na análise sensorial foram colhidos no ponto de consumo.

5.4. ANÁLISE ESTATÍSTICA.

Foi realizada a análise de variância (ANOVA). Quando observadas diferenças significativas entre os tratamentos estas foram submetidas ao teste de Tukey a 5% de probabilidade.

5.5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observa-se na Tabela 20 diferenças significativas para os atributos morfológicos em todos os tratamentos. A variedade Colar apresentou maiores médias para peso fresco de frutos, diâmetro equatorial e longitudinal, porém ostíolo pequeno. Por outro lado, a variedade Tiberio apresentou frutos com menores valores para todos os atributos morfológicos analisados, exceto para diâmetro equatorial, onde não deferiu das demais variedades. As variedades San Antonio e Cuello de Dama Negro tiveram valores intermediários.

O peso e diâmetro dos frutos são características relevantes para a embalagem e transporte (CONDIT, 1941). Can (1993) esclarece que o diâmetro do ostíolo é uma característica importante a ser considerada na escolha de uma variedade de figueira, pois frutos com ostíolos grandes são indesejáveis por facilitar a entrada de patógenos no interior dos mesmos.

Tabela 20. Valores de peso fresco (PF), diâmetro equatorial (DE), diâmetro longitudinal (DL) e diâmetro do ostíolo (DO) dos frutos de quatro variedades de figueiras, Cartagena-Espanha, 2012.

Variedade	PF(g)	DE (mm)	DL (mm)	DO (mm)
Colar	75,27 a	46,67 a	82,6 a	4,57 c
San Antonio	51,23 bc	43,91 b	70,8 b	6,83 a
Cuello de Dama Negro	50,25 b	43,84 b	72,4 b	5,47 b
Tiberio	47,16 c	45,49 ab	64,5 c	4,02 c
CV%	3,58	2,29	3,87	5,95

Médias seguidas de letras iguais na coluna não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Para os atributos químicos houve diferença somente para acidez titulável, teores de glicose e frutose (Tabela 21). A variedade Colar apresentou frutos menos ácidos e a variedade Cuello de Dama Negro apresentou frutos com menores teores de glicose e frutose. Em geral para todas as variedades foi observada maior concentração de glicose quando comparado com os teores de frutose. Este resultado está de acordo com os encontrados por Melgarejo et al. (2003) que analisando teores de açúcares e ácidos orgânicos nos frutos da variedade Colar e outras três variedades de figueiras, observaram teores de glicose mais elevados que os teores de frutose.

Os diferentes teores de açúcares em frutos e vegetais dependem da variedade, do grau de maturação, condições de conservação e ano agrícola em que os frutos foram colhidos (MATTHEWS et al., 1987). Segundo os autores supracitados, em figos frescos e secos os teores de glicose e frutose em 100 gramas da porção comestível variam de 3,7-28,6 g a 2,8-26 g, respectivamente. Os valores encontrados neste trabalho estão compreendidos nas faixas mencionadas.

A firmeza foi maior nos frutos da variedade San Antonio, no entanto os frutos de 'Tibério' apresentaram menor firmeza quando comparado às demais variedades. Os valores de firmeza observados neste trabalho superam os encontrados por Pereira et al. (2012), que avaliando frutos maduros das variedades Albacor e Cuello de Dama Blanco constataram valores de 0,39 e 0,29 N, respectivamente.

A firmeza é um atributo textural importante em frutas e hortaliças, pois expressa uma medida da relação tensão-deformação, útil na avaliação do ponto de colheita do produto e da qualidade durante o armazenamento (MOHSENIN, 1986).

Tabela 21. Valores de pH, sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), frutose (FR), glicose (GL) e firmeza (FIR) dos frutos de quatro variedades de figueiras, Cartagena-Espanha, 2012.

Variedade	pH	SS (°Brix)	AT % de ac. cítrico	FR ----- g/100g -----	GL -----	FIR N
Colar	5,34 a	18,43 a	0,12 b	4,56 a	7,20 a	0,75 b
San Antonio	5,25 a	17,40 a	0,18 a	4,93 a	7,09 a	1,52 a
Cuello de Dama Negro	4,79 a	17,00 a	0,19 a	3,55 b	5,25 b	0,79 b
Tiberio	5,35 a	17,36 a	0,18 a	4,63 a	6,92 ab	0,49 c
CV%	6,08	6,56	7,13	9,13	13,49	9,04

Médias seguidas de letras iguais na coluna não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

De modo geral, na análise sensorial, todas as variedades apresentaram valores iguais ou maiores que o limite de comercialização para a maioria dos atributos avaliados (Tabela 22). Entretanto, a variedade Tiberio apresentou menores valores para aparência visual externa, sabor, textura e qualificação global, indicando menor aceitabilidade por parte dos provadores. A menor aceitabilidade da variedade Tiberio pode se explicada pelo fato dessa variedade possuir frutos com coloração de casca verde-marrom, sendo as variedades com coloração de casca roxo e negra mais aceita pelos consumidores. Além disso, ‘Tiberio’ foi menos favorecida no atributo textura, o que é explicado pela menor firmeza dos frutos desta variedade (Tabela 21).

Tabela 22. Valores de uniformidade (UNI), aparência visual externa (AVE), presença de estrias (PE), aroma (ARM), sabor (SAB), textura (TEX) e qualificação global (CG) dos frutos de quatro variedades de figueiras, Cartagena-Espanha, 2012.

Variedade	UNI	AVE	PE	ARM	SAB	TEX	CG
Colar	4,2 a	4,2 a	3,0 a	4,0 a	3,6 cb	3,6 a	4,2 a
San Antonio	3,8 a	4,4 a	4,0 b	4,4 a	4,4 a	3,7 a	4,6 a
Cuello de Dama Negro	4,4 a	4,5 a	4,8 c	4,0 a	4,0 ab	3,8 a	4,4 a
Tiberio	3,4 a	3,0 b	4,0 b	3,8 a	3,2 c	2,6 b	3,0 b
CV%	20,01	14,08	20,41	12,35	15,00	15,42	11,04

Médias seguidas de letras iguais na coluna não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Os maiores valores para capacidade antioxidante e polifenóis totais foram observados na casca dos frutos de todas as variedades analisadas (Tabela 23). A capacidade antioxidante da casca não diferiu nas variedades Colar, San Antonio e Cuello

de Dama Negro, porém ‘Tiberio’ apresentou frutos com casca com menor capacidade antioxidante. Já para a polpa, os maiores valores foram observados nos frutos da variedade Cuello de Dama Negro, sendo a polpa dos frutos da ‘Colar’ que teve menor média. A concentração de polifenóis totais foi maior na casca e na polpa das variedades Colar e Cuello da Dama Negro. Os figos frescos são geralmente consumidos sem casca. Entretanto, a casca é fonte de muitos nutrientes e compostos fenólicos que não deveriam ser descartados. Solomon et al. (2006) constatou altas concentrações de polifenóis, principalmente antocianinas na casca de diferentes variedades de figos.

Tabela 23. Valores de capacidade antioxidante (CA) e polifenóis totais (PT) na casca e polpa dos frutos de quatro variedades de figueiras, Cartagena-Espanha, 2012.

Variedade	CA		PT	
	-----mg/100g-----			
	Casca	Polpa	Casca	Polpa
Colar	61,39 a	16,46 c	107,75 a	27,52 a
San Antonio	58,27 a	18,55 bc	72,69 b	20,99 b
Tiberio	34,18 b	20,27 b	41,92 c	22,01 b
Cuello de Dama Negro	62,32 a	26,78 a	94,02 a	29,70 a
CV%	5,76	4,93	13,71	4,67

Médias seguidas de letras iguais não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

A capacidade antioxidante na casca foi maior nos frutos das variedades que apresentaram maiores teores de polifenóis. Correlações positivas entre os teores de polifenóis totais e capacidade antioxidante em figos foram observados em alguns estudos (SOLOMON et al., 2006; VERBERIC et al., 2008). Os resultados deste trabalho corroboram com os verificados por Liu et al. (2002) e Wu et al. (2006) os quais observaram que dentre várias hortaliças e frutos, os figos, principalmente os de coloração roxa e vermelha apresentavam alta capacidade antioxidante.

Vallejo et al. (2012) identificaram e quantificaram alguns compostos fenólicos presentes na casca e na polpa dos frutos de figos frescos comercializados na região de Alicante e Murcia na Espanha. Dentre as variedades analisadas, ‘Colar’ apresentou teores de polifenóis totais na casca de 88,3 mg/100g e na polpa de 4,3mg/100g e ‘Tiberio’ teve frutos com casca e polpa apresentando teores de 27,4 e 1,6 mg/100g, respectivamente. Os teores tanto na casca como na polpa verificados neste

trabalho são superiores aos determinados pelos autores supracitados. Verberic et al. (2008) reportam que os teores de compostos fenólicos variam de acordo com as cultivares e nas diferentes partes dos frutos (polpa e casca).

5.6. CONCLUSÃO

A variedade Colar apresentou as melhores características morfológicas: maior peso de frutos, diâmetro longitudinal e equatorial e menor diâmetro do ostíolo, mas não se diferenciou das demais variedades em relação às características químicas e sensoriais.

Os frutos da variedade Tiberio mostraram menor firmeza e baixa qualidade sensorial, indicando menor aceitabilidade.

As variedades Colar e Cuello de Dama Negro apresentaram frutos com maiores teores de polifenóis totais e capacidade antioxidante.

A variedade colar pode ser uma alternativa de cultivo para o produtores de figo no Brasil.

6. IMPLICAÇÕES

A Figueira Roxo de Valinhos é uma cultura de grande importância para o Brasil, principalmente para a região sudeste, onde se destaca o Estado de São Paulo como sendo o maior produtor de figos frescos destinados ao consumo *in natura*. Apesar de muitas pesquisas terem sido realizadas no sentido de melhorar o potencial produtivo desta cultura, ainda existem alguns gargalos que merecem atenção dos pesquisadores e das instituições especializadas.

No presente trabalho foram avaliadas as características de crescimento e produção, a marcha de absorção de nutrientes, a variação dos teores e o acúmulo de carboidratos totais em plantas de figueiras da variedade Roxo de Valinhos submetidas ao manejo da irrigação. Além disso, foram estudados também os atributos de produção e de qualidade dos frutos de quatro variedades de figueiras cultivadas na Espanha.

Portanto, visando a continuidade e o aperfeiçoamento deste estudo, seria relevante em trabalhos futuros determinar as taxas de crescimento e detalhar as fases fenológicas da cultura da figueira. Quantificar os carboidratos totais em solúveis e insolúveis. Em relação a marcha de absorção de nutrientes seria de suma importância que fossem realizados trabalhos futuros, afim de aplicar a curva na prática, e assim determinar um programa de adubação que proporcionasse desempenho satisfatório da cultura da figueira.

Dentre as variedades que foram avaliadas na Espanha, a ‘Colar’ apresentou frutos com boas características de produção. Portanto, seria extremamente relevante que não só a ‘Colar’, mas também as demais variedades analisadas nesta

pesquisa fossem testadas nas condições edafoclimáticas do Brasil, com o propósito de selecionar uma ou mais variedades com potencial produtivo e de qualidade. Assim, os fíicultores brasileiros teriam outras opções de cultivo e não se limitariam apenas a variedade Roxo de Valinhos.

7. REFERÊNCIAS

- ABRAHÃO, E.; CHALFUN, N. N. J.; REGINA, M. A.; ALVARENGA, A. A. Influência de diferentes tipos de poda no desenvolvimento e produção da figueira (*Ficus carica* L.) Roxo de Valinhos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 12, n. 2, p. 27-31, 1990.
- AGUAYO, E., ESCALONA, V.H., ARTÉS, F. Effect of cyclic exposure to ozone gas on physicochemical, sensorial and microbial quality of whole and sliced tomatoes. **Postharvest Biology. Technology**, v.39, 169–177, 2006.
- ALMEIDA, M. M. de.; SILVEIRA, E. T. Tratos culturais na cultura da figueira no Sudoeste de Minas Gerais. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.18, n.188, p.27-33, 1997.
- ANTUNES, L. E. C.; ABRAHÃO, E.; SILVA, V. J. Caracterização da cultura da figueira no Estado de Minas Gerais. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.18, n.188, p.43-44, 1997.
- AOAC. Official methods of analysis of the association of official analytical chemists, food composition; additives; natural contaminants. Ed. 15th, Virginia, USA, . p. 1298, 1990.
- ARAÚJO, J. P. C.; RODRIGUES, A.; SCARPARE FILHO, J. A.; PIO, R. Influência da poda de renovação e controle da ferrugem nas reservas de carboidratos e produção de pessegueiro precoce. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 30, n. 2, p. 331-335, 2008.
- ASPINALL, G. O. **Polysaccharides**. Pergamon Press, 1970, 228p.
- AUGOSTINHO, L.M.A.; PRADO, R.M.; ROZANE, D.E.; FREITAS, N. Acúmulo de massa seca e marcha de absorção de nutrientes em mudas de goiabeira ‘Pedro Sato’. **Bragantia**, Campinas, v.67, n.3, p.577-585, 2008.
- BARBOSA, Z.; SOARES, I.; CRISÓSTOMO, L. A. Crescimento e absorção de nutrientes por mudas de gravioleira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n. 3, p. 519-522, 2003.

BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas: noções básicas**. 2.ed. Jaboticabal: Funep, 2003. 41p.

BLEASDALE, J. K. A. A planta em estado vegetativo. In: **Fisiologia vegetal**. São Paulo: EPU, 1977. cap.3, p. 65-106.

BOLIANI, A.C., CORRÊA, L.S. Clima e solo para a cultura da figueira. In: CORRÊA, L. S., BOLIANI, A.C. (Ed.). **Cultura da figueira do plantio à comercialização**. Ilha Solteira: Funep, 1999. p. 37-41.

BORBA, M. R. C.; SCARPARE FILHO, J. A.; KLUGE, R. A. Teores de carboidratos em pessegueiros submetidos a diferentes intensidades de poda verde em clima tropical. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 27, n. 1, p. 68-72, 2005.

BRAND-WILLIAMS, W.; CUVELIER, M.E.; BERSET, C.; Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. **LWT-Food Science and Technology**. v.28, n.1, p.25-30, 1995.

BRIZOLA, R.M. de O. **Níveis de adubação potássica na cultura da figueira**. 2003. 78 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Horticultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2003.

BRIZOLA, R.M. de O., LEONEL, S., TECCHIO, M.A., DA HORA, R.C. Teores de macronutrientes em pecíolos e folhas de figueira (*Ficus carica* L.) em função da adubação potássica. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 29, n. 3, p. 610-616, 2004.

BRIZOLA, R.M. de O.; LEONEL, S.; TECCHIO, M.A.; MISCHAN, M.M. Exportação de macronutrientes pelos ramos e frutos da figueira em função da adubação potássica. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 27, n. 1, p. 33-37, 2005.

ÇALISKAN, O.; POLAT, A. A. Phytochemical and antioxidant properties of selected fig (*Ficus carica* L.) accessions from the eastern Mediterranean region of Turkey. **Scientia Horticulturae** n.128, p. 473–478, 2011.

CAMPO-DALL'ORTO, F.A. et al. Frutas de clima temperado: II. Figo, maçã, marmelo, pêra e pêssego em pomar compacto. In: RAIJ, B. van. et al. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2 ed. Campinas: Instituto Agrônômico, Fundação, Instituto Agrônômico de Campinas, 1996. p.139-140.

CAN, H. Z. **The investigation of some horticultural characteristics of some selected fig genotypes in Aegean Region**. Master Thesis, Ege University, İzmir, Turkey (in Turkish, with the English abstract), 1993.

CARVALHO, R. I. N.; ZANETTE, F. Variações do conteúdo de carboidratos em gemas e ramos de dois anos de macieira em região de baixa ocorrência de frio. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 27, n. 3, p. 352-355, 2005.

CONDIT, I. J. **Fig characteristics useful in the identification of varieties**. Hilgardia 14, 1-69, 1941.

COSTA, E. S. et al. Chlorophyll *a* fluorescence analysis in response to excitation irradiance in bean plants (*Phaseolus vulgaris* L. and *Vigna unguiculata* L. Walp) submitted to high temperature stress. **Photosynthetica**, Berlin, v. 41, n. 1, p. 77-82, 2003.

CRUZ, D.A. Adubação de plantas frutíferas: princípios e critérios para as recomendações. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 5., 1979, Pelotas. **Anais...** Pelotas: Sociedade Brasileira de Fruticultura, v.3, p.1010-1014, 1979.

CRUZ, M. C. M.; SIQUEIRA, D. L.; SALOMÃO, L. C. C.; CECON, P. R.; SANTOS, D. Teores de carboidratos em limeiras ácidas ‘thaiti’ tratadas com paclobutrazol. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 29, n. 1, p. 42-47, 2007.

CUNHA, A.R. et al. Classificação climática para o município de Botucatu, SP, segundo Köppen. In: SIMPÓSIO EM ENERGIA NA AGRICULTURA, 1999, Botucatu, SP. **Anais...** Botucatu: Faculdade de Ciências Agrônômicas, 1999. p.490-491.

DANTAS, B. F.; RIBEIRO, L. S.; PEREIRA, M. S. Teor de açúcares solúveis e insolúveis em folhas de videiras, cv. Syrah, em diferentes posições do ramo e época do ano. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 29, n. 1, p. 42-47, 2007.

DOMINGUEZ, A. F.; **La Higuera: frutal mediterrâneo para climas cálidos**. Madri: Editora Multi-Prensa, 1990. 190p.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA SOLOS, 2006. 306 p.

FACHINELLO, J. C.; NACHTIGAL, J. C.; KERSTEN, E. **Fruticultura: fundamentos e prática**. Pelotas: Editora Universitária, Universidade Federal de Pelotas, 1996. 311 p.

FACHINELLO, J. C.; PASA, M. S.; SCHMITZ, J. D.; BETEMPS, D. L. Situação e perspectiva da fruticultura de clima temperado no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal**, volume especial, p. 109-120, 2011.

FAO. **Crops Production**: FAOSTAT, 2010. Disponível em: <http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567#ancor>. Acesso em: 22 dez. 2012.

FAO.FAOSTAT: **production-crops**. Disponível em: <http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567#ancor>. Acesso em: 06 jun. 2011.

FLORES, A. **La higuera**. Mundi-Prensa. Madrid, 1990, 190 p.

FONTES, P.C.R.; DIAS, E.N.; SILVA, D.J.H. da. Dinâmica do crescimento, distribuição de matéria seca e produção de pimentão em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 1, p. 94-99, 2005.

FOYER, C. H.; GALTIER, N. Source-sink interaction and communication in leaves. In: ZAMSKI, E.; SCHAFFER, A.A. (ed.) **Source-sink relations**. New York: Marcel Dekker Inc., 1996. p 311-340.

FRANCO, C.F.; PRADO, R.M. Uso de soluções nutritivas no desenvolvimento e no estado nutricional de mudas de goiabeira: macronutrientes. **Acta Scientiarum**, Maringá, v.28,n.2, p.199-205, 2006.

FERNANDES, F.M.; BUZETTI, S. Fertilidade do solo e nutrição da figueira. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE A CULTURA DA FIGUEIRA, 1999, Ilha Solteira. **Anais...** Ilha Solteira: FUNEP, 1999. p.69-85.

FREIRE, C. J. da S.; MAGNANI, M. Adubação e correção do solo. In: RASEIRA, M do C.B; MEDEIROS, A.R.M. **Cultura do pessegueiro**. Pelotas: Centro de Pesquisa Agropecuário de Clima Temperado/EMBRAPA, 1995. p.99-128.

GRANGEIRO, L. C; NEGREIROS, M. Z.; SOUZA, B. S.; AZEVEDO, P. E.; OLIVEIRA, S. L.; MEDEIROS, M. A. Acúmulo e exportação de nutrientes em beterraba. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 2, p. 267-273, 2007.

GUPTA, U. C. Micronutrientes e elementos tóxicos em plantas e animais. In: Ferreira, M. E.; PESSÔA, M. C. da; RAIJ, B. V.; ABREU, C. A. A. (Ed). **Micronutrientes e elementos tóxicos na agricultura**. Jaboticabal: POTAFOS; CNPq; FAPESP, 2001. p. 13-41.

HAAG, H. P.; OLIVEIRA, G. D.; ROCHA FILHO, J. V. C.; SILVA, D. H. Distúrbios nutricionais em figueira (*Ficus carica* L.) cultivada em solução nutritiva. **O solo**, Piracicaba, v. 71, n. 1, p. 31-34, 1979.

HAMMOND, J. B.; WHITE, P. J. Sucrose transport in the phloem: integrating root responses to phosphorus starvation. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 59, n. 1, p. 93–109, 2008.

HERNANDEZ, F. B. T.; LEMOS FILHO, M. A. F.; BUZETTI, S. Efeitos de lâminas de irrigação e níveis de nitrogênio sobre os principais parâmetros produtivos da cultura do figo (*Ficus carica* L.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 21., 1992. **Anais...** Santa Maria: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 1992. v. 2 “B”, p. 875-885

HERNANDEZ, F.B.T.; SUZUKI, M.A.; BUZETTI, S.; CORRÊA, L.S. Resposta da figueira ao uso da irrigação e nitrogênio na região de Ilha Solteira. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 51, n.1, p. 99-104, 1994.

HIRAI, J. et al. Studies on the nutrition of fig trees: effect on nitrogen, phosphoric acid and potassium concentration on growth, yield and quality of fruits. **Journal of Japanese Society of Horticultural Science**, Tóquio, v.30, p.273-279, 1966.

HIROCE, R.; OLIMA, M.; GALLO, J. R. Composição mineral e exportação de nutrientes pelas colheitas de frutos subtropicais e temperados. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE

FRUTICULTURA, 5., 1979, Pelotas. **Anais...** Pelotas: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 1979. p. 179-189.

HISAIO, T. C. Plant responses to water stress. **Annual review of Plant Physiology**, 24: 519-570, 1973.

HUNT, R. **Basic growth analysis**. London: Unwin Hyman, 1990 112p.

IBGE. **Censo agropecuário 2009: lavoura permanente e temporária**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/estadosat/perfil.php?sigla=rs>>. Acesso em: 6 jun. 2011.

KERBAUY, G.B. Fisiologia vegetal. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan S.A, 2004, 452p.

KLAR, A. E. **A água no sistema-solo-planta-atmosfera**. 2ª ed. São Paulo. Nobel 1988.

KRAMER, P.J. e BOYER, **Water relations of plants and soils**. New York. Ed. MacGraw-Hill, 1995. 482 p.

LARCHER, W. **Ecofisiologia Vegetal**. São Carlos: Rima, 2000, p.531.

LEONEL, S.; BRIZOLA, R.M.O. Manejo nutricional da figueira. In: LEONEL, S; SAMPAIO, A. C. (Orgs.). **A figueira**. São Paulo: Editora UNESP, 2011. p. 196-219.

LEONEL, S.; DAMATTO JUNIOR, E. R. Perfil radicular da figueira sob efeito de níveis de adubação orgânica. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 29, n. 1, p. 191-194, 2007.

LEONEL, S.; DAMATTO JUNIOR, E. R. Efeitos do esterco de curral na fertilidade do solo, no estado nutricional e na produção da figueira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 30, n. 2, p. 534-539, 2008.

LEONEL, S.; TECCHIO, M. A. Teores nutricionais em folhas e frutos de figueira, submetida a épocas de poda e irrigação. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.30, n.2, p.347-360, 2009.

LIEDGENS, M. M. **Modelos numéricos para a descrição do crescimento da planta da soja (Glycine max Merrill., cultivar IAC-15) em condições sazonais diferenciadas**. 1993. 101 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1993.

LIU, M.; LI, X.Q.; WEBER, C.; LEE, C.Y.; BROWN, J.; LIU, R.H. Antioxidant and antiproliferative activities of raspberries. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Davis, V. 50, p. 2926-2930, 2002

LOEWUS, F. A., TANNER, W. **Plant Carbohydrates**. I. Intracellular Carbohydrates. Springer-Verlag, Berlin, 1981.

LOJAN, L. Tendências del crecimiento radial de 23 especies forestales del trópico. **Turrialba**, San Jose, v. 18, n. 3, p. 275-281, 1968.

- MAGRAMA** . <http://www.magrama.gob.es>, acessado em 7 de dezembro de 2012.
- MAIORANO, J.A.; ANTUNES, L. E. C.; REGINA, M. de A.; ABRAHÃO, E.; PEREIRA, A. F. Botânica e caracterização de cultivares de figueira. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.18, n.188, p.22-24, 1997.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C., OLIVEIRA, S.A. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. Piracicaba: **POTAFOS**, 1989. 201p
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C., OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: Associação Brasileira de Potassa e do Fósforo, 1997 319 p.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. New York: Academic Press, 1995, 889p.
- MATTHEWS, R. H., PEHRSSON P. R., FARHAT-SABET, M. Sugar content of selected foods. Home Economics Research Report n. 48. **United States Department of Agriculture Research Services**, 1987.
- McCREE, K.J.; FERNÁNDEZ, C. J. Simulation model for studying physiological water stress responses of whole plants. **Crop Science**, Madison, v. 29, n. 2, p. 353-360. 1989.
- MELGAREJO, P. **El cultivo de la higuera**. A. Madrid Vicente, Ed. Madrid,1999, 114 p.
- MELGAREJO, P. **Tratado de fruticultura para zonas áridas y semiáridas: el medio ecológico, la higuera, el alcaparro y el nopal**. A.M.V. Ediciones, Edit. Mundi-Prensa, Madrid, España. 129-133, 2000.
- MELGAREJO, P., HERNÁNDEZ, F., MARTÍNEZ, J.J., SÁNCHEZ, J., SALAZAR, D.M. Organic acids and sugars from first and second crop fig juices. **Acta Horticulturae**, Brisbane, V. 1, n. 605, p. 237–239, 2003.
- MOHSENIN, N. N. **Physical properties of plant and animal materials**. 2.ed. New York: Gordon and Breach, 1986, 891p.
- MONTE, J.A.; PACHECO, A. de S.; CARVALHO, D. de F.; PIMENTEL, C. Influência do turno de rega no crescimento e produção do tomateiro no verão em Seropédica. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 27, n. 2, p. 222-227, 2009.
- MONTEIRO DE BARROS, J.C da S. **Teores de nutrientes e suas relações em tecidos de figueira (*Ficus carica* L.) cultivada em solução nutritiva**. 1982. 60 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fruticultura de Clima Temperado) - Faculdade de Agronomia “Eliseu Maciel”, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 1982.
- NATALE, W. **Diagnose da nutrição nitrogenada e potássica em duas cultivares de goiabeira (*Psidium guajava* L.) durante três anos**. 1993. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1993.

NIENOW, A.A. **Comportamento morfológico, fenológico e produtivo de cultivares de pessegueiro (*Prunus persica* (L.) Batsch), submetidos a poda de renovação após a colheita, na região de Jaboticabal-SP**, 1997. 179f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1997.

NOGUEIRA, D.J.P. Nutrição de fruteiras. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.11. n.125, p.12-31, 1985.

PENTEADO, S. R. **Fruticultura de clima temperado em São Paulo**. Campinas: Fundação Cargil, 1986. p.115-129.

PENTEADO, S.R., FRANCO, J.A.M. Figo (*Ficus carica* L.). **Manual técnico das culturas**. Campinas: SAA/CATI/DCT, 1997. p. 127-139.

PENTEADO, S. R. O cultivo da figueira no Brasil e no Mundo. In: CORRÊA, L. S. de; BOLIANI, A. C. (Eds.). **Cultura da figueira - do plantio à comercialização**. Ilha Solteira: FAPESP, 1999. p. 1-16.

PEREIRA, F. M.; NACHTIGAL, J. C. O cultivo da figueira no Brasil e no Mundo. In: CORRÊA, L. S. de.; BOLIANI, A. C. (Ed.) **Cultura da figueira - do plantio à comercialização**. Ilha Solteira: FAPESP, 1999. p. 25-35.

PEREIRA, F.M. **Cultura da figueira**. Piracicaba: Livro ceres, 1981, 73 p.

PEREIRA, C.; SERRADILHA, M. J.; PÉREZ, F.; BALAS, F.; MARTÍN, A.; LOPES-CORRALES, M. Comportamiento agronómico y calidad de la variedad de higuera ‘banane’ cultivada em extremadura. In: RECASENS, I.; GRAELL, J.; ECHEVERRÍA, G. (Orgs.). **Avances en poscosecha de frutas y hortalizas**. Lleida. Universidad de Lleida, 2012. P. 533-538.

PEREIRA, C.; LOPES-CORRALES, M.; PÉREZ, F.; CÓRDOBA, M. G.; MARTÍN, A.; SERRADILHA, M. J. Caracterización fisicoquímica y sensorial de higos de los cultivares ‘cuello de dama blanco’ y ‘albaco’r. In: RECASENS, I.; GRAELL, J.; ECHEVERRÍA, G. (Orgs.). **Avances en poscosecha de frutas y hortalizas**. Lleida. Universidad de Lleida, 2012. P. 539-544.

PIMENTEL GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 15ª ed. Piracicaba: Fealq, 2009. 451p.

PINEDA, D.; SALUCCI, M.; LÁZARO, R.; MAIANI, G; FERRU-LUZZI, A. Capacidad Antioxidante y Potencial de Sinergismo Entre los Principales Constituyentes Antioxidantes de Algunos Alimento. **Revista Cubana de Plantas Medicinales**. Havana, v. 13, p.104-11, 1999.

PÔRTO, D.R. de Q.; NEGREIROS, M.Z. de; MEDEIROS, J.F. de; GONDIM, A.R. de O.; BEZERRA NETO, F. Crescimento do melão ‘Torreon’ cultivado em diferentes coberturas de solo e lâminas de irrigação. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 18, n. 2, p. 232-237, 2005.

PRADO, R.M.; NASCIMENTO, V.M. **Manejo da adubação do cafeeiro no Brasil**. 1.ed. Ilha Solteira: FEIS/UNESP, 2003, 273 p.

PRADO, R.M. **Nutrição de plantas**. Jaboticabal: Editora Unesp, 2008, 401p.

PROEBSTING, E.L.; WARNER, R. M. The effect of fertilizers on yield, quality and leaf composition of figs. **Proceedings of American Society For Horticultural Science**. Alexandria, v.63, p.10-18, 1954.

QUAGGIO, J. A.; RAIJ, B. V.; PIZA JÚNIOR., C. T. Frutíferas: amostragem de folhas e diagnose foliar. In: RAIJ, B. V.; CANTARELA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. (Ed.). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas: Instituto Agrônomo, 1996. p. 123-125.

RAIJ, B. van. **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba: Ceres/POTAFOS, 1991. 343p.

RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. (Ed). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2.ed. rev. e atual. Campinas: Instituto Agrônomo/Fundação IAC, 1997. 285p. (Boletim Técnico, 100).

REICHARDT, K.; TIMM L.C.; **Solo, planta e atmosfera: conceitos, processos e aplicações**. Barueri : Manole, p.323-340, 2004.

RIGITANO, O. **Instruções para a cultura da figueira**. Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas, 1964, p.30 (IAC, Boletim 146).

RIGITANO, O. **A figueira cultivada no Estado de São Paulo**. 1955. 59 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia/Fruticultura) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1955.

RODRIGUES, A. C.; HERTER, F. G.; VERÍSSIMO, V.; CAMPOS, A. D.; LEITE, G. B.; SILVA, J. B. Balanço de carboidratos em gemas florais de dois genótipos de pereira sob condição de inverno ameno. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 28, n. 1, p.1-4, 2006.

ROITSCH, T. EHNEß, R.; GOETZ, M.; HAUSE, B.; HOFMANN, M.; SINHA, A. K. Regulation and function of extracellular invertase from higher plants in relation to assimilate partitioning, stress responses and sugar signalling. **Australian Journal of Plant Physiology**, Collingwood, v. 27, n.4, 815-825, 2000

ROZANE, E. D. **Crescimento e acúmulo de nutrientes em caramboleiras nas fases de hipobíoto, muda e plantas em formação**. 2008. 170f (Doutorado em Agronomia/Produção Vegetal)-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias-UNESP, Jaboticabal, 2008.

ROSOLEM, C. A.; MATEUS, G. P.; GODOY, L. J. G.; FELTRAN, J. C.; BRANCALIÃO, S. R. Morfologia radicular e suprimento de potássio às raízes de molheto de acordo com a disponibilidade de água e potássio, **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa V. 27, n.2, 875-884, 2003.

RUIZ, H.A.; MIRANDA, J.; CONCEIÇÃO, J.C.S. Contribuição dos mecanismos de fluxo de massa e de difusão para o suprimento de K, Ca e Mg a plantas de arroz. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa, v. 23, p.1015-1018, 1999.

SANCHÉZ, M.J; MELGAREJO, P. M.; HERNÁNDEZ, F.; MARTÍNEZ, J.J. Caracterización preliminar morfológica e química de 4 cultivares de higuera (*Ficus carica* L.) em condições homogêneas de cultivo. **Acta Horticulturae**, Brisbane, V. 1, n. 605, p. 33-36, 2003.

SANTOS, R. F.; CARLESSO, R. Déficit hídrico e processos morfológico e fisiológico das plantas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande v.2, n.3, p. 287-294, 1998.

SCALVER, A.; MANACH, C.; MORAND, C. Dietary Polyphenols and the Prevention of Diseases. **Critical Review in Food Science and Nutrition**, Massachusetts. V. 45, p. 287-306, 2005.

SILVA, R.H., ABILIO, V.C., TAKATSU, A.L., KAMEDA, S.R., GRASSL, C., CHEHIN, A.B., MEDRANO, W.A., CALZAVARA, M.B., REGISTRO, S., ANDERSEN, M.L., MACHADO, R.B., CARVALHO, R.C., RIBEIRO, A., TUFIK, S., FRUSSA-FILHO, R. Role of hippocampal oxidative stress in memory deficits induced by sleep deprivation in mice. **Neuropharmacology**, Coventry, v. 46, 895–903, 2004.

SILVA, A. C. da. **Crescimento, produtividade e alocação de reservas da figueira, em diferentes condições de cultivo**. 2011. 126 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Horticultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2011.

SIMÃO, S. **Tratado de Fruticultura**. Piracicaba: FEALQ, 1998. 760p.

SIMÃO, S. **Manual de Fruticultura**. Piracicaba: Ceres, 1971. 534p.

SOLOMON, A., GOLUBOWICZ, S., YABLOWICZ, Z., GROSSMAN, S., BERGMAN, M., GOTTLIEB, H., ALTMAN, A., KEREM, Z., FLAISHMAN, M.A. Antioxidant activities and anthocyanin content of fresh fruits of common fig (*Ficus carica* L.). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Davis, V. 54, 7717–7723, 2006.

SOTO, M. **Bananas: cultivo y comercialización**. 2.ed. San José: LIL, 1992. 674 p.

SOUZA, A. P.; LEONEL, S. Uso da irrigação suplementar em figueira. In: LEONEL, S; SAMPAIO, A. C. (Orgs.). **A figueira**. São Paulo: Editora UNESP, 2011. p. 177-194.

SOUZA, V. F. de; COELHO, E. F. Manejo de fertirrigação em fruteiras. In: FOLEGATTI, M. V. (Coord.). **Fertirrigação: flores, frutas e hortaliças**. Guaíba: Agropecuária, 2001. v.2, p.71-103

SWAIN, T.; HILLS, W.E. The phenolic constituents of *Prunus domestica*. The quantitative analysis of phenolic constituents. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v.19, p. 63-68, 1959.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiología vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 2004, 719 p.

TRICHOPOULOU, A.; VASILOPOULOU, E.; GEORGA, K.; SOUKARA, S.; DILIS, V. Traditional foods: why and how to sustain them. **Trends Food Science. Technology**. 17, 498–504, 2006.

TORÍBIO, F. **Situación del cultivo de la higuera en Extremadura**. Albear nº 3, 46-51, 1993.

VALLEJO, F.; MARÍN, J.G.; TOMÁS-BARBERÁN, F.A. Phenolic compound content of fresh and dried figs (*Ficus carica* L.). **Food Chemistry**. Reading, v. 130, p.485–492, 2012.

VAN GENUCHTEN, M. Th. A closed-form equation for predicting the conductivity of unsaturated soils. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 44, n. 5, p. 892-898, 1980.

VEBERIC, R., COLARIC, M., STAMPAR, F. Phenolic acids and flavonoids of fig fruit (*Ficus carica* L.) in the northern Mediterranean region. **Food Chemistry**. Reading, v. 106, p.153–157, 2008.

WESTGATE, M. E. & GRANT, D. L. T. Water deficits and reproduction in maize. Response of the reproductive tissue to water deficits at anthesis and mid-grain fill. **Plant physiology**, Lancaster, p. 862-867, 1989.

WU, X.; PITTMAN, H.E.; PRIOR, R.L. Fate of anthocyanins and antioxidant capacity in contents of the gastrointestinal tract of weanling pigs following black raspberry consumption. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Davis, v.54, p. 583–589, 2006.

8. ANEXOS

Anexo 1. Valores médios dos nutrientes acumulados na matéria seca da raiz ao longo de 280 dias após a poda das plantas de Figueira Roxo de Valinhos em sistema irrigado (CI) e não irrigado (CII), Botucatu-SP, 2013.

Raiz										
CI	Macronutriente (g planta ⁻¹)						Micronutriente (mg planta ⁻¹)			
DAP	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Mn	Zn
40	0,48	0,07	0,53	0,29	0,08	0,08	2,82	1,00	2,51	0,93
80	0,56	0,08	0,72	0,35	0,10	0,09	2,52	0,98	4,41	1,20
120	0,67	0,10	1,02	0,45	0,13	0,13	4,12	1,26	5,03	1,55
160	1,84	0,34	3,04	1,49	0,41	0,47	12,09	5,26	20,10	6,64
200	1,93	0,27	2,90	1,39	0,38	0,32	11,07	2,36	11,98	3,52
240	1,59	0,21	3,12	1,49	0,34	0,28	11,97	1,67	8,88	3,45
280	0,38	0,08	0,89	0,34	0,09	0,10	1,21	0,48	1,57	0,92
Raiz SI										
40	0,58	0,06	0,38	0,26	0,08	0,07	0,98	1,12	3,90	1,69
80	0,48	0,06	0,57	0,29	0,09	0,07	1,78	0,55	3,13	0,98
120	0,33	0,05	0,44	0,25	0,07	0,07	2,14	0,77	2,84	0,77
160	0,90	0,10	1,08	0,59	0,14	0,13	6,01	1,63	5,74	2,36
200	1,45	0,12	2,36	1,00	0,27	0,21	9,04	1,61	6,79	2,36
240	1,64	0,23	2,97	1,28	0,30	0,29	10,58	2,16	7,85	3,17
280	1,39	0,21	2,12	0,97	0,31	0,26	3,67	1,11	7,50	4,99

Anexo 2. Valores médios dos nutrientes acumulados na matéria seca do caule ao longo de 280 dias após a poda das plantas de Figueira Roxo de Valinhos em sistema irrigado (CI) e não irrigado (SI), Botucatu-SP, 2013.

Caule												
CI	Macronutriente (g planta ⁻¹)						Micronutriente (mg planta ⁻¹)					
DAP	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn	
40	0,58	0,08	0,57	0,43	0,17	0,12	3,98	0,57	18,30	1,48	0,82	
80	0,80	0,12	1,14	0,85	0,23	0,17	4,79	0,57	36,54	3,12	1,40	
120	0,91	0,14	1,31	0,89	0,28	0,19	5,34	0,84	29,69	3,18	1,86	
160	1,58	0,13	1,56	1,11	0,27	0,24	6,75	0,97	92,37	7,11	1,98	
200	2,52	0,42	4,17	2,33	0,97	0,65	29,00	4,85	668,23	14,83	7,45	
240	4,24	0,64	4,34	2,27	1,37	0,98	18,73	3,27	60,39	7,58	9,79	
280	2,42	0,53	5,34	2,83	1,39	0,75	5,23	2,86	259,69	8,62	8,17	
Caule SI												
40	0,86	0,12	0,84	0,65	0,23	0,17	3,90	0,63	25,85	2,31	1,37	
80	0,66	0,10	0,85	0,68	0,21	0,13	3,98	0,44	30,15	2,75	1,15	
120	0,51	0,07	0,63	0,48	0,14	0,11	3,54	0,39	19,37	2,26	0,94	
160	1,87	0,14	1,77	1,29	0,29	0,26	9,54	0,90	55,42	4,11	2,51	
200	1,90	0,26	2,72	1,38	0,61	0,45	15,07	1,90	326,71	7,14	4,92	
240	1,82	0,34	3,04	1,57	0,86	0,61	22,16	2,33	50,74	5,04	5,94	
280	2,21	0,52	3,59	1,77	1,41	0,73	3,48	1,29	147,05	7,24	7,69	

Anexo 3. Valores médios dos nutrientes acumulados na matéria seca do ramo ao longo de 280 dias após a poda das plantas de Figueira Roxo de Valinhos em sistema irrigado (CI) e não irrigado (SI), Botucatu-SP, 2013.

Ramo												
CI	Macronutriente (g planta ⁻¹)						Micronutriente (mg planta ⁻¹)					
DAP	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn	
40	0,39	0,02	0,25	0,13	0,07	0,02	0,37	0,12	4,21	0,82	0,30	
80	0,24	0,02	0,41	0,12	0,08	0,03	0,44	0,10	1,35	0,77	0,32	
120	0,60	0,06	0,75	0,41	0,16	0,08	1,30	0,28	3,00	1,80	1,02	
160	2,65	0,09	1,03	0,66	0,24	0,16	2,94	0,68	5,82	5,06	2,59	
200	2,53	0,32	2,83	1,77	0,65	0,54	19,21	3,13	22,72	10,86	8,13	
240	6,24	1,20	9,73	5,15	1,44	1,46	34,74	3,39	29,07	16,52	13,96	
280	5,79	0,87	7,26	4,77	1,19	1,19	5,92	5,19	40,91	16,00	12,64	
Ramo SI												
40	0,11	0,01	0,06	0,04	0,02	0,01	0,10	0,03	1,18	0,24	0,10	
80	0,08	0,01	0,15	0,04	0,03	0,01	0,18	0,03	1,26	0,37	0,10	
120	0,08	0,01	0,09	0,05	0,02	0,01	0,17	0,05	0,85	0,27	0,12	
160	1,74	0,06	0,74	0,38	0,14	0,12	1,67	0,33	4,72	1,29	1,00	
200	2,49	0,25	3,11	1,64	0,57	0,42	9,52	1,78	14,93	7,71	5,62	
240	4,83	0,49	6,13	2,80	1,04	0,70	16,78	3,28	14,25	10,20	8,68	
280	4,42	0,61	4,79	3,65	0,97	0,88	3,45	2,26	28,96	13,93	9,45	

Anexo 4. Valores médios dos nutrientes acumulados na matéria seca da folha ao longo de 280 dias após a poda das plantas de Figueira Roxo de Valinhos em sistema irrigado (CI) e não irrigado (CI), Botucatu-SP, 2013.

Folha											
CI	Macronutriente (g planta ⁻¹)					Micronutriente (mg planta ⁻¹)					
DAP	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
40	0,34	0,02	0,25	0,18	0,07	0,02	0,38	0,12	7,58	1,42	0,33
80	0,71	0,04	0,51	0,36	0,14	0,05	0,77	0,24	17,15	2,84	0,65
120	1,34	0,08	0,98	1,01	0,24	0,11	1,51	0,28	21,48	6,32	0,98
160	3,00	0,18	2,19	2,97	0,73	0,38	6,68	1,11	41,96	30,36	3,54
200	7,03	0,37	5,36	6,42	1,82	0,68	11,07	3,19	60,34	56,52	6,23
240	5,82	0,42	5,75	4,07	1,19	0,52	13,11	1,53	27,26	20,94	4,45
280	3,69	0,24	3,36	2,15	0,69	0,30	1,86	1,19	34,61	11,21	2,91
Folha SI											
40	0,15	0,01	0,13	0,09	0,03	0,01	0,18	0,05	2,61	0,50	0,12
80	0,31	0,02	0,25	0,16	0,07	0,02	0,37	0,07	7,23	1,00	0,24
120	0,68	0,04	0,35	0,40	0,13	0,04	0,75	0,19	10,02	2,77	0,49
160	1,09	0,16	1,71	2,06	0,50	0,22	3,77	0,97	27,37	8,92	2,63
200	8,64	0,39	7,41	7,53	1,89	0,69	15,06	2,22	68,98	43,57	5,82
240	6,70	0,33	4,48	3,40	0,99	0,41	10,09	1,97	29,83	24,15	3,85
280	3,00	0,17	1,98	1,63	0,55	0,21	1,48	0,70	21,43	10,48	2,29

Anexo 5. Valores médios dos nutrientes acumulados na matéria seca do fruto ao longo de 280 dias após a poda das plantas de Figueira Roxo de Valinhos em sistema irrigado (CI) e não irrigado (CI), Botucatu-SP, 2013.

Fruto											
CI	Macronutriente (g planta ⁻¹)					Micronutriente (mg planta ⁻¹)					
DAP	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
160	0,23	0,03	0,25	0,17	0,05	0,04	0,75	0,15	1,57	1,46	0,53
200	1,28	0,13	1,05	0,65	0,20	0,18	3,40	0,89	6,88	4,78	1,86
240	2,68	0,29	3,27	1,20	0,40	0,29	9,93	1,22	16,85	4,79	3,70
280	2,98	0,32	3,66	1,01	0,40	0,34	4,20	1,95	18,74	4,67	3,47
Fruto SI											
160	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,02	0,01	0,06	0,02	0,02
200	1,17	0,11	1,05	0,61	0,19	0,14	3,26	0,61	4,99	2,49	1,63
240	1,63	0,15	1,61	0,62	0,20	0,18	4,11	0,77	6,14	2,99	1,85
280	1,59	0,23	2,28	0,92	0,33	0,25	3,37	1,09	13,11	5,22	2,86