

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**CRESCIMENTO E ACÚMULO DE NUTRIENTES EM
CARAMBOLEIRAS NAS FASES DE HIPOBIOTO, MUDA E
PLANTAS EM FORMAÇÃO**

Danilo Eduardo Rozane

Engenheiro Agrônomo

JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL

Dezembro de 2008

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**CRESCIMENTO E ACÚMULO DE NUTRIENTES EM
CARAMBOLEIRAS NAS FASES DE HIPOBIOTO, MUDA E
PLANTAS EM FORMAÇÃO**

Danilo Eduardo Rozane

Orientador: Prof. Dr. Renato de Mello Prado

Co-orientador: Prof. Dr. William Natale

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

JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL

Dezembro de 2008

Rozane, Danilo Eduardo
R893c Crescimento e acúmulo de nutrientes em caramboleiras nas fases de hipobioto, muda e planas em formação / Danilo Eduardo Rozane. –
– Jaboticabal, 2001
viii, 161 f.; 28 cm

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2008
Orientador: Renato de Mello Prado
Banca examinadora: Antonio Eneidi Boaretto, Francisco Maximino Fernandes, José Frederico Centurion, José Carlos Barbosa
Bibliografia

1. *Averrhoa carambola*. 2. Nutrição de plantas. 3. Fruticultura. I. Título. II. Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 634.674:631.811

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação – Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação - UNESP, Câmpus de Jaboticabal.

unesp**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA**
CÂMPUS DE JABOTICABAL
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS**CERTIFICADO DE APROVAÇÃO****TÍTULO:** CRESCIMENTO E ACÚMULO DE NUTRIENTES EM CARAMBOLEIRAS
NAS FASES DE HIPOBIOTO, MUDA E PLANTAS EM FORMAÇÃO**AUTOR:** **DANILO EDUARDO ROZANE****ORIENTADOR:** **Dr. RENATO DE MELLO PRADO****Co-Orientador(a):** **Dr. WILLIAM NATALE**Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de DOUTOR em AGRONOMIA
(PRODUÇÃO VEGETAL) pela Comissão Examinadora:**Dr. RENATO DE MELLO PRADO****Dr. ANTONIO ENEDI BOARETTO****Dr. FRANCISCO MAXIMINO FERNANDES****Dr. JOSÉ CARLOS BARBOSA****Dr. JOSÉ FREDERICO CENTURION**

Data da realização: 19 de dezembro de 2008.

Presidente da Comissão Examinadora
Dr. RENATO DE MELLO PRADO

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

Danilo Eduardo Rozane – Nascido em 1º de agosto de 1981, na cidade de Jaboticabal-SP, filho de José Donizete Rozane e Rosa Maria Geronel Rozane. Em março de 2000, ingressou na Universidade Federal de Viçosa, graduou-se Engenheiro Agrônomo, em janeiro de 2005. Em março do mesmo ano, iniciou o Mestrado em Agronomia (Produção Vegetal), como bolsista do CNPq, em setembro obteve a concessão da mesma pela FAPESP. Em setembro de 2006, a bolsa de Doutorado Direto pela FAPESP. É autor/co-autor de mais de 130 publicações, incluindo 20 artigos em periódicos científicos, 4 livros, 4 capítulos de livros e dois prefácios. Participou de 45 eventos científicos, onde divulgou 102 trabalhos. Organizou 4 simpósios brasileiros. Ministrou 10 cursos de curta duração. Co-orientou 5 trabalhos de conclusão de curso, sendo dois de iniciação científica com bolsa concedida pela FAPESP. Participou de 5 bancas de avaliação de trabalhos de conclusão de curso em Agronomia e foi assessor de dois periódicos científicos (*Revista Brasileira de Fruticultura; Ceres*). Atuou em 12 projetos de pesquisa, todos subvencionados por agências de fomento à pesquisa (FAPESP / CNPq / Fundunesp). Participou de dois grupos de pesquisa (*Interação entre Atributos do Solo e Produtividade das Culturas; Grupo de Estudos em Nutrição de Plantas da UNESP - GENPLANT*), ambos cadastrados no CNPq. Ao final do doutoramento, assumiu, por meio de concurso público, cargo de Assistente Agropecuário I na Coordenadoria de Assistência Técnica Integral (CATI), na unidade de desenvolvimento regional de Orlândia-SP. Foi contemplado com bolsa de Pós-doutorado pelo CNPq e pela FAPESP, tendo o Prof. Dr. William Natale como conselheiro, para o desenvolvimento de estudos com CND (*Compositional Nutrient Diagnosis*).

...o bom é inimigo do ótimo..., mas o bom-senso rege que o adequado tem de se fazer satisfatório quando as condições impostas, nem sempre, são permissivas.

*Tu te tornas eternamente responsável
por aquilo que cativas
Antoine de Saint-Exupéry, 1943*

Aos meus pais e irmãos, pelo exemplo, honestidade, amor incondicional, apoio, estímulo e ensinamentos, minha

GRATIDÃO

À minha esposa e filha, companheiras de todas as horas, pela dedicação, apoio, lições... e estímulo, meu

CARINHO

À minha esposa Juliana e a minha filha Maria Eduarda

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus...

À Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - UNESP, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – FCAV, Câmpus de Jaboticabal, pela formação profissional e oportunidades recebidas durante o curso de Pós-Graduação.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, pela concessão da bolsa de Mestrado (Processo 130840/2005-0) essencial para o início do meu curso de Pós-Graduação.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo - FAPESP, pela concessão da bolsa de Mestrado (Processo 2004/11089-3) e de Doutorado Direto (Processo 2006/55570-2) e dos auxílios à pesquisa (Processos 2004/09560-0 e 2006/55569-4), fundamentais para a concretização destas pesquisas.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Renato de Mello Prado, pelo investimento de tempo, recursos, confiança e pela orientação. Com o mesmo apreço.

Ao meu co-orientador (...não! também orientador) Prof. Dr. William Natale. Ao Prof. William e a Dona Marisa não somente pelas orientações e ensinamentos técnicos, pelo investimento de tempo e recursos, pelas oportunidades e confiança, mas principalmente pelos exemplos e ensinamentos de profissionalismo, hombridade, honestidade, estímulo, disponibilidade e amizade com nós três, acrescentando valores (hoje infelizmente raríssimos fora do âmbito familiar) em nossa formação moral. Com a mesma estima e gratidão, que temos com os Senhores.

Ao Prof. Dr. Antonio Enedi Boaretto, pelos ensinamentos, incentivos e oportunidades suscitadas para mim durante a Pós-Graduação e pelas sugestões construtivas apresentadas a esta tese.

Ao Prof. Dr. Francisco Maximino Fernandes e ao Prof. Dr. José Frederico Centurion, pelas críticas e sugestões construtivas dadas a esta tese.

Ao Prof. Dr. José Carlos Barbosa, pela colaboração sempre prestativa nas análises estatísticas dos trabalhos, pelas críticas e sugestões construtivas dadas a esta tese.

Ao Prof. Vitório Barato Neto, pelas correções gramaticais da tese.

A todos os meus familiares, em especial aos meus avós paternos Reinaldo e Thereza e aos meus avós maternos Adelino (*in memoriam*) e Aparecida, pelo exemplo de luta e carinho e pelo apoio nesta caminhada.

No transcorrer deste curso e nas etapas que a ele antecederam, convivi e partilhei com inúmeras pessoas extraordinárias, das quais recebi muitas orientações e ajuda. Na possibilidade de esquecer algum desses nomes, prefiro dizer a todos:

MUITO OBRIGADO!

SUMÁRIO

	Páginas
RESUMO.....	02
ABSTRACT	04
1. INTRODUÇÃO	06
2. REVISÃO DE LITERATURA	08
2.1. Perspectivas da fruticultura.....	08
2.2. Aspectos gerais da caramboleira.....	09
2.3. Adubação e nutrição da caramboleira	16
2.4. Irrigação.....	23
3. MATERIAL E MÉTODOS	30
3.1. Experimento em casa de vegetação: hipobioto de caramboleira.....	30
3.2. Experimento em casa de vegetação: mudas de caramboleiras.....	32
3.3. Experimento em campo: plantas em formação de caramboleiras	34
3.4. Tratamento estatístico	40
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	42
4.1. Crescimento e acúmulo de nutrientes em hipobioto de caramboleira	42
4.2. Crescimento e acúmulo de nutrientes em mudas de caramboleiras	57
4.3. Crescimento e acúmulo de nutrientes em plantas em formação de caramboleiras	80
5. CONCLUSÕES	115
6. IMPLICAÇÕES.....	116
7. REFERÊNCIAS.....	118
8. APÊNDICES.....	138

CRESCIMENTO E ACÚMULO DE NUTRIENTES EM CARAMBOLEIRAS NAS FASES DE HIPOBIOTO, MUDA E PLANTAS EM FORMAÇÃO

RESUMO – O Brasil é um dos maiores produtores de carambola do mundo, entretanto há poucas informações científicas, especialmente estudos de nutrição mineral. Objetivando-se contribuir com o conhecimento de nutrição mineral da caramboleira, desenvolveram-se estudos que permitissem avaliar o crescimento e o acúmulo de nutrientes na frutífera nas fases de hipobioto (porta-enxerto), muda e plantas em formação. Foram realizados dois experimentos em casa de vegetação em hidroponia, nas fases de hipobioto e mudas de caramboleira, na Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho” - UNESP, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – FCAV, Câmpus Jaboticabal, Brasil, coordenadas de 21° 15' 22" sul, 48° 18' 58" oeste e altitude de 615 m. O experimento com hipobioto foi realizado no período de agosto a dezembro de 2005, tendo cinco tratamentos constituídos por épocas de coleta: 25, 50, 75, 100 e 125 dias após o transplântio e seis repetições, disposto em delineamento inteiramente casualizado. O experimento realizado com as mudas foi desenvolvido, no período de março a junho de 2006, em parcelas subdivididas, com três repetições, tendo como parcelas duas cultivares de caramboleira (B-10 e Golden Star) e, como subparcelas cinco épocas de coletas de plantas: 208, 233, 258, 283 e 308 dias após o transplântio para a solução nutritiva, disposto em delineamento inteiramente casualizado, com três repetições. Em ambos os experimentos, avaliaram-se, em todas as coletas, a altura da planta, o diâmetro do caule e a área foliar. Em seguida, as plantas foram divididas em raízes, caule e folhas, determinando-se a massa da matéria seca e o teor de nutrientes nos referidos órgãos. O experimento realizado a campo foi desenvolvido de outubro de 2006 a novembro de 2008, em área experimental da FCAV/UNESP, Câmpus Jaboticabal, em Latossolo Vermelho eutrófico típico (Eutrústox). O experimento foi realizado em parcelas subdivididas, tendo como parcelas 2 níveis de irrigação (com e sem); subparcelas 2 cultivares (B-10 e Golden Star) e como subsubparcelas 6 épocas de coletas de plantas, realizadas no momento

da instalação (22-02-2007); e as demais, aos 120, 240, 360, 480 e 600 dias após o transplântio para o campo, disposto em delineamento inteiramente casualizado, com seis repetições. A irrigação por microaspersão foi manejada utilizando-se a tensiometria, quando consumido 30% da água disponível do solo. Em todas as coletas, avaliaram-se a altura da planta e diâmetro do caule a 0,10 e 0,40 m do solo. Pelos resultados, concluiu-se que houve influência do tempo de cultivo no crescimento e no acúmulo de nutrientes em hipobioto, mudas e plantas em formação de caramboleiras. A ordem decrescente dos nutrientes exportados em cada hipobioto produzido foi de: N > K > Ca > Mg > S > P > Fe > Mn > B > Zn > Cu. O acúmulo médio maior nas folhas > caule = raízes. O período de maior exigência esteve compreendido entre 25 – 75 dias após o transplântio. A ordem decrescente dos nutrientes exportados em cada muda de 'B-10', no final do período experimental, foi de: N > K > Ca > Mg > S > P > Fe > Mn > B > Cu > Zn. Para 'Golden Star', foi de: N > K > Ca > Mg > P > S > Fe > Mn > B > Cu > Zn. Para as duas cultivares o acúmulo médio, foi maior nas raízes > folhas > caule. O período de maior exigência para 'B-10' foi entre 208 – 233 e 258 – 283 dias após o transplântio e, para 'Golden Star', entre 233 – 283 dias após o transplântio. Para as plantas em formação no regime irrigado, as cultivares avaliadas apresentam menor Taxa de acumulação líquida organogênica no caule, no período de 480 a 600 dias após o transplântio, sugerindo que há translocação de nutrientes para o caule, anterior à queda das folhas.

Palavras-Chave: *Averrhoa carambola* L., frutífera, marcha de absorção, nutrição de plantas, taxa de absorção.

GROWTH AND NUTRIENTS ACCUMULATION IN STAR FRUIT TREES IN THE 'HIPOBIOTO', SEEDLING AND ORCHARD IN FORMATION

SUMMARY – Brazil is one of the greatest star fruit producers in the world; however, there is little scientific information, especially mineral nutrition studies which contributes to the production. Aiming to contribute to the star fruit knowledge in the field of mineral nutrition, researches were developed to evaluate the growth and the nutrients accumulation in the 'hipobioto', seedling and orchard in formation under irrigation conditions. Two experiments were accomplished at greenhouse in hydroponics at the São Paulo State University - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias 'Julio de Mesquita Filho', Jaboticabal Campus, with coordinates of 21° 15' 22" South, 48° 18' 58" West and 615 m of altitude. The experiment with 'hipobioto' was accomplished in the period from August to December 2005 and it was constituted by an experiment with five treatments that referred to the collection time 25, 50, 75, 100 and 125 days after the transplanting and six repetitions, deposited in an completely randomized design. The seedlings experiment was accomplished in the period from March to June 2006, in slipt plots with three replications. As a plot, it was used two star fruit cultivars ('B-10' and 'Golden Star') and, as a slipt plot, the five collection of plants accomplished by 208, 233, 258, 283 and 308 days after the transplanting for the nutritious solution, disposed in completely randomized design with three replications. It was evaluated, in both experiments, the plant height, the stem diameter, and the leaf area in all collections. After that, the plants were divided in roots, stem and leaves, determining the mass of the dry matter and the nutrients content in the referred organs. The experiment was accomplished on the field from October 2006 to November 2008, in an experimental area of the FCAV/UNESP, Jaboticabal Campus, in Eustrtox. The experiment was accomplished in split-split plots, having 2 levels of irrigation (with and without) as plots; split plots 2 cultivars (B-10 and Golden Star) and, as split-split plots, 6 collection of plants, accomplished at the moment of the installation (February 22, 2007) and the other ones by 120, 240, 360, 480 and 600 days after the transplanting for the field, disposed in

completely randomized design, with six replications. The irrigation management was done by tensiometry only when 30 % of the available soil water was consumed. In all collections it was evaluated the plant height; stem diameter from 10 and 40 cm distant from the soil. The experimental results allowed us to conclude that there was influence of the time of cultivation on the growth and in the nutrients accumulation in 'hipobioto', seedlings and plants in formation of star fruit trees. The decreasing order of exported nutrients in each produced 'hipobioto' was $N > K > Ca > Mg > S > P > Fe > Mn > B > Zn > Cu$. The highest medium accumulation in the leaves $>$ stem = roots. The period of highest demand was from 25 – 75 days after the transplanting. The decreasing order of exported nutrients in each 'B-10' seedling in the end of the experimental period was: $N > K > Ca > Mg > S > P > Fe > Mn > B > Cu > Zn$. For the 'Golden Star' was: $N > K > Ca > Mg > P > S > Fe > Mn > B > Cu > Zn$. For both cultivars, the medium accumulation was higher in the roots $>$ leaves $>$ stem. The period of highest demand for 'B-10' was between 208 – 233 and 258 - 283 days after the transplanting and, for 'Golden Star', between 233 – 283 days after the transplanting. For the plants in formation under the irrigated condition, the evaluated cultivars present minor tax organogenic liquid accumulation in the stem in the period from 480 to 600 days after the transplanting suggesting that there is transference of nutrients for the stem, before the falling of leaves.

Keywords: *Averrhoa carambola* L., fruit tree, absorption march, plants nutrition accumulation, absorption rate.

1. INTRODUÇÃO

A caramboleira (*Averrhoa carambola* L.) pertence à família Oxalidaceae. É uma frutífera originária do continente asiático e foi introduzida no Brasil no início do século XVIII.

O Brasil é um dos maiores produtores de carambola do mundo, sendo grande parte da produção proveniente de pequenos pomares, o que atende a um dos aspectos mais importantes da agricultura, o social, permitindo a fixação do homem no campo.

Além de os frutos da caramboleira atenderem às principais características das frutas tropicais apreciadas em todo o mundo, como a cor, o sabor, o aroma e as propriedades nutricionais, eles se destacam pela sua beleza exótica e única na natureza, o que os torna bastante atrativos ao consumidor.

A marcha de acúmulo de nutrientes fornece informações sobre a exigência nutricional das plantas em sua fase de ontogênese, indicando épocas adequadas à adição destes, permitindo planejar métodos racionais de cultivo e de aplicação de fertilizantes. Entretanto, o acúmulo de nutrientes pelas plantas é função de características genóticas de cada espécie, da fase de desenvolvimento da cultura (hipobioto, muda e plantas em formação/produção), como, também, de fatores externos que condicionam a absorção de nutrientes pelas plantas, especialmente a água disponível no solo. Estes fatores de produção influenciam na disponibilidade no solo e na absorção dos nutrientes, conseqüentemente no desenvolvimento da planta e na produção de frutos.

Em vista da expansão da cultura da caramboleira, bem como da crescente popularização do fruto nos mercados consumidores interno e externo, e considerando-se a falta de informações científicas no que se refere à área agrícola no Brasil, especialmente estudos de nutrição mineral referentes à marcha de absorção de

nutrientes da caramboleira respeitando as diferentes fases de desenvolvimento da cultura.

Desta forma, tem-se a hipótese de que o crescimento e o acúmulo de nutrientes em hipobioto, mudas e plantas em formação de caramboleiras poderiam ser influenciados pelo tempo de cultivo.

Objetivando-se contribuir para a ampliação do conhecimento em nutrição mineral da caramboleira, desenvolveram-se estudos que permitem avaliar o crescimento e o acúmulo de nutrientes em hipobioto, mudas e plantas em formação de caramboleiras.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Perspectivas da fruticultura

A participação do Brasil no mercado externo de frutas tem aumentado consideravelmente e com potencial para crescer ainda mais. A constante ascensão dos dados de exportação brasileira é resultado da combinação de avanços tecnológicos do setor produtivo e de acesso a novos mercados consumidores.

No atual cenário mundial de produção de frutas, referente ao ano-base de 2006, o Brasil ocupa o 12º lugar, com 500 milhões de toneladas por ano, ultrapassado pelo México e Colômbia, 11º e 10º lugares, respectivamente, com produções de 570 e 666 milhões de toneladas por ano; no entanto, estão muito aquém da Índia, que ocupa o 1º lugar, com produção superior a 9,5 bilhões de toneladas por ano (FAO, 2008).

Em 2006, a produção mundial e a área plantada com frutas aumentaram 13 e 11 %, respectivamente, entre 1996 e 2006. A produtividade mundial, no entanto, manteve-se próxima de 6,9 toneladas por ha por ano. Contudo, o Brasil obteve, no mesmo período, incremento de produtividade superior a 76 %, atingindo, em 2006, 13,2 toneladas por ha por ano, representando aumento superior a 90 % da média mundial para o mesmo ano. Entretanto, apesar do aumento na eficiência produtiva ao longo dos anos, o Brasil está em 12º lugar no *ranking* mundial, atrás da Indonésia e da Nova Zelândia, que ocupam o 11º e o 10º lugares, com produtividades de 13,4 e 14,1 toneladas por ha por ano, respectivamente, e distante de Cuba, que ostenta o 1º lugar, com produtividade de 21,6 toneladas por ha por ano (FAO, 2008).

Um dos principais fatores para esse desempenho foi o aumento da demanda por alimentos saudáveis, ricos em vitaminas e sais minerais. Com isso, a receita mundial

com exportação de frutas cresceu 62 % no período de 10 anos analisado, levando em conta a média dos triênios (1993/95 e 2003/05). Esse aumento deve-se à abertura de novos mercados consumidores e a maior eficiência nos meios de distribuição, o que permite a entrega de um produto de qualidade, sem danos, e com preço competitivo (IBRAF, 2008).

Assim, há possibilidade de expansão da atividade frutícola brasileira com a implantação de novas áreas e/ou expansão das já existentes, o que beneficiará o tradicional cultivo e aptidão da região. Ressalta-se, no entanto, a necessidade de investimentos nas áreas técnica, mercadológica e de infraestrutura.

O consumo de frutas está aumentando graças, entre outros aspectos, a uma preocupação cada vez maior com a saúde e o bem-estar. Isso pode levar a novos aumentos na produção e exportação mundial, principalmente nos países produtores do Hemisfério Sul, que abastecem os do Norte no período de entressafra. A demanda por frutas também está aliada à elevação da renda dos consumidores, à urbanização e a melhores níveis de informação e educação (CEPEA, 2008).

Vários autores (PIZA JÚNIOR, 1994; SIMÃO, 1998; FERNANDES, 2006; SPADOTTO & RIBEIRO, 2006) enfatizam que o Brasil vem experimentando um crescimento acelerado no setor frutícola, na tentativa de melhor atender à demanda do mercado interno e aumentar a participação no mercado externo, resultando em benefícios para a economia dos Estados em função dos elevados rendimentos, além da geração de empregos. As frutíferas são caracteristicamente mais rentáveis que as culturas de grãos, empregando, habitualmente, mais trabalhadores por hectare cultivado (PIZA JÚNIOR, 1994). Dessa forma, é indiscutível a importância socioeconômica dessa atividade agrícola.

2.2. Aspectos gerais da caramboleira

Um dos primeiros relatos sobre a caramboleira na literatura ocidental foi publicado por Robert Bruce, em 1785, no *Philosophical Transactions of the Royal*

Society of London, considerado também o primeiro periódico científico do mundo, descrevendo as folhas e as flores da planta. Segundo Bruce (1785), a descrição genérica das plantas do gênero *Averrhoa*, feita pelo botânico sueco Linnæus (1707 – 1778), da região conhecida como Bengala, localizada entre Índia e Bangladesh, das quais ele só conheceu as exsicatas, não era suficientemente acurada. A descrição da caramboleira aparece também em *Flora brasiliensis*, obra produzida entre 1840 e 1906 pelos editores Carl Friedrich Philipp von Martius, August Wilhelm Eichler e Ignatz Urban, com a participação de 65 especialistas de vários países. Apresenta taxonomia de 22.767 espécies, sendo que no volume XII, publicado em 01-12-1877, parte II, fascículo 74, coluna 520, aparece a descrição em latim da espécie *Averrhoa carambola* L. (von Martius et al., 1877) (citado por OLIVEIRA, 2007).

Na classificação taxonômica atual, a caramboleira (*Averrhoa carambola* L.) pertence à divisão Magnoliophyta, classe Magnoliopsida, subclasse Rosidae, ordem Geraniales, família Oxalidaceae (USDA, 2006). É uma frutífera considerada originária do continente asiático, porém, por não haver relatos sobre a existência nesse continente de plantas em estado selvagem, ainda há dúvidas sobre o local preciso de sua origem. Alguns autores indicam a Malásia e a Indonésia, mais precisamente as Ilhas Molucas, como centros de origem; outros, no entanto, citam a Índia e o Sri Lanka (GALÁN SAÚCO et al., 1993 e NAKASONE & PAULL, 1998). Acredita-se que a caramboleira tenha sido introduzida no Brasil com a chegada, em 1811, do agrônomo francês Paul Germain, que a trouxe de cultivos na Guiana Francesa para o extinto Jardim da Aclimação em Olinda, Pernambuco, de onde se difundiu para todo o litoral do País (Granato, 1919, citado por ARAÚJO & MINAMI, 2001).

Dentre as principais características das frutas tropicais, apreciadas em todo o mundo, estão a cor, o sabor, o aroma e as propriedades nutricionais. Além desses aspectos, os frutos da caramboleira destacam-se pelo formato exótico e único na natureza, o que os tornam bastante atrativos ao consumidor. Segundo MACLEOD & AMES (1990), a carambola possui mais de 200 componentes voláteis como ésteres e lactose que, associados aos carotenoides, tornam-se precursores de quatro isômeros de Metilanthranilate, conferindo aroma e sabor peculiares à fruta. O aroma da

carambola foi atribuído ao acetato de etileno e ao n-etileno-butanoate (WILSON et al., 1985). MAHATTANATAWEE et al. (2006), avaliando 53 combinações dos componentes voláteis de frutos da caramboleira, observaram que somente o benzoato de metil e o benzoato de etileno são aromas ativos, o que confere atividade ao seu odor característico, sendo que estes ésteres compõem provavelmente o atributo doce à fruta.

LENNOX & RAGOONATH, (1990) indicam que os principais produtores mundiais de carambola incluem áreas do norte da Ásia, Malásia, Singapura, Taiwan, Havaí, Brasil, Guianas, China e os estados Americanos da Flórida e da Califórnia. AL-YAHYAI (2004) cita que os principais produtores mundiais de carambola são a Indonésia, Malásia, Taiwan, Tailândia; produtores emergentes são Brasil, México e países caribenhos, estando a estimativa da produção mundial de frutos de carambola entre 150 a 200 mil toneladas por ano.

A carambola é também conhecida, vulgarmente, como: Star fruit, Bilimbi e Cucumber tree (Estados Unidos); Belimbing asam, Blimbing wuluh, Blimbing buluk (Indonésia e Malásia); Carambolier, Cornichonier (França); Miliampère fueng, Taling pling (Tailândia); Fuang (Laos); Khê tau (Vietnam); Kamias, Iba (Filipinas); Trânlông tong (Camboja) (FAO, 2001).

A caramboleira possui características ecológicas peculiares, adaptando-se bem a inúmeras condições de solo, desde que bem drenados (OCHSE et al., 1966). Porém, para melhor desenvolvimento, seu cultivo deve ser realizado em solo profundo, fértil, de textura média e com alto teor de matéria orgânica (CORONEL, 1983). Seu crescimento é favorecido entre altitudes do nível do mar a 500 m em áreas que possuem distribuição regular de chuva ao longo do ano (OCHSE et al., 1966). MANIPON (1972) evidencia, porém, sua tolerância a períodos longos de seca, o que, possivelmente, deve estar relacionado ao seu sistema radicular profundo.

MORTON (1987), em sua ampla pesquisa, sugere que a caramboleira deveria ser classificada como tropical e subtropical, pois árvores adultas podem tolerar temperaturas baixas por períodos curtos e podem suportar pequenos danos a temperaturas de até 2,78° C. A árvore sobrevive em locais adversos, a exemplo, o norte dos Estados Unidos, podendo prosperar em elevação de até 1.200 m de altitude na

Índia. A caramboleira precisa de umidade e precipitação distribuídas com relativa uniformidade durante todo o ano. Na Austrália, há informação de que a qualidade da fruta é melhor em locais em que a pluviosidade anual é maior que 1.800 mm.

NGAH et al. (1989) informaram que a faixa de temperatura do ar adequada para o crescimento da caramboleira está entre 21 e 32°C.

GALÁN SAÚCO et al. (1993) citam que a planta tem crescimento lento, com altura de aproximadamente 8 a 9 m, embora alguns exemplares mais vigorosos possam atingir 12 a 15 m.

Sendo a idade de até 25 anos, considerado o período economicamente viável para esta espécie, iniciou-se a seleção das variedades cultivadas de caramboleira a partir das décadas de 1930 a 1940, sendo classificadas atualmente em dois grupos: doce e ácida (POPENOE, 1924). Segundo CAMPBELL & MARTE (1990), as principais características para seleção varietal são a alta produção, aparência atrativa, boa qualidade interna, resistência ao estresse da colheita, manuseio e transporte dos frutos.

No Brasil, a caramboleira é considerada uma planta exótica, sendo cultivada em todo o País, principalmente nas regiões mais quentes e sem ocorrência de geadas (BASTOS, 2004).

Embora não haja dados estatísticos sobre sua área e produção, no Brasil sabe-se que a maior contribuição provém de pequenos pomares, sendo exportada por via aérea para a Europa, e a parcela restante segue para o mercado de São Paulo (DONADIO, 1989). No principal Estado produtor (São Paulo), o município de Mirandópolis destaca-se com a maior produção. A caramboleira, porém, é ainda cultivada pela maioria dos produtores com baixa tecnologia (SEKIYA & CUNHA, 1999), o que explicaria a variação da produtividade de 15 a 60 t ha⁻¹, relatada por BASTOS (2004).

Nas condições brasileiras, PRADO et al. (2007) observaram que a produtividade da caramboleira varia em função dos tratos culturais e idade, podendo plantas jovens atingir 45 t ha⁻¹ de frutos desde que atendidas as exigências nutricionais. NATALE et al. (2008) alcançaram, em plantas adultas de caramboleira, produtividade de 123,5 t ha⁻¹.

Para condições americanas, o potencial de rendimento anual da caramboleira varia de 4,5 a 18,0 kg da fruta por planta, nos primeiros anos de produção (plantas com 2 a 3 anos de idade), de 45 a 68 kg por planta em árvores com 5 a 6 anos e de 112 a 160 kg por planta naquelas com 7 a 12 anos de idade (CAMPBELL 1989; CRANE, 1993,1994).

A carambola é consumida principalmente, fresca ou na forma de sucos, geleias, compotas, doces caseiros e saladas (OLIVEIRA et al., 1989). A parte comestível representa 99 % da massa total da fruta, e as sementes, 1 % (NARAIN et al., 1988).

Em estudo recente, realizado na Universidade da Flórida (EUA), SIMONNE et al. (2007) demonstraram que os frutos de caramboleira apresentam baixos teores calóricos e são ótima fonte de potássio e vitamina C. Oferecem também pequenas quantidades de outros minerais e vitaminas. Uma porção de 100g de carambola *in natura* contém 91 % de água, 45 calorias, traços de proteínas e gorduras, 11 g de carboidratos, 29 mg de vitamina C e 223mg de potássio.

Sabe-se também que o sumo das sementes pode ser utilizado para remover manchas; as flores são consumidas em saladas, as folhas estão presentes na farmacopeia indígena, o suco, além de saudável, pode ser utilizado como febrífugo, antiescorbútico e antidisentérico (DONADIO et al., 2001).

Entretanto, é oportuno salientar o fato, ainda pouco conhecido, em relação ao consumo da carambola e sua neurotoxicidade em pacientes renais crônicos. O primeiro relato foi feito por MARTIN et al. (1993), que descreveram um surto de soluços incoercíveis em pacientes submetidos a tratamento de hemodiálise. De acordo com MOYSÉS NETO et al. (2003, 2005), observado em todos os relatos, o soluço não responde aos tratamentos convencionais e inicia-se em tempo variável depois da ingestão da fruta, de ½ a 10 h, em média de 2 a 3 h. A quantidade de fruta ingerida que provoca os sintomas pode variar, desde pequenos pedaços, até ingestão maior, em um determinado tempo, equivalente a 500 mL de suco. Em seguida ao aparecimento dos soluços, grande parte dos pacientes apresenta vômitos, podendo evoluir para confusão mental e progressivamente para o coma, estados epiléticos, choque e até óbitos (MOYSÉS NETO et al., 2003, 2005).

O quadro clínico apresentado por pacientes intoxicados pela ingestão de carambola ou de seus derivados evidencia acentuada alteração no funcionamento do sistema nervoso central, indicando a existência de composto neurotóxico no fruto.

CECCHINI (2000) indica que a neurotoxina age especificamente na liberação do L-glutamato e no aumento da recaptção de GABA em sinaptosomas corticais de cérebro de rato. De acordo com MOYSÉS NETO et al. (2003, 2005), a purificação da neurotoxina foi realizada por meio de separações cromatográficas clássicas, que resultaram no isolamento completo desse composto, que possui baixo peso molecular, solúvel em H₂O e termoestável, cuja estrutura está sob investigação corrente.

Recentemente, postulou-se que a intoxicação por carambola pudesse ser decorrente das ações do ácido oxálico, presente em grandes quantidades nesse fruto [Chen et al. (2001) citados por TSE et al. (2003)]. Entretanto, o ácido oxálico possui características cromatográficas diferentes daquelas determinadas para a neurotoxina isolada. Além disso, análises em cromatografia líquida de alta pressão, acoplada à espectrometria de massa por electrospray, sugerem que a neurotoxina apresenta massa molecular de 255,1. Por outro lado, a massa molecular do ácido oxálico é 90,06, demonstrando, definitivamente, serem substâncias diferentes (MOYSÉS NETO et al., 2003, 2005).

ANDRADE & MARTINS (2007) realizaram a descrição botânica do aspecto foliar das cultivares de caramboleira Arkin, B-10, Golden Star e Hart. 'Arkin', 'B-10' e 'Golden Star' apresentaram folha composta, glabra, folíolos pinados, de coloração verde-clara brilhante na face superior e opaca na inferior, de tamanho menor na base e maior no ápice; pecíolo predominantemente alterno na ráquis; nervura principal com secundárias alternas; sem ondulação; sem curvatura, e a 'Hart' diferenciou-se somente pela coloração verde-escura brilhante na face superior das folhas.

De acordo com BASTOS (2004), o preço da carambola é sazonal, variando com a época e oferta/procura internacional, registrando picos de até US\$ 25 para a caixa de 2kg (tipo exportação). Atualmente, segundo dados da CEASA (2008) de Campinas, o preço da carambola, em janeiro (plena safra), variou de R\$ 5,00 a 7,00, ficando em média a R\$ 6,00 /kg da fruta, ou seja, R\$ 0,50 acima da média de valor praticado em

2007. O preço praticado na entressafra é superior a este, mas não divulgado pelos órgãos oficiais. Com isso, considerando uma produtividade de 45 t ha^{-1} , o produtor pode ter ganho bruto de até 270 mil reais por hectare, se praticar a venda direta ao consumidor. Este lucro é cerca de 17,5 vezes superior ao da goiaba e 76,5 vezes ao da laranja para a mesma área (Adaptado de ROZANE et al., 2003).

MAZAK & DEGNER (1994) indicam que a quantidade de empresas (71) que participam da comercialização mundial da carambola está próxima às das frutas *in natura* de maior expressão na exportação brasileira, que são a manga e o mamão, as quais somam 75 empresas para ambas as frutas. Cerca de 75 % das empresas que praticam a comercialização da carambola, compram-na nos estados americanos da Flórida, Califórnia e Havaí, além de Malásia, América do Sul e México. KNIGHT & CRANE (2002) e CRANE (2007) observaram que as empresas que praticam a comercialização de frutos tropicais exóticos nos mercados dos Estados Unidos e da Europa, praticam a comercialização da carambola. Os autores concordam que tal atratividade para as empresas praticarem a comercialização da carambola deve-se ao fato de esta fruta ser, juntamente com o mamão, as frutas exótica de maior valor no mercado da Flórida, além da alta aceitação pela população, principalmente em relação às cultivares do tipo doce. CRANE (2007) relaciona o aumento do consumo de carambola nos Estados Unidos com a crescente familiarização dos consumidores americanos com a fruta.

Contudo, políticas que facilitem a exportação são fundamentais, pois pesquisas realizadas por DEGNER et al. (1997) constataram que o maior consumo de carambolas ocorre nos feriados, geralmente compreendidos entre dezembro e março, na China, Japão, Filipinas, Vietnã, Coreia e Índia. O sul da Flórida é a principal região produtora de carambola dos Estados Unidos e que abastece estes países; no entanto, as baixas temperaturas que ocorrem no sul da Flórida durante os meses de dezembro a março, frequentemente afetam o crescimento e a produção dos pomares (CAMPBELL et al., 1985). Este período coincide com a produção brasileira, o que poderia proporcionar o preenchimento da lacuna na produção dos Estados Unidos para as exportações da fruta *in natura*.

Tal problema técnico já está sendo suprido com pesquisas realizadas por NÚÑEZ-ELISA & CRANE (2000) em pomares de carambola 'Arkin', no sul da Flórida, onde os autores indicam que a poda, no início de março, ou a remoção da colheita de inverno (novembro/dezembro), possibilita a produção da fruta quase livre de geadas, o que também viabiliza a produção de carambola durante o ano todo. Contudo, KOHOUT & CRANE (2004) atentam que a técnica indicada por NÚÑEZ-ELISA & CRANE (2000) possa diminuir a qualidade dos frutos.

Experimentos de armazenamento de frutos evidenciaram que as carambolas indicaram os primeiros sinais de injúria após 4 semanas em temperaturas de 10° C; 3 semanas a 15,5° C; 2 semanas a 21° C, porém, ao final de todos os tratamentos, a qualidade das vitaminas havia sido preservada (MORTON, 1987). TEIXEIRA & DURIGAN (2006) observaram efeito benéfico na diminuição da respiração em 69 % e, conseqüentemente, a manutenção das características iniciais (^oBrix, Sólidos solúveis, pH e perda de massa fresca), quando se empregou o 1-metilciclopropeno na concentração de 1.000 $\eta\text{L L}^{-1}$, por um período de 10 dias.

2.3. Adubação e nutrição da caramboleira

Uma das formas de se avaliar a necessidade de pesquisas e/ou o grau de interesse dos mercados produtores e consumidores por determinada espécie de fruta é medir o número de artigos científicos publicados. Esse é um procedimento utilizado por órgãos governamentais de alguns países desenvolvidos com o intuito de disponibilizar uma base de dados consistente para produtores que se mostrem interessados em iniciar o plantio de frutíferas que não estejam tradicionalmente estabelecidas no mercado. Na Austrália, pesquisadores da Universidade de Queensland utilizaram esse critério e compilaram o número de publicações, ao longo de 27 anos, a respeito de 4.200 espécies de plantas que poderiam ser potencialmente úteis para o país. A pesquisa na base de dados AGRÍCOLA (1970 a 1996) indicou que, no período de 1970 a 1979, praticamente não havia publicações a respeito da carambola; de 1980 a 1989,

publicou-se um número estável e diminuto (menos de cinco artigos por ano); o número máximo de publicações (16) ocorreu em 1992, com declínio a partir dessa data (FLETCHER, 2001).

Na literatura, existem alguns estudos relacionados à nutrição e adubação da caramboleira, entretanto não foram encontradas, no Brasil, informações experimentais consistentes sobre o crescimento e o acúmulo de nutrientes nas fases de ontogênese da caramboleira.

LEAL et al. (2007) avaliaram os efeitos da adubação nitrogenada na implantação e na formação de um pomar de caramboleiras 'B-10'. Observaram que, no terceiro ano da experimentação, as doses entre 110 e 180 g de N por planta proporcionaram o maior crescimento da frutífera, mais elevado teor foliar de N, leitura SPAD e produção.

ROZANE et al. (2007), estudando porta-enxertos de caramboleira em hidroponia, em diferentes soluções nutritivas, observaram que as eficiências nutricionais, em especial a eficiência de transporte, foram as mais afetadas, comparativamente às eficiências de absorção e utilização de macronutrientes.

Essas diferenças genotípicas envolvidas na nutrição mineral podem ser explicadas, de acordo com GERLOFF & GABELMAN (1983), por aspectos morfológicos e fisiológicos relacionados à absorção de nutrientes. Dentre os aspectos morfológicos, têm-se: diâmetro e comprimento de raízes, formação de pelos radiculares e relação superfície de raiz/unidade de massa da parte aérea. Os aspectos fisiológicos incluem os fatores que descrevem a cinética de absorção, incluindo I_{max} (taxa máxima de influxo líquido), K_m (constante de Michaelis-Menten) e C_{min} (concentração mínima abaixo da qual não mais ocorre influxo líquido).

MILLER-LHLI (1996) avaliou a concentração de alguns nutrientes contidos em frutos de caramboleira comercializados nos Estados Unidos. A concentração em frutos *in natura*, em mg por 100 g, foi de: Ca = 2,70; Cu = 0,026; Fe = 0,104; K = 124; Mg = 8,87; Mn = 0,035; Na = 1,14; Zn = 0,133. CHATTOPADHYAY & GHOSH (1994) estudaram a concentração de nutrientes durante o florescimento e o desenvolvimento do fruto de caramboleira. A concentração de nutrientes variou com o desenvolvimento da planta. Nos frutos maduros, as concentrações foram de: N = 1,43; P = 0,336; K =

0,65; Fe = 3,8; Mn = 0,121; Zn = 1,62; Cu=2,48, todos em mg por 100 g. De acordo com NAKASONE & PAULL (1998), a carambola remove, em cada tonelada de fruto produzido: 1,02; 0,12; 1,58; 0,10; 0,10 e 0,05 kg, N, P, K, Mg, S e Ca, respectivamente. Por estes resultados, nota-se que o potássio e o nitrogênio são os nutrientes mais exportados pela cultura, de forma que sua reposição nas adubações posteriores é fundamental.

FERGUNSON & CRANE (1995), estudando caramboleiras em solução nutritiva completa, observaram que os teores de N na planta foram de 25 g kg^{-1} , ao passo que, no tratamento com omissão de N o teor do elemento foi de 13 g kg^{-1} . Nas plantas em que houve omissão de N os autores observaram perda de vigor com amarelecimento uniforme das folhas e redução de tamanho. MALAVOLTA (2006) cita que o nitrogênio é um dos elementos minerais requeridos em maior quantidade pelas plantas e o que mais limita o crescimento, pois participa da constituição de proteínas, ácidos nucleicos e muitos outros importantes constituintes celulares, incluindo membranas e diversos hormônios vegetais, influenciando na formação e no desenvolvimento de gemas floríferas e frutíferas, maior vegetação e perfilhamento.

DONADIO et al. (2001) descreveram a ocorrência da carência de N em caramboleiras a qual provoca clorose-amarela generalizada, tanto nas folhas novas como nas velhas, e, além disso, o crescimento da planta é paralisado.

Os sintomas de deficiência de alguns nutrientes em caramboleira foram observados em estudo de casa de vegetação e descritos por Thomas et al. (1998) (citado por DONADIO et al., 2001), sendo: carência de N provoca clorose-amarela generalizada nas folhas velhas que evolui para as folhas novas, e, além disso, o crescimento da planta é paralisado; em P inicia-se nas folhas mais velhas com redução do tamanho, evoluindo para clorose avermelhada até necrose das folhas, o tronco da planta apresenta crescimento com diâmetro reduzido e lento; sob a deficiência de K, os sintomas aparecem primeiramente nas folhas mais velhas, com mosqueado (áreas verde-claras e escuras), com margens das folhas cloróticas (marrom) evoluindo para necróticas com as nervuras das folhas inferiores da planta ficando proeminentes; em Ca aparece primeiramente nas folhas mais novas, caracterizado pelo menor tamanho e

com necrose ao longo das margens das folhas, deixando-as quebradiças e com aspecto de recortadas; a deficiência de Mg aparece inicialmente nas folhas mais velhas com amarelecimento, bronzeamento e necrose nas margens da folha; sob deficiência de B, as plantas apresentaram internódios curtos, com botões axilares intumescidos, e as folhas apresentam-se com aspecto de “queimadas” com queda prematura, queda na brotação inicial, e a produção de frutos é reduzida, apresentando com eventual queda folhas verde-amareladas; para o Fe, os sintomas iniciam-se nas folhas jovens com clorose internerval e redução de tamanho; sob a deficiência de Zn, há redução do tamanho das folhas e estreitamento, ficando espessas e com lâminas recurvadas, podendo também ficar cloróticas entre a nervura principal.

Encontram-se na literatura divergências quanto a exigência da caramboleira em relação às condições de fertilidade do solo. DONADIO et al. (2001) relatam que a caramboleira é uma planta pouco exigente à fertilidade do solo. CAMPBELL & MALO, (1981); GREEN, (1987); GALÁN SAÚCO et al. (1993) e CRANE, (1994) indicam seu cultivo em solos com pH entre 5,5 e 6,5. GALÁN SAÚCO et al. (1993), embora concordem com estes dados, informam a tolerância da caramboleira a pH inferior a 5,5. Na Malásia, há áreas de cultivo comercial, consideradas adequadas, com pH = 4,5 (GREEN, 1987). Em solos de reação ácida em climas tropicais, as árvores de carambola crescem vigorosas com boa produtividade, entretanto apresentam deficiência de micronutrientes, em solos calcários (GREEN, 1987).

KNIGHT (1982) evidencia o cultivo da caramboleira em solos originários de rocha calcária no sul da Flórida, com pH entre 7,5 e 8,0. Entretanto, devido à elevada alcalinidade, KNIGHT (1982) e CRANE (1994) recomendam a aplicação de ferro, manganês e zinco, a fim de evitar e/ou minimizar as deficiências nas plantas.

Para a adubação de plantas jovens de caramboleira nos Estado Unidos, NAKASONE & PAULL (1998) recomendam a aplicação anual de 0,4 a 0,8 kg por planta da fórmula 11-12-17 ou 15-15-15. Quando as plantas estiverem adultas (>8 anos), a recomendação seria de 2 a 6 kg por planta da mesma formulação, sempre parcelados em, no mínimo, quatro aplicações.

Para caramboleira, CAMPBELL (1989) recomenda a aplicação, via solo, de fertilizante de 0,4 a 0,5 kg de NPK (20-20-20) a cada 30 dias, durante 60 a 90 dias, até o estabelecimento da cultura. Para solos com reação alcalina, o mesmo autor, recomenda, ainda, a aplicação anual, foliar, de sais de zinco e manganês, nas concentrações de 1,3 a 1,8 %.

PRADO et al. (2007) constataram a resposta positiva da caramboleira até o terceiro ano após a implantação do experimento com a correção da acidez do solo, evidenciando que a máxima produção de frutos foi obtida com pH entre 5,1 e 5,4, quando a saturação por bases atingiu 45 % e 50 %, respectivamente, na linha e entrelinha da caramboleira, estando os teores foliares de Ca e Mg em 8,0 e 4,7 g kg⁻¹, respectivamente. Em continuação à pesquisa, NATALE et al. (2008) obtiveram após 78 meses da implantação do experimento com a correção da acidez do solo, que a máxima produção de frutos foi obtida com pH entre 4,6 e 5,0 para camada de 0 – 0,20 m, quando a saturação por bases atingiu 40 % e 53 % e a produtividade alcançou 123,5 e 117,8 t ha⁻¹, na linha e entrelinha da caramboleira, estando os teores foliares de Ca e Mg em 7,6 e 4,0 g kg⁻¹, respectivamente.

Devido à nutrição da caramboleira ser pouco estudada, há indicações preliminares da composição química das folhas, como mostrado por CRANE et al. (1998) para condições americanas e SILVA et al. (1984) e FREITAS (2008) para condições brasileiras (Tabela 1). Observa-se que as indicações do teor de nutrientes na caramboleira foram obtidas em diferentes tecidos vegetais, idades da cultura e condições de cultivo.

PRADO & NATALE (2004) indicam que a avaliação do estado nutricional das plantas de carambola deve ser realizada amostrando-se a sexta folha, recém-madura (com pecíolo), a partir da extremidade do ramo, à época de pleno florescimento da cultura, em número de quatro folhas por árvore, em todos os quadrantes da planta.

A importância do conhecimento das necessidades nutricionais das plantas, desde a fase da muda, é ressaltada por diversos autores (HAAG et al., 1981; MALAVOLTA et al., 1997; FAYAD et al., 2002; ALVAREZ, 2003; FAVORETTO, 2005; AUGOSTINHO et al., 2008).

Tabela 1. Teor de nutrientes e de Sódio em folhas de caramboleiras

Nutrientes	Balerdi ¹	Balerdi ²	Silva ³	Freitas ⁴
	----- g kg ⁻¹ -----			
N	17,0 – 20,0	23,0 – 26,0	14,0	31,4
P	1,5 – 2,5	1,8 – 3,0	1,2	2,1
K	13,0 – 17,0	15,0 – 21,0	12,0	26,2
Ca	20,0 – 50,0	–	9,8	8,1
Mg	9,2 – 13,0	6,2 – 7,6	6,4	4,6
S	–	–	2,4	4,3
	----- mg kg ⁻¹ -----			
B	30	–	51	60
Cu	5	–	<5	3
Fe	95 – 198	46 – 60	170	97
Mn	67 – 112	810 – 1220	73	226
Zn	68 – 87	99 – 188	20	43
Na	–	–	198	–

¹ Amostragem de ramos sem frutos em condições de campo, na Estação Experimental (IFAS) da Universidade da Flórida – USA Balerdi, (s.d.) citado por CRANE et al. (1998); ² Amostragem de ramos sem frutos, em condições de casa de vegetação, em plantas jovens 'Arkin' Balerdi, (s.d.) citado por CRANE et al. (1998); ³ Amostragem de ramos sem frutos, no Brasil em condições de campo (SILVA et al., 1984); ⁴ Amostragem de toda parte aérea, realizada em mudas de caramboleira 'Nota 10', com 150 dias de cultivo em hidroponia (FREITAS, 2008).

MALAVOLTA et al. (1997) informam que o interesse em se conhecer a marcha de absorção de nutrientes deve-se: determinar quais, quando e onde há maior exigência de elementos e, em que época, portanto, a adubação deve fornecê-los; possibilidade de se corrigirem deficiências eventuais; avaliação do estado nutricional por meio da variação na composição de órgãos representativos.

Para a adequada nutrição das plantas, além da quantidade acumulada e da relação entre nutrientes, é preciso conhecer o crescimento e a marcha de acúmulo dos elementos ao longo do tempo, o que permitirá planejar métodos racionais de cultivo e a aplicação de fertilizantes, contribuindo para que as espécies expressem todo seu potencial genético. Contudo, essa informação indica apenas o total acumulado, e não o que deve ser aplicado, pois deve-se considerar a eficiência de aproveitamento de cada nutriente em função da condição de cultivo.

Neste contexto, FAYAD et al. (2002) verificaram que as curvas de crescimento e de absorção de nutrientes pelo tomateiro, em função da idade, fornecem informações de grande importância para um plano de manejo orientado em função da demanda nutricional. MARTINEZ & SILVA FILHO (1997) evidenciam, também, que o

conhecimento do processo de absorção de nutrientes de uma espécie ou cultivar oferece subsídios para um manejo adequado da solução nutritiva, pois mostra os picos de demanda por parte da planta, alterações nas taxas de absorção durante o ciclo da cultura e a proporção relativa entre os nutrientes no material vegetal seco.

Comumente é relatado na literatura quando se avalia todo o ciclo da planta, a exemplo das culturas do tomate (FAYAD et al., 2002), do arroz (ALVAREZ, 2003) e da batata (FAVORETTO, 2005), o ajuste das curvas de crescimento e o acúmulo da massa da matéria seca e de nutrientes ao modelo logístico, AUGOSTINHO et al. (2008) também evidenciaram este ajuste em mudas de goiabeira 'Pedro Sato', cultivadas em hidroponia. Contudo, vale lembrar que há diferenças entre os modelos matemáticos que descrevem o crescimento e o acúmulo da massa da matéria seca e de nutrientes, o que é atribuído à variabilidade do material genético empregado. MALAVOLTA (2006), para a cultura do cafeeiro, caracterizou a influência genética sobre a dinâmica de crescimento da planta. Além disso, a avaliação incompleta do ciclo das plantas origina equações de ajustes que contemplem somente a fase inicial de desenvolvimento da planta (SALISBURY & ROSS, 1985), como evidenciado em trabalhos com culturas perenes, como o eucalipto (SILVEIRA et al., 2003), a graviola (BARBOSA et al., 2003), a goiaba (FRANCO et al., 2007 e AUGOSTINHO et al., 2008) e a carambola (FREITAS, 2008).

Vários outros fatores afetam o desenvolvimento da planta, como: área foliar, teor de clorofila, grau de reflexão da luz pelo albedo, arquitetura foliar, intensidade e qualidade da luz incidente, dinâmica das trocas gasosas (GABRIELSEN, 1948; MONTEITH, 1966), disponibilidade de água no solo (REICHARD, 1978; VASCONCELLOS et al., 1983; LUCCHESI, 1987; BULL & CANTARELLA, 1993) e fertilidade do solo (HANWAY, 1962; HUSBERTI, 1972, MALAVOLTA, 2006).

TAIZ & ZEIGER (2004) verificaram que, com o desenvolvimento da planta, o crescimento dos diversos órgãos é intensificado até chegar ao máximo em consequência do intensivo acúmulo de biomassa e de nutrientes. A estabilização do crescimento dos órgãos da planta, assim como a colheita dos frutos, diminui a força do dreno e, conseqüentemente, ocorre diminuição no incremento de biomassa e no teor de nutrientes, com reflexos no padrão da taxa de absorção de elementos.

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 do órgão que será colhido; por isso, além da quantidade absorvida de nutrientes, deve ser considerado, também, o seu teor nos diferentes estádios de desenvolvimento (HAAG et al., 1981; MALAVOLTA et al., 1997; SILVA, 1998).

SOUZA & COELHO (2001) relataram que, na ausência da curva de acúmulo de nutrientes, a produção da massa da matéria seca pode fornecer boa aproximação dessa informação, devido às plantas possuírem, em média, cerca de 5 % de nutrientes minerais na massa da matéria seca total. Entretanto, os autores ressaltam que as diferenças entre as espécies e a variação na exigência nutricional são dependentes da produtividade.

Em estudo sobre a marcha de absorção de nutrientes em mudas de caramboleira 'Nota 10', FREITAS (2008) concluiu que o acúmulo da massa da matéria seca das mudas apresentou ajuste logístico, enquanto o acúmulo de nutrientes apresentou incremento quadrático (exceto para Mg, P e Cu, em que foi logístico), obedecendo à seguinte sequência: $N > K > Ca > P > S > Mg > Fe > Mn > Zn > B > Cu$, sendo maior nas folhas para todos os nutrientes (com exceção do P, Zn, Fe e Cu). O autor indicou ainda que a maior taxa de absorção dos nutrientes N, Ca, S, Mn, B, Cu e Zn ocorreu no período inicial de crescimento, entre os 25 e 50 dias após a brotação, enquanto para o P, K, Mg e Fe a maior taxa de absorção ocorreu após 75 dias da brotação.

2.4. Irrigação

Segundo PAZ et al. (2000), com a necessidade da produção de alimentos sempre crescente, a alternativa está na produção agrícola aliada à técnica de irrigação, que tem possibilitado número maior de safras por ano, principalmente em países do Hemisfério Sul.

De acordo com CARDOSO et al. (1998), o manejo adequado da água na agricultura não pode ser considerado etapa independente do processo de produção agrícola, devendo ser analisado no contexto de um sistema integrado.

O conceito de uso eficiente da água inclui qualquer medida que diminua a quantidade de água utilizada, por unidade do bem produzido, em qualquer atividade, e que favoreça a manutenção ou melhoria da qualidade da água. Esse uso eficiente está relacionado a outros conceitos atuais de manejo dos recursos ambientais, sendo básico para o desenvolvimento sustentável, assegurando recursos suficientes para as gerações futuras (MARINHO, 2007).

Na mesma linha de maximização da eficiência de uso da água e redução das perdas, há os tensiômetros, que são equipamentos que medem a tensão ("força") com que a água é retida pelo solo, afetando diretamente a absorção de água pelas plantas. Segundo JUNQUEIRA et al. (1998), a utilização da tensiometria é bastante difundida na área técnica, para o manejo da irrigação. Estes autores informam que o monitoramento das condições de umidade do solo na profundidade desejada, pela tensiometria, contribui para a melhoria no manejo das irrigações, aumentando a produtividade das culturas e permitindo o uso racional de água, energia e fertilizantes.

O manejo adequado da irrigação agrega benefícios nas questões ambientais de racionalização do uso da água, energia e preservacionista. Entretanto, para tal ocorrência, faz-se necessário o adequado conhecimento das características físicas do solo, como sua capacidade de retenção de água, e das necessidades hídricas da cultura a ser irrigada.

A irrigação é uma técnica milenar e, nos últimos anos, tem ocorrido intenso desenvolvimento, pois é uma alternativa de suprimento das necessidades hídricas das culturas em épocas de estiagem (FORATTO, 2006). A agricultura irrigada, empregando as técnicas disponíveis, implica maior produtividade, melhor qualidade do produto e independência do fator precipitação (DALRI et al., 2002), além da possibilidade da produção fora de época (ZANINI et al., 1998), o que poderá possibilitar maior lucratividade. Segundo ELOI et al. (2004), a utilização adequada dos recursos hídricos garante o aumento da produtividade das culturas. Entretanto, faz-se necessário o

fornecimento de nutrientes para as culturas, os quais podem ser aplicados convencionalmente, na superfície do solo, ou por meio da fertirrigação, que pode viabilizar maior parcelamento da adubação. Nesse caso, porém, é necessário conhecer a eficiência do equipamento de irrigação sobre a distribuição dos fertilizantes.

Quando se define um programa de irrigação para a caramboleira, segundo GALÁN SAÚCO et al. (1993), deve-se lembrar que a planta é exigente em água, com nível próximo de 1.800 mm anuais bem distribuídos, devendo-se evitar a saturação do solo. Segundo DONADIO et al. (2001), nos países do Hemisfério Norte, a recomendação é de se aplicar de 80 a 100L de água por planta (variável com a idade), três vezes por semana.

A irrigação equilibrada, promove benefícios à caramboleira com maior vigor vegetativo, maior número e intensidade de florescimento, pegamento das flores, desenvolvimento dos frutos, extensão e qualidade das colheitas. O sistema radicular da caramboleira é bastante ativo, necessitando também de aeração. Desse modo, tanto a falta como o excesso de água são prejudiciais às plantas. NAKASONE & PAULL (1998) relataram que períodos de seca que antecedem ou precedem o florescimento, podem promover o abortamento das flores e até dos frutos, dependendo do seu estágio de desenvolvimento, ou até mesmo comprometer a produtividade e a qualidade da fruta.

O sistema de irrigação mais indicado à cultura da carambola é o da microaspersão, que combina alta eficiência com adequado controle do volume de água a aplicar por planta, boa distribuição, irrigando efetivamente apenas o raio onde se encontram as raízes ativas, não propiciando o desenvolvimento de doenças foliares e não afetando a polinização (DONADIO et al., 2001).

Apesar de haver pouca informação disponível sobre o manejo da irrigação em países produtores de carambola, há recomendações gerais propostas em algumas regiões do mundo. Durante períodos secos, em Queensland, norte de Austrália, há recomendação de irrigação semanal de 30 a 75 mm de água por planta para plantas adultas em produção (GALÁN SAÚCO et al., 1993). Na Malásia, onde a precipitação anual excede 2.000 mm, BOOKERI (1996) relatou aumento no rendimento da carambola 'B-17' com taxas crescentes de irrigação diária de 4, 12 e 30 L por planta,

mas nenhuma frequência ou quantidade de água foi recomendada. No sul da Flórida, CRANE(1994) recomendou aplicar 33 mm de água por há, duas vezes por semana, durante períodos secos ao longo do ano. Entretanto, as taxas e as frequências de aplicação de água, em situação ótima, não foram estabelecidas.

Para obter a máxima produção por unidade de área, tem-se de dispor de um suprimento d'água suficiente para atender à demanda diária de evapotranspiração potencial e de um sistema de irrigação capaz de irrigar a área com alta frequência. Isso, para que a fotossíntese tenha seu potencial máximo, deve-se manter a alta disponibilidade d'água no solo (MARSCHNER, 1995), a fim de que a evapotranspiração real ou efetiva da cultura seja igual à evapotranspiração potencial (BERNARDO, 2002 e LOPES et al., 2004). Neste aspecto, BERNARDO (2002) indicou que, para se obter a máxima produção em frutíferas, em geral, deve-se permitir que somente sejam usados, entre duas irrigações sucessivas, de 25 a 40 % da disponibilidade de água no solo e acrescenta que, para culturas que não possuem estudos em condições tropicais, que sejam irrigadas quando forem consumidos 30 % da água disponível no solo.

SIMÃO et al. (2004) ressaltam que o conhecimento das necessidades hídricas e nutricionais garantem maior crescimento da planta e máxima eficiência econômica, havendo reflexos além da produtividade, na qualidade dos frutos, na margem de lucro do produtor e na competitividade nos mercados nacional e internacional.

RAIJ et al. (2004) mostraram que, para a cafeicultura irrigada, é provável que as recomendações de nutrientes atualmente existentes em publicações oficiais, para os Estados de Minas Gerais e São Paulo, possam ser utilizadas pelos produtores; entretanto, recomendam que, na formação do cafeeiro, cujo desenvolvimento das plantas necessita ser acelerado, haja estudos sob ambas as condições (sequeiro e irrigado), a fim de se obter a marcha de absorção de nutrientes em ambas as situações, para refinar a recomendação de adubação.

BURT et al. (1995) afirmaram que, comparando a fertirrigação por gotejamento com a aplicação de fertilizantes pelo método convencional, há um aumento na eficiência de aproveitamento de nutrientes no primeiro método, despendendo-se 20 a 50 % menos fertilizantes que com o método convencional. THREADGILL (1985) relatou que a

aplicação de adubos, associada a outros insumos agrícolas (herbicidas, inseticidas, etc.), chega a reduzir os custos em torno de 33 %, comparada ao sistema convencional.

SOUZA & COELHO (2001) complementam que as frutas estão entre os alimentos mais consumidos e possuem os mais altos coeficientes de estabilidade-renda entre todos os alimentos de origem vegetal, mas que ainda são muitas as demandas por informações sobre nutrição, tanto sobre a quantidade como sobre a época de aplicação dos fertilizantes, lacunas estas que devem ser preenchidas para melhor orientar os programas de fertirrigação.

MANTOVANI et al. (2003) salientaram que a irrigação pode maximizar a absorção de nutrientes, quando se conhece a marcha de absorção de elementos pela planta irrigada e a demanda evapotranspirométrica nas diferentes fases ontogênicas da cultura. A utilização destas informações, em conjunto, pode aumentar a produtividade, a rentabilidade e diminuir os impactos ambientais das culturas; caso contrário, haverá excessos ou déficits hídricos e nutricionais, acarretando queda de produtividade, problemas ambientais e perdas econômicas.

OLIVEIRA et al. (2002) observaram em mangueira, variedade Tommy Atkins, em Teresina-PI, que a reposição de água no solo, com base em 137 % da evapotranspiração de referência, resultou na maior produtividade do pomar, devido ao maior número e peso de frutos por planta.

AL-YAHYAI et al. (2005) avaliaram quatro níveis de irrigação em caramboleiras 'Arkin' com oito anos de idade, no sul da Flórida. Pelos resultados, os autores não observaram diferenças da irrigação no crescimento das árvores, produtividade e qualidade de fruta (sólidos solúveis totais). Os autores atribuíram tal fato ao conteúdo de água do solo suficiente para a frutífera, pois durante o estudo a disponibilidade hídrica ficou entre a capacidade de campo e 17 % da máxima retenção de água no solo. Ocorreu pela elevação do nível do lençol freático e adequada frequência de chuvas no período em estudo. Entretanto, os autores enfatizaram que, apesar da ausência de resposta das variáveis analisadas, a caramboleira requer nível de água considerável no solo para a adequada manutenção dos processos metabólicos.

No entanto, pode-se inferir que haja variação na nutrição das plantas em pomares irrigados e não irrigados, visto o papel fundamental da água nas alterações dos nutrientes no sistema solo-planta. De acordo com BARBER (1966), a contribuição relativa mais expressiva no suprimento de nutrientes às raízes é dada pelo transporte via fluxo de massa. EPSTEIN & BLOOM (2006) complementam, ao afirmarem que a água é primordial no crescimento de plantas, desempenhando um movimento constante de elementos minerais na planta. Com isso, sugerem que um potencial hídrico adequado na rizosfera facilite a absorção e a estabilização de nutrientes no vegetal.

Modelos mecanísticos têm sido cada vez mais empregados em estudos que simulam a absorção de nutrientes, para a elucidação de aspectos que possam aumentar o entendimento sobre as características das plantas e do ambiente (NOVAIS & SMYTH, 1999). De acordo com Amijee et al. (1991), citados por NOVAIS & SMYTH (1999), a água afeta direta e indiretamente vários componentes desses modelos, a exemplo do coeficiente de difusão de um dado nutriente na água; o conteúdo volumétrico de água no solo; e a taxa de influxo de água pela raiz, tendo este último destaque no transporte de nutrientes da solução do solo por fluxo de massa.

SILVA et al. (2001), em experimento com mamoeiro da cultivar Sunrise Solo Line 72/12, obtiveram produtividade, peso médio dos frutos e número de frutos por planta, com ajuste linear crescente, em função da lâmina de água aplicada. Os autores obtiveram as maiores produções com turnos de rega de três a cinco dias, quando foram aplicadas as maiores lâminas de água. Todavia, a maior produtividade foi encontrada no turno de rega de cinco dias, com reposição de 120 % da evapotranspiração de referência. Aumentos de peso médio de frutos também foram obtidos por AWADA et al. (1979), AIYELAAGBE et al. (1986) e ALMEIDA et al. (2003) ao aumentarem a lâmina de irrigação em pomares de mamão.

MACHADO et al. (2004) relatam que, em pomares de citros, o emprego da irrigação localizada promove concentração do volume radicular e aumento do número de radículas na área irrigada, condição esta que, segundo MIRANDA et al. (2006), promove a maior eficiência de aproveitamento de nutrientes aplicados via fertirrigação.

ALVA et al. (1998) registraram maior produtividade em laranja 'Valência' e sob fertirrigação comparado à adubação convencional com nitrogênio, durante dois anos de cultivo.

QUAGGIO et al. (2007) concluem que, em áreas comerciais de laranjeira 'Natal' sobre hipobioto de limão 'Cravo', os tratamentos com N, P e K submetidos a regimes fertirrigados indicaram os menores valores de pH na solução do solo, demonstrando assim alto potencial de acidificação da fertirrigação, comparado à adubação sólida sem irrigação. Entretanto, os autores atribuem os maiores ganhos de eficiência de fertilizantes empregando a fertirrigação, o que pode ser explicado pela maior concentração dos nutrientes na solução do solo, como ocorre com o potássio, que tem sua disponibilidade aumentada em até três vezes, comparativamente à adubação sólida sem irrigação. Além disso, no regime fertirrigado, quase todo o fósforo está na forma de fosfato monocálcico, o que poderá aumentar sua disponibilidade no solo e maior aproveitamento pela planta.

FARIA & SIQUEIRA (2005) recomendam a irrigação em cafeeiros, pois a técnica proporciona acréscimos médios de produtividade entre 15 % e 22 %, em relação à testemunha, quando aplicada no período de estiagem, e de cerca de 10 %, quando aplicada durante o ano todo. GUERRA et al. (2006) complementam informando que a irrigação adequada sincroniza a florada do cafeeiro, proporcionando melhor qualidade à bebida; no entanto, irrigações mal manejadas promovem desuniformidade da florada, o que, conseqüentemente, pode afetar a qualidade do produto devido à influência na época e número de floradas (MAGALHÃES & ANGELOCCI, 1976).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Experimento em casa de vegetação: hipobioto de caramboleira

Realizou-se o experimento em casa de vegetação construída com madeira, com dimensões de 30 m de comprimento por 8 m de largura e com pé-direito de 2,4 m, em hidroponia, na Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho” - UNESP, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – FCAV, Câmpus Jaboticabal, com coordenadas 21° 15' 22" sul, 48° 18' 58" oeste e altitude de 615 m, no período de agosto a dezembro de 2005.

Os hipobiotos (porta-enxertos) de caramboleira (*Averrhoa carambola* L.) utilizados no experimento foram provenientes de propagação por sementes, como indicado por DONADIO et al. (2001). Para isto, foram selecionados frutos maduros, em um pomar de caramboleiras adultas ‘Malásia’, na Estação Experimental de Citricultura de Bebedouro - SP (EECB), dos quais se extraíram as sementes, que foram cultivadas individualmente em tubetes plásticos de 53 cm³ com casca de pínus e vermiculita até 120 dias após sua germinação. Posteriormente, aos 120 dias da germinação, as raízes das plantas foram submetidas à lavagem, a fim de retirar todo o substrato aderido ao sistema radicular, a fim de transplantá-las para o cultivo hidropônico. Utilizou-se a solução nutritiva de FURLANI et al. (1999), cuja composição química de macronutrientes, em mg L⁻¹, é: N = 202,0; P = 31,5; K = 193,4; Ca = 142,5; Mg = 39,4 e S = 52,3, e micronutrientes, em µg L⁻¹: B = 262; Cu = 38; Fe = 1800; Mn = 369; Mo = 65 e Zn = 114, indicada como adequada para o cultivo de mudas de caramboleira, segundo ROZANE et al. (2007).

O experimento iniciou-se em 24-08-2005. O experimento foi constituído por cinco tratamentos referentes aos tempos de coleta [25(18-09-2005); 50(13-10-2005); 75(07-11-2005); 100(02-12-2005) e 125(27-12-2005) dias após o transplântio] e seis repetições, disposto em delineamento inteiramente casualizado. Cada repetição representou a média de quatro plantas, totalizando 24 hipobiotos por coleta.

A adaptação dos hipobiotos ocorreu nos primeiros 15 dias após o transplântio, sendo os mesmos mantidos em solução nutritiva completa, diluída a $\frac{1}{4}$ da concentração preconizada e, após esse período, até o final do experimento, a solução foi completa, sem diluição.

Considerou-se que o início do período experimental ocorreu com o transplântio das mudas para a solução nutritiva, sendo a primeira coleta realizada após 25 dias do transplântio. Desse modo, na primeira coleta, as plantas estiveram em contato com a solução nutritiva, sem diluição, durante 10 dias.

As plantas foram acondicionadas em vasos de polipropileno, com 8 L de capacidade e formato trapezoidal (0,48 m de comprimento na parte superior, 0,443 m de comprimento na base inferior, 0,16 m de largura e 0,17 m de altura). O espaçamento entre plantas nos vasos foi fixo durante todo o período experimental, cerca de 0,12 m, e o espaçamento entre os vasos na casa de vegetação foi de 0; 0,050; 0,10; 0,150 e 0,20 m, respectivamente, aos períodos de condução de 0-25; 26-50; 51-75; 76-100 e 101-125 dias após o transplântio. Durante o período experimental, realizou-se o rodízio dos vasos, na bancada, para que todas as plantas recebessem as mesmas condições ambientais.

Para o manejo da solução nutritiva, ao longo do período de estudo, o pH da solução foi monitorado diariamente, utilizando-se de medidor portátil (peagâmetro Gehaka® 1400), ajustado-se a $5,5 \pm 0,5$ com solução NaOH ou HCl 0,1 Mol L⁻¹. A reposição da água evapotranspirada foi realizada com água destilada. A solução nutritiva dos vasos foi oxigenada constantemente, empregando-se um borbulhador acoplado a um compressor de ar, sendo a solução renovada a cada 25 dias, na ocasião de cada coleta das plantas.

Avaliaram-se, em todas as coletas, as seguintes variáveis biométricas: altura (do

colo da planta até a extremidade da última folha expandida); diâmetro do caule (a 0,08 m do colo da planta, determinado com o auxílio de um paquímetro digital) e a área foliar (determinada com o auxílio de um aparelho integrador de áreas portátil, LI-COR® modelo LI-3100). Em seguida, as plantas foram divididas em raízes, caule e folhas, lavadas em água destilada e secas em estufa com circulação forçada de ar, à temperatura de $65^{\circ}\text{C} \pm 0,3$, até atingir massa constante. Determinou-se a massa da matéria seca das diferentes partes da planta, e, em seguida, estes materiais foram moídos e armazenados. Na sequência, determinaram-se os teores de nutrientes no tecido vegetal, seguindo a metodologia descrita por BATAGLIA et al. (1983). A partir do teor de nutrientes no tecido vegetal (*TN*) e da massa da matéria seca (*MS*), calculou-se o acúmulo dos nutrientes (*AN*) nos diferentes órgãos das mudas de caramboleira, ao longo do período experimental, pela fórmula:

$$AN = \frac{TN}{MS} = mg \text{ ou } \mu g \text{ por planta}$$

3.2. Experimento em casa de vegetação: mudas de caramboleiras

Paralelamente ao experimento com hipobioto, o ensaio com as mudas foi iniciado em 24-08-2005, e realizado no mesmo local, sendo que as avaliações nas mudas foram realizadas entre março e junho de 2006.

O início do período experimental e a adaptação das plantas ocorreram juntamente com o experimento de hipobioto, com o transplântio das mudas para a solução nutritiva (FURLANI et al., 1999), sendo que, após 125 dias da realização do transplântio para a solução nutritiva, em 27-12-2005, os hipobiotos apresentavam-se aptos (diâmetro do caule > 6,5 mm) à realização da enxertia, que foi realizada pelo método da borbulhia, com os enxertos (epibiotos) das cultivares B-10 e Golden Star, que foram provenientes da coleção de cultivares da EECB.

Empregaram-se as mesmas técnicas e padrões utilizados para a produção de mudas nos viveiros comerciais, como preconizado por DONADIO et al. (2001), sendo

necessária a poda da parte aérea do hipobioto a 0,40 m do colo da planta, no momento da enxertia. A retirada do fitilho plástico ocorreu 45 dias após a realização da enxertia, em 10-02-2006. Após a retirada do fitilho e decorridos 30 dias, em 12-03-2006, realizou-se a poda a 0,015 m do enxerto.

O experimento foi realizado em parcelas subdivididas, com três repetições, sendo utilizadas como parcela as duas cultivares de caramboleira ('B-10' e 'Golden Star') e, como subparcelas, as cinco épocas de coleta de plantas realizadas aos 208 (20-03-2006), 233 (14-04-2006), 258 (09-05-2006), 283 (03-06-2006) e 308 (28-06-2006) dias após o transplântio para a solução nutritiva, dispostos em delineamento inteiramente casualizado, com três repetições. Cada repetição representou a média de quatro plantas, totalizando 24 plantas por coleta.

O acondicionamento das plantas e os tratamentos culturais realizados foram idênticos aos do experimento com o hipobioto. A exceção do espaçamento entre vasos foi fixo, em 0,35 m, durante todo o período experimental.

Avaliaram-se, em todas as coletas, as seguintes variáveis biométricas: altura (do colo da planta até a extremidade da última folha expandida); diâmetro do caule (a 0,08 m do colo da planta, determinado com o auxílio de um paquímetro digital) e a área foliar (determinada com o auxílio de um aparelho integrador de áreas portátil, LI-COR® modelo LI-3100). Em seguida, as plantas foram divididas em raízes, caule e folhas, lavadas em água destilada e secas em estufa com circulação forçada de ar, à temperatura de $65 \text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0,3$, até atingir massa constante. Determinou-se a massa da matéria seca das diferentes partes da planta e, em seguida, estes materiais foram moídos e armazenados. Na sequência, determinaram-se os teores de nutrientes no tecido vegetal, seguindo a metodologia descrita por BATAGLIA et al. (1983). Em seguida, realizou-se o acúmulo dos nutrientes nos diferentes órgãos das mudas de caramboleira, ao longo do período experimental, conforme proposto no experimento anterior (item 3.1.).

3.3. Experimento em campo: plantas em formação de caramboleiras

A área experimental utilizada para desenvolver o trabalho pertence ao setor de Sericultura da Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho” - UNESP, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – FCAV, Câmpus Jaboticabal, e que vinha sendo utilizada há vários anos para cultivo de amoreira. O experimento foi desenvolvido de janeiro de 2006 a outubro de 2008.

O solo é Latossolo Vermelho eutrófico típico, textura argilosa, A moderado, caulínítico, hipoférrico, relevo suave ondulado (Eustrustox), classificado por ANDRIOLI & CENTURION (1999), segundo a EMBRAPA (1999).

Segundo a classificação de Köppen, o clima local é do tipo Aw tropical megatérmico com inverno seco (Volpe)¹, com precipitação média anual de 1.424,6 mm e altitude de 615 m.

Previamente ao plantio das mudas, foi realizada em outubro de 2006, na área experimental, a coleta de 20 subamostras de terra para compor a amostra composta nas camadas de 0-0,20 e de 0,20-0,40 m de profundidade para a análise química para fins de fertilidade, a qual está apresentada na Tabela 2.

Tabela 2. Análise química do solo, realizada em outubro de 2006, antes da instalação do experimento, nas camadas de 0-0,20 e de 0,20-0,40 m de profundidade

Camadas	pH	M.O.	P resina	K	Ca	Mg	(H+Al)	SB	T	V	B	Cu	Fe	Mn	Zn	S-SO ₄	Al
m	CaCl ₂	g/dm ³	mg/dm ³				mmol _c /dm ³			%			mg/dm ³				mmol _c /dm ³
0-0,20	4,2	17	14	2,6	9	4	38	15,6	53,6	29	0,16	0,8	17	10,5	0,4	4	4
0,20-0,40	4,2	15	5	1,2	9	4	38	14,2	52,2	27	0,21	0,7	13	7,5	0,3	10	5

A partir da análise química do solo (Tabela 2), foi realizado um experimento prévio, para avaliação da necessidade de calagem, pelo método de incubação. Para esse estudo, o delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado, com 6 tratamentos e 4 repetições. Para os tratamentos, foram utilizadas doses crescentes de calcário calcinado (CaO = 58,5 % e MgO = 9,0 % e PRNT = 125 %), com o objetivo

¹ VOLPE, A. C. Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho” - UNESP, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – FCAV, Câmpus Jaboticabal – Departamento de Ciências Exatas. (Comunicação Pessoal, 2008).

de elevar a saturação por bases (V) a 50 %, conforme recomendação de PRADO (2003) para caramboleira.

Para o teste de incubação, adotou-se, pelo método de saturação por bases, a metade, uma vez, 1,5 vez, 2 vezes e 3 vezes a dose de calcário para atingir $V = 50 \%$, que corresponde a 0,225; 0,450; 0,675; 0,900; 1,350 g dm^{-3} , respectivamente, além da testemunha sem aplicação de calcário.

Para tanto, realizou-se a coleta de amostras de solo da área experimental na camada de 0-0,20 m, incubando-as com calcário em copos plásticos, de 0,3 L, mantidos à capacidade de campo pelo método de pesagem, por um período de 60 dias, sendo posteriormente analisada a fertilidade do solo conforme método descrito por RAIJ et al. (2001).

Observou-se, pela equação de regressão [$y (V \%) = 28,56 + 34,302x (\text{g dm}^{-3})$ $F = 72,92^{**}$ $R^2 = 0,91$], que para elevar a saturação por bases (V) a 50 % seria necessário aplicar 0,625 g dm^{-3} do calcário, o que corresponde a 1,25 t ha^{-1} , considerando-se a densidade do solo igual a 1,0.

Em 08-01-2007, ou seja, 45 dias antes da implantação do experimento, realizou-se a aplicação do material corretivo, com auxílio de esparramadeira acoplada a um trator na superfície de toda a área experimental, com posterior incorporação com grade aradora, aproximadamente na camada de 0-0,20 m de profundidade.

Para a implantação do experimento, foram utilizadas mudas provenientes de viveirista especializado da região de Taquaritinga-SP, o qual seguiu as técnicas de propagação preconizadas por DONADIO et al. (2001), sendo a enxertia das cultivares B-10 e Golden Star realizadas nos hipobiotos em 04-09-2006. Salieta-se que as borbulhas foram provenientes da coleção de cultivares da EECB. Quando as mudas estavam aptas para o plantio no campo, em 22-02-2007, instalou-se o experimento.

O experimento foi realizado em parcelas subdivididas, tendo como parcelas 2 níveis de irrigação (com e sem); subparcelas 2 cultivares (B-10 e Golden Star) e como sub subparcelas 6 épocas de coletas de plantas, sendo a primeira realizada nas mudas provenientes do viveiro, no momento da instalação, em 22-02-2007, e as demais aos 120 (22-06-2007), 240 (20-10-2007), 360 (17-02-2008), 480 (16-06-2008) e 600 (14-10-

2008) dias após o transplântio para o campo, disposto em delineamento inteiramente casualizado, com seis repetições, totalizando 144 unidades experimentais.

O preparo da área para o plantio das mudas foi realizado entre os dias 22 e 23 de fevereiro de 2007, iniciando-se com a abertura das covas, com o auxílio de um sulcador acoplado a um trator, que realizou um sulco de 0,40 m na base superior e de 0,40 m de profundidade, tendo-se assim uma cova de aproximadamente (0,40 m x 0,40 m x 0,40 m) 0,064 m³. Em seguida, realizou-se a demarcação dos locais de plantio das mudas, no espaçamento de 5 x 5 m. Cada cova recebeu 20 L de composto orgânico curtido à base de esterco bovino, como recomendado por MURAYAMA (1973). O fósforo foi empregado na dose de 180 g de P₂O₅ por cova, na forma de superfosfato simples (PRADO, 2003) e 2 g de Zn e 1 g de B (DONADIO et al., 2001).

O plantio das mudas ocorreu em 22-02-2007, seguido do devido coroamento, empregando-se cobertura morta (grama) e irrigando-se, nos primeiros 33 dias após a instalação, com o auxílio de um tanque tracionado por um trator, aplicando 15 a 20 L de água por planta, na região da coroa, admitindo-se um turno de rega de 2-3 dias, dependendo das chuvas. No dia 27-03-2007, instalou-se o sistema de irrigação por microaspersão, colocando-se um microaspersor tipo 'bailarina' por planta, com vazão de 30 L h⁻¹, instalado a aproximadamente 0,20 m do tronco de cada planta e que possuía um raio de ação de aproximadamente 2,0 m.

Todas as plantas foram irrigadas, sendo o manejo realizado segundo recomendação de BERNARDO (2002) para frutíferas em geral, acionando-se o sistema de irrigação, quando eram consumidos de 30 % da água disponível no solo.

Em 17-04-2007, realizou-se a operação de escarificação das entrelinhas da caramboleira para promover a descompactação da região de rodagem do trator, que trafegou acoplado ao tanque de irrigação, durante a irrigação das covas de plantio.

As adubações de cobertura para a frutífera foram realizadas tomando-se como base as indicações de PRADO (2003), iniciando-se com adubação pós-plantio, aos 36 dias após o transplântio das mudas. A quantidade recomendada, de 140 e 112 g de N e K₂O por planta, foi parcelada em quatro aplicações (30-03-2007; 29-04-2007; 29-05-2007 e 28-06-2007), na forma de ureia e cloreto de potássio, respectivamente.

No início da estação chuvosa, nova adubação foi realizada, aplicando-se 200 e 50 g de N e K₂O por planta, na forma de sulfato de amônio e cloreto de potássio, respectivamente, parcelada em quatro aplicações, realizadas em 15-11-2007; 17-12-2007; 16-01-2008 e 15-02-2008.

Até 180 dias do transplante das mudas, em 21-08-2007, todas as plantas foram irrigadas, para que houvesse o pegamento e o estabelecimento do pomar. Após este período, cessou-se a irrigação em metade das plantas, caracterizando as duas parcelas do delineamento estatístico (com e sem irrigação).

O manejo da irrigação foi realizado com o auxílio de tensiômetros, instalados a 0,20 m, 0,30 m e 0,40 m de profundidade, como recomendado por SILVEIRA & STONE (1994), sendo o de 0,20 m para tomada de decisão para irrigar, enquanto os de 0,30 m e 0,40 m os de controle da profundidade da lâmina aplicada (SAAD & LIBARDI, 1992). Foram instaladas três baterias de tensiômetros, e as tomadas de decisão da irrigação foram realizadas pela média das leituras.

Para a determinação das propriedades físicas do solo, foram coletadas amostras indeformadas do solo, utilizando-se de cilindros de 53,16 10⁻⁶ m³ no centro de cada camada, a 0,5 m do tronco das plantas.

As amostras com estrutura não deformada foram saturadas por meio da elevação gradual de uma lâmina de água em uma bandeja, submetidas às tensões de 0,001; 0,006; 0,01; 0,033; 0,06 e 0,3 MPa, em câmaras de RICHARDS (1947), (KLUTE, 1986). Ao atingir o equilíbrio, as amostras foram pesadas e, na sequência, secas em estufa a 105^o C, durante 24 horas, para a determinação do conteúdo de água em cada tensão (GARDNER, 1986) e também a densidade do solo (BLAKE & HARTGE, 1986). A microporosidade foi determinada por secagem, na tensão de 0,006 MPa e também a porosidade total, realizadas segundo DANIELSON & SUTHERLAND (1986), sendo a macroporosidade do solo obtida pela diferença entre a porosidade total e a microporosidade.

As curvas de retenção de água do solo (Figura 1) foram descritas matematicamente pela função proposta por GENUCHTEN (1980), como:

$$\theta = \theta_r + (\theta_s - \theta_r) / [1 + (\alpha h)^n]^m$$

na qual, θ : umidade à base de volume ($\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$); θ_s : umidade de saturação ($\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$); θ_r : umidade residual ($\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$); h : tensão em capacidade de campo aparente (hPa) e α , n e m são parâmetros empíricos. Adotou-se a restrição [$m = 1 - (1/n)$] no ajuste da equação aos dados. Os coeficientes θ_r , θ_s , α e n da equação de GENUCHTEN (1980) foram estimados pelo método dos quadrados mínimos não lineares, utilizando-se da rotina “PROC NLIN” (SAS, 1999).

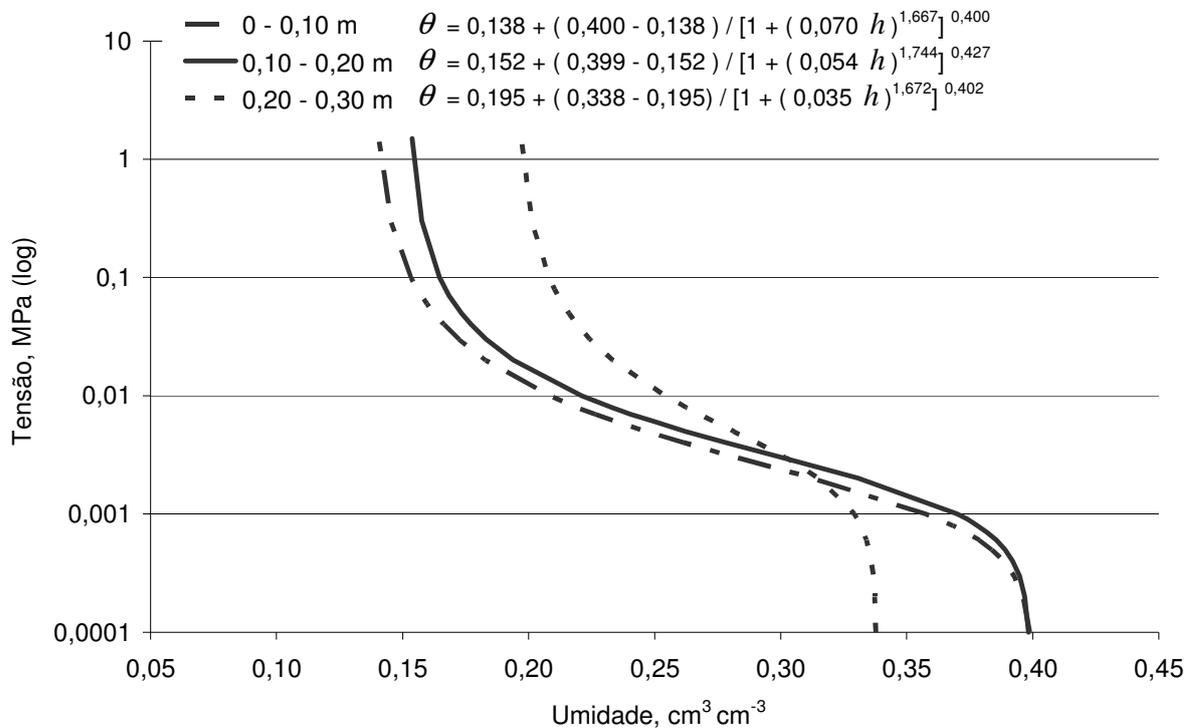


Figura 1. Curva de retenção de água do solo das camadas de 0-0,10; 0,10-0,20 e 0,20-0,30 m de profundidade da área experimental.

Os dados meteorológicos no período de condução do experimento encontram-se na Tabela 32 do apêndice e demonstram que o período de maior deficiência hídrica no ano de 2007 foi de agosto a outubro e, em 2008, de julho a outubro (último mês avaliado).

Até 17-02-2008, aos 360 dias, o controle de plantas invasoras na área de abrangência da copa foi realizado, quando necessário, com capina manual. Após este período, o controle foi o químico realizado com auxílio de dessecantes de contato e/ou sistêmico. O manejo das entrelinhas foi o mecânico com utilização de roçadoras durante todo o período experimental.

As formigas foram controladas antes e durante a condução do experimento, conforme recomendação de BRAGA SOBRINHO et al. (1998).

Realizaram-se coletas de amostras de solo na linha (projeção da copa) e na entrelinha da cultura, nas camadas de 0-0,20 e de 0,20-0,40 m de profundidade, a cada 180 dias, a partir da instalação do experimento, em 21-08-2007; 17-02-2008 e 15-08-2008. Foram retiradas 20 subamostras por parcela, em cada camada, para constituir uma amostra composta, as quais foram analisadas, quimicamente, para fins de fertilidade do solo, pelo método analítico descrito por RAIJ et al. (2001).

Avaliaram-se, em todas as coletas das caramboleiras, as seguintes variáveis biométricas: altura (do colo da planta até a extremidade da última folha expandida) e diâmetro do caule (a 0,10 e 0,40 m do colo da planta), determinado com o auxílio de um paquímetro digital. Em seguida, as plantas foram divididas em caule e folhas, lavadas em água destilada e secas em estufa com circulação forçada de ar, à temperatura de $65^{\circ}\text{C} \pm 0,3$, até atingir massa constante. Determinou-se a massa da matéria seca das diferentes partes da planta, e, em seguida, estes materiais foram moídos e armazenados. Na sequência, determinaram-se os teores de nutrientes no tecido vegetal, seguindo a metodologia descrita por BATAGLIA et al. (1983). E calculou-se o acúmulo dos nutrientes nos diferentes órgãos da caramboleira, ao longo do período experimental, conforme descrito no experimento anterior (item 3.1.).

3.4. Tratamento estatístico

Nos três experimentos e com base nos resultados, foram realizadas análises de variância (teste F) para as diversas características estudadas, e o estudo da regressão, para tempo de cultivo, com o auxílio do programa ESTAT (1992). Em todas as variáveis, empregou-se o modelo de regressão que resultou em significância pelo teste F, e que melhor representou a característica estudada.

Para as variáveis analisadas que apresentaram efeito significativo de épocas de coleta, bem como efeito significativo para as interações entre épocas e os demais fatores, realizou-se o estudo de regressão, mais adequado, para efeito de épocas em cada regime de irrigação e cultivar.

Para o modelo logístico, empregou-se a equação citada por HOFFMAM & VIEIRA (1977), representada por:

$$Y = \frac{a}{1 + e^{-k(x-xc)}}$$

na qual, a : é o máximo acumulado assintótico; e : é o inverso do logaritmo neperiano; k : é a taxa média de acúmulo; x : dias após o transplântio, e xc : é o tempo necessário para atingir 50 % do acúmulo máximo assintótico.

Para o modelo exponencial, a equação de ajuste utilizada foi representada por:

$$Y = Y_0 + A_1 e^{(x/t_1)}$$

na qual, Y_0 : é a assíntota inferior; A_1 : amplitude de crescimento; e : é o inverso do logaritmo neperiano; x : dias após o transplântio, e t_1 : é a taxa de crescimento.

Foram determinados, ainda os índices nutricionais estimados pela fórmula proposta por WELBANK (1962):

$$TARN = \frac{(N_2 - N_1) (\ln M_2 - \ln M_1)}{(t_2 - t_1) (M_2 - M_1)} = mg \text{ por } g \text{ por dia}$$

na qual, *TARN* : é a Taxa de absorção relativa dos nutrientes; *N1* e *N2* : são a quantidade do nutriente no órgão vegetal referente aos tempos *t1* e *t2*, respectivamente; *M1* e *M2* : massa da matéria seca total da planta referente aos tempos *t1* e *t2*, respectivamente, e *ln* é o logaritmo neperiano.

$$TALON = \frac{(N2 - N1) (\ln m2 - \ln m1)}{(t2 - t1) (m2 - m1)} = mg \text{ por } g \text{ por dia}$$

na qual, *TALON* : é a Taxa de Acumulação Líquida Organogênica do Nutriente; *m1* e *m2* : são a massa da matéria seca do órgão vegetal referente aos tempos *t1* e *t2*, respectivamente;

$$TCR = \frac{(\ln M2 - \ln M1)}{(t2 - t1)} = mg \text{ por } g \text{ por dia}$$

na qual, *TCR* : é a Taxa de Crescimento Relativo; *M1* e *M2* : são a massa da matéria seca do órgão ou da planta referente aos tempos *t1* e *t2*, respectivamente.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Crescimento e acúmulo de nutrientes em hipobioto de caramboleiras

Como esperado, houve efeito significativo do tempo de cultivo sobre todas as variáveis de crescimento e acúmulo de nutrientes, apresentando-se maiores incrementos ao final do período experimental (Tabelas 3 e 4).

O incremento da altura das mudas, do diâmetro do caule e da massa da matéria seca das folhas, em função do tempo de cultivo, ajustou-se ao modelo linear e às demais variáveis avaliados ao modelo logístico (Figura 2). Isso concorda com FREITAS (2008), que ao cultivar caramboleira 'Nota-10', sob condições semelhantes às deste experimento, observou ajustes de modelos matemáticos diferenciados para cada variável de crescimento.

Tabela 3. Resumo da análise de variância e resultados médios da altura, do diâmetro do caule, da área foliar e da massa da matéria seca das raízes, do caule das folhas de hipobiotos de caramboleira, em função do tempo de cultivo em hidroponia

Tempo de cultivo (dias)	Altura m	Diâmetro do caule mm	Área foliar cm ²	Massa da matéria seca g por planta			
				Raízes	Caule	Folhas	Planta inteira
25	0,122	1,94	100,19	0,30	0,14	0,47	0,90
50	0,270	2,99	415,15	0,49	0,37	1,39	2,25
75	0,504	3,97	1099,25	1,41	1,35	4,46	7,21
100	0,695	5,55	2218,14	3,06	2,88	8,28	14,22
125	0,933	6,69	2576,97	4,50	5,70	12,92	23,12
Teste F	328,83**	612,78**	153,55**	393,45**	629,78**	1119,74**	1286,94**
CV (%)	8,7	4,5	16,8	11,4	10,7	6,9	6,6

** : significativo a p<0,01.

O hipobioto, nas condições experimentais a ele impostas apresentou adequado crescimento, possibilitando que o diâmetro do caule fosse suficiente para a realização da enxertia (6 mm), aos 110 dias após a transplântio (DAT).

Vale lembrar que os hipobiotos são provenientes de polinização aberta e que a diferenciação entre os modelos matemáticos descritores do crescimento e do acúmulo de massa da matéria seca (Figura 2) e de nutrientes (Figuras 3 e 4) deve-se, além das características avaliadas e do período de cultivo, à variabilidade do material genético empregado, como também evidenciou MALAVOLTA (2006) para a cultura do café, caracterizando a influência genotípica sobre o crescimento da planta.

Apesar de as avaliações terem sido realizadas em um período restrito do ciclo da planta, na fase de hipobioto, a curva de crescimento da massa da matéria seca da planta inteira ajustou-se ao modelo logístico (Figura 2c), o qual também é comumente relatado quando se avalia todo o ciclo da planta inteira, a exemplo das culturas do tomate (FAYAD et al., 2002), do arroz (ALVAREZ, 2003) e da batata (FAVORETTO, 2005).

Tabela 4. Resumo da análise de variância e resultados médios do acúmulo de nutrientes por hipobiotos de caramboleira, em função do tempo de cultivo em hidroponia

Nutrientes	Órgãos	Dias após o transplântio					Teste F	C.V.
		25	50	75	100	125		
		----- mg por planta -----						%
N	Raízes	6,68	13,63	39,23	84,14	121,06	154,64**	18,1
	Caule	2,19	7,39	23,40	52,17	106,58	463,96**	12,7
	Folhas	17,42	53,00	167,49	282,22	409,15	305,37**	12,3
	Planta inteira	26,29	74,02	230,12	418,53	636,79	657,63**	8,7
P	Raízes	1,59	3,39	8,34	20,51	27,50	226,67**	15,0
	Caule	0,59	2,41	6,52	13,86	22,46	137,08**	20,6
	Folhas	2,44	6,75	14,86	29,99	37,50	140,29**	17,0
	Planta inteira	4,62	12,55	29,72	64,36	87,46	392,70**	11,0
K	Raízes	3,15	6,66	23,35	44,51	65,96	272,15**	13,7
	Caule	1,83	10,70	29,36	35,74	57,69	473,13**	9,1
	Folhas	10,21	38,77	100,93	172,72	247,02	214,97**	14,2
	Planta inteira	15,19	56,13	153,64	252,97	370,67	431,93**	10,1
Ca	Raízes	0,59	1,69	3,38	6,48	10,65	132,42**	19,0
	Caule	1,57	4,04	8,50	17,51	37,24	389,44**	13,0
	Folhas	4,92	13,16	42,24	78,73	120,95	196,96**	16,2
	Planta inteira	7,08	18,89	54,17	102,72	168,84	323,04**	12,9
Mg	Raízes	0,50	0,91	3,67	8,12	12,28	117,41**	22,3
	Caule	0,47	1,81	5,79	13,22	22,66	420,41**	12,5
	Folhas	2,41	6,39	24,97	46,18	71,70	305,67**	13,3
	Planta inteira	3,38	9,11	34,43	67,52	106,64	504,05**	10,6
S	Raízes	0,86	2,14	5,75	13,57	19,66	164,49**	18,2
	Caule	0,40	1,53	3,89	8,68	16,83	373,60**	13,6
	Folhas	2,62	7,71	22,77	41,57	61,68	247,12**	14,0
	Planta inteira	3,88	11,38	32,41	63,82	98,17	482,15**	10,4
		----- µg por planta -----						
B	Raízes	7,41	16,49	30,31	42,30	66,89	97,98**	17,6
	Caule	4,90	16,43	21,09	42,67	63,38	314,51**	10,8
	Folhas	32,71	99,45	218,21	422,36	660,09	223,00**	14,6
	Planta inteira	45,02	132,37	269,61	507,33	790,36	322,42**	11,8
Cu	Raízes	3,40	12,36	13,92	32,07	33,62	62,83**	21,4
	Caule	0,86	2,31	5,86	14,38	30,41	240,45**	17,9
	Folhas	2,33	6,02	16,44	19,38	32,16	56,01**	25,3
	Planta inteira	6,59	20,69	36,22	65,83	96,19	18,67**	14,6
Fe	Raízes	191,52	448,35	584,54	1582,93	1877,22	295,41**	11,3
	Caule	5,30	10,43	26,51	75,43	181,66	353,27**	16,0
	Folhas	37,47	145,90	264,70	714,96	744,10	147,44*	15,0
	Planta inteira	234,29	604,68	875,75	2373,32	2802,98	421,71**	9,9
Mn	Raízes	9,08	16,57	28,09	87,90	101,98	126,26**	19,3
	Caule	4,90	16,82	17,49	64,22	72,28	124,38**	19,2
	Folhas	66,78	226,53	804,42	1632,36	1977,38	102,00**	21,7
	Planta inteira	80,76	259,92	850,00	1784,48	2151,64	114,43**	20,4
Zn	Raízes	8,25	21,05	32,98	86,00	102,47	161,81**	16,0
	Caule	6,04	22,40	51,95	139,99	219,14	120,17**	22,8
	Folhas	29,92	74,52	166,76	335,33	453,40	110,70**	19,6
	Planta inteira	44,21	117,97	251,69	561,32	775,01	165,45**	16,9

** : significativo a $p < 0,01$.

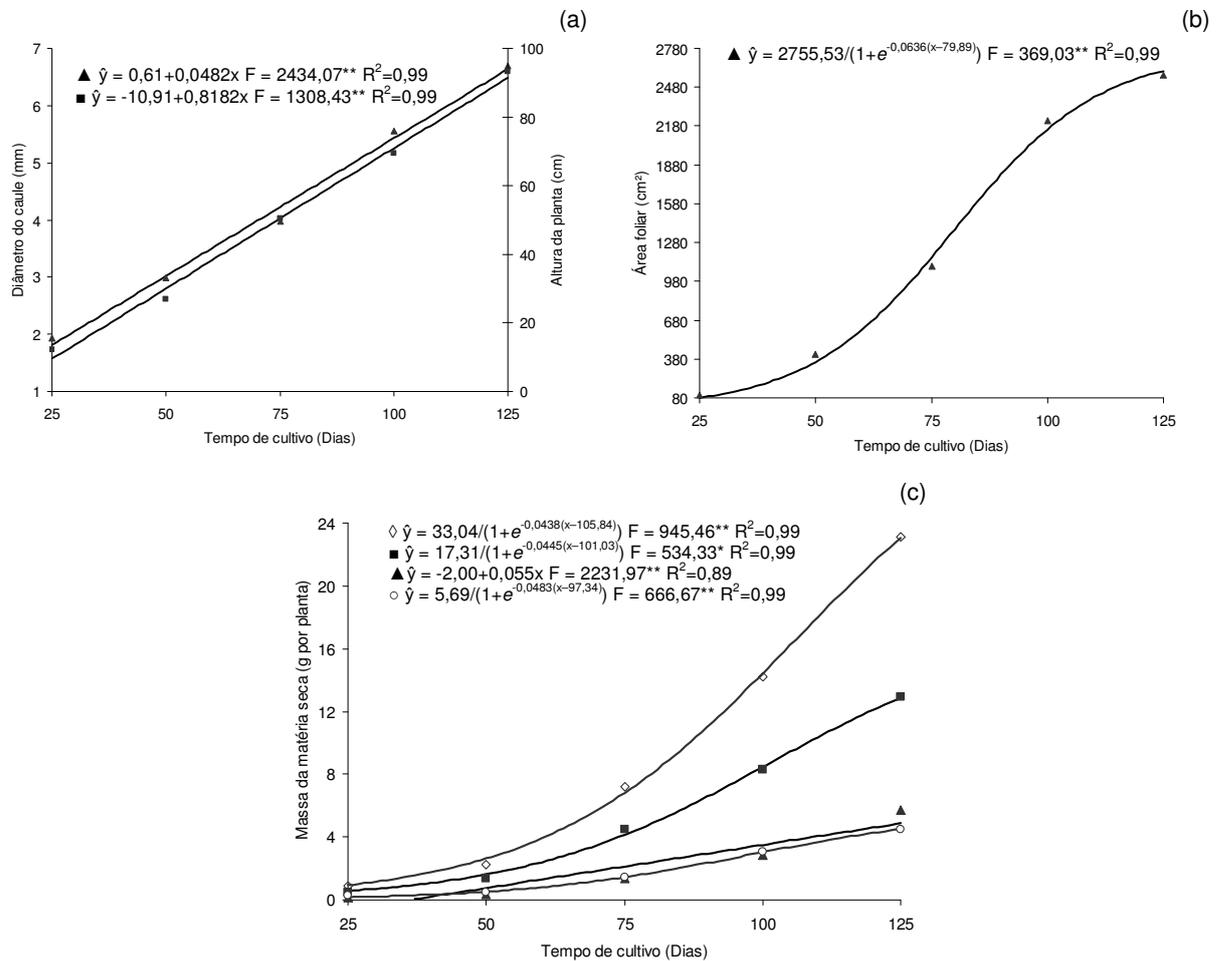


Figura 2. Equações, valor de F e coeficiente de determinação (R^2) obtidos nos estudos de regressão sobre os efeitos do tempo de cultivo (dias) no diâmetro do caule (▲) e na altura (■) (a), na área foliar (▲) (b) e a massa da matéria seca da planta inteira (◇), das folhas (■), do caule (▲) e das raízes (○) (c) dos hipobiotos de caramboleira, em função do tempo de cultivo em hidroponia. (**: $p < 0,01$).

As fases da ontogênese (período de desenvolvimento de um organismo, desde a fecundação até a maturidade para reprodução) da planta são bem caracterizadas quando os valores da massa da matéria seca são transformados (MAGALHÃES, 1985), sendo detectadas três fases: logarítmica, linear e convexa (SALISBURY & ROSS, 1985).

O lento crescimento dos hipobiotos até 50 DAT, neste caso, deve-se provavelmente ao estresse provocado pelo transplante e à adaptação do hipoboto

ao meio de cultivo. Esta primeira fase de crescimento caracteriza-se como logarítmica (MAGALHÃES, 1985). LIMA FILHO (1995) enfatiza que esta primeira fase ocorre quando a planta depende das reservas da semente para a produção dos órgãos que compõem a plântula e, também, pelo fato de que, nos estágios iniciais, a massa vegetal é pequena, o que faz com que a taxa de crescimento seja proporcional ao tamanho do indivíduo. Deste modo, quanto maior a massa da planta mais rápido ela cresce, dentro dos limites fisiológicos e da fase de desenvolvimento.

No período que compreende 50-75 DAT o hipobioto apresentou as maiores taxas de crescimento relativo, caracterizadas pelo grande desenvolvimento do caule, das folhas e das raízes (Tabela 6).

GARDNER et al. (1985) explicam que, na fase final do desenvolvimento da planta, os aumentos no crescimento tornam-se progressivamente menores com o tempo, até que um estado estável é atingido, sendo chamado de maturidade fisiológica.

Para o presente experimento, entre 75-100 DAT e, mais especificamente, entre 100-125 DAT, houve redução da taxa de crescimento relativo (Tabela 6), mas isso não ocorreu devido à planta estar em final de ciclo, pois esta é perene e encontra-se ainda em estado de juvenilidade. O que provavelmente deve ter ocorrido, é o sombreamento causado pelo vigoroso crescimento e reduzido espaçamento entre as plantas. Contudo, o espaçamento empregado no experimento é o preconizado e utilizado no cultivo comercial, pois o objetivo nesta fase é o diâmetro do caule (para a realização do enxerto), que teve comportamento linear crescente (Figura 2a).

A diferenciação entre os modelos descritores do crescimento em plantas perenes, na fase de produção de mudas, é também evidenciada em eucalipto (SILVEIRA et al., 2003), gravioleiras (BARBOSA et al., 2003), goiabeiras (FRANCO et al., 2007 e AUGOSTINHO et al., 2008) e caramboleiras (FREITAS, 2008).

Para a presente pesquisa o incremento da altura, do diâmetro do caule e da área foliar pode ser explicado pelo acúmulo da massa da matéria seca das raízes, caule e folhas (Tabela 3). Pelas curvas de crescimento logístico (Figura 2), apresenta-se o tempo necessário para os hipobiotos acumularem 50 % do máximo assintótico, o que

ocorreu aos 80, 106, 101 e 97 dias, respectivamente, para área foliar, massa da matéria seca da planta inteira, das folhas e das raízes.

A produção de massa da matéria seca da planta inteira, ao final do experimento, foi de 23,12 g por planta, obedecendo à ordem: folhas (56 %) > caule (25 %) > raízes (19 %). Resultados semelhantes em mudas de caramboleira foram obtidos por FREITAS (2008); BARBOSA et al. (2003) com gravioleira; SILVEIRA et al. (2003) com eucalipto; FRANCO et al. (2007) e AUGOSTINHO et al. (2008) com goiabeiras, que também constataram maior contribuição das folhas no acúmulo da massa da matéria seca da planta inteira. Este fato ocorreu, provavelmente, devido aos maiores drenos de assimilados serem as folhas, resultando em maior acúmulo da massa da matéria seca, pois as raízes e o caule não apresentaram alta capacidade acumuladora de assimilados. Nesta fase de desenvolvimento inicial, a caramboleira concentrou o acúmulo de biomassa nas folhas, possivelmente para incrementar a área foliar e a taxa fotossintética. HAYNES (1980) destacou a alta correlação entre o índice de área foliar e a produção da massa da matéria seca em hortaliças.

Houve correlação positiva da massa da matéria seca da planta inteira do hipobioto com a altura ($r = 0,98$; $p < 0,01$), o diâmetro do caule ($r = 0,98$; $p < 0,01$) e a área foliar ($r = 0,98$; $p < 0,01$), indicando que essas características apresentam comportamento semelhante e diretamente proporcional ao acúmulo da massa da matéria seca da planta inteira. Resultados semelhantes para as mesmas variáveis foram encontradas por SILVA et al. (2001), estudando mudas de maracujazeiro, MELO et al. (2005) com mudas de umbuzeiro, FRANCO et al. (2007) e AUGOSTINHO et al. (2008) com mudas de goiabeira.

O acúmulo de nutrientes, em função do tempo de cultivo, apresentou comportamento variável em função do órgão e do nutriente. Contudo, a maior ocorrência dos ajustes deu-se com o modelo logístico (Figuras 3 e 4), o que corrobora os resultados de AUGOSTINHO et al. (2008), que cultivaram goiabeiras sob condições semelhantes às deste estudo. Diferenças nas funções de acúmulo de nutrientes para mudas de frutíferas são relatadas, ainda, por BARBOSA et al. (2003), em gravioleiras; FRANCO et al. (2007) e FREITAS (2008) em caramboleiras.

A maior ocorrência dos ajustes ao modelo logístico foi explicada por SOUZA & COELHO (2001), que indicaram boa aproximação do acúmulo de nutrientes ao conteúdo da massa da matéria seca, devido às plantas possuírem em média, cerca de 5 % de nutrientes minerais na massa da matéria seca total. LIMA FILHO et al. (1997a) também relatam, em cultivo de estévia, que a acumulação de nutrientes acompanha a taxa de crescimento da planta. SAYRE (1948) e HAY et al. (1953) observaram o mesmo comportamento em plantas de milho.

Entretanto, para o acúmulo de Ca e B nos órgãos estudados, destaca-se como ajuste mais adequado o modelo linear, o que poderia sugerir uma absorção mais rápida e contínua destes nutrientes pela muda, devido às suas funções estruturais e à imobilidade desses elementos quanto à redistribuição.

No final do período experimental, aos 125 dias, foram encontrados valores para acúmulo de nutrientes nas raízes, no caule e nas folhas (Figuras 3 e 4), inferiores aos obtidos por FREITAS (2008), cultivando a caramboleira 'Nota-10', em solução nutritiva semelhante à deste estudo (FURLANI et al., 1999). FREITAS (2008) ainda ao final do período experimental em mudas com 150 dias após a enxertia, obteve os seguintes valores para o acúmulo de nutrientes, em mg por planta, nas raízes: N = 230, P = 54, K = 103, Ca = 57, Mg = 28 e S = 38; no caule, N = 222, P = 64, K = 261, Ca = 134, Mg = 57 e S = 25; nas folhas: N = 606, P = 41, K = 507, Ca = 156, Mg = 88 e S = 84; e, em µg por planta, nas raízes: B = 356, Cu = 581, Fe = 25215, Mn = 823 e Zn = 566; no caule: B = 235, Cu = 16, Fe = 983, Mn = 663 e Zn = 875; e, nas folhas: B = 1162, Cu = 19, Fe = 1873, Mn = 4364 e Zn = 830. Tais diferenças podem ser atribuídas às diferenças no material genético e no tempo de cultivo, já que as condições de cultivo e as concentrações de nutrientes na solução nutritiva foram semelhantes.

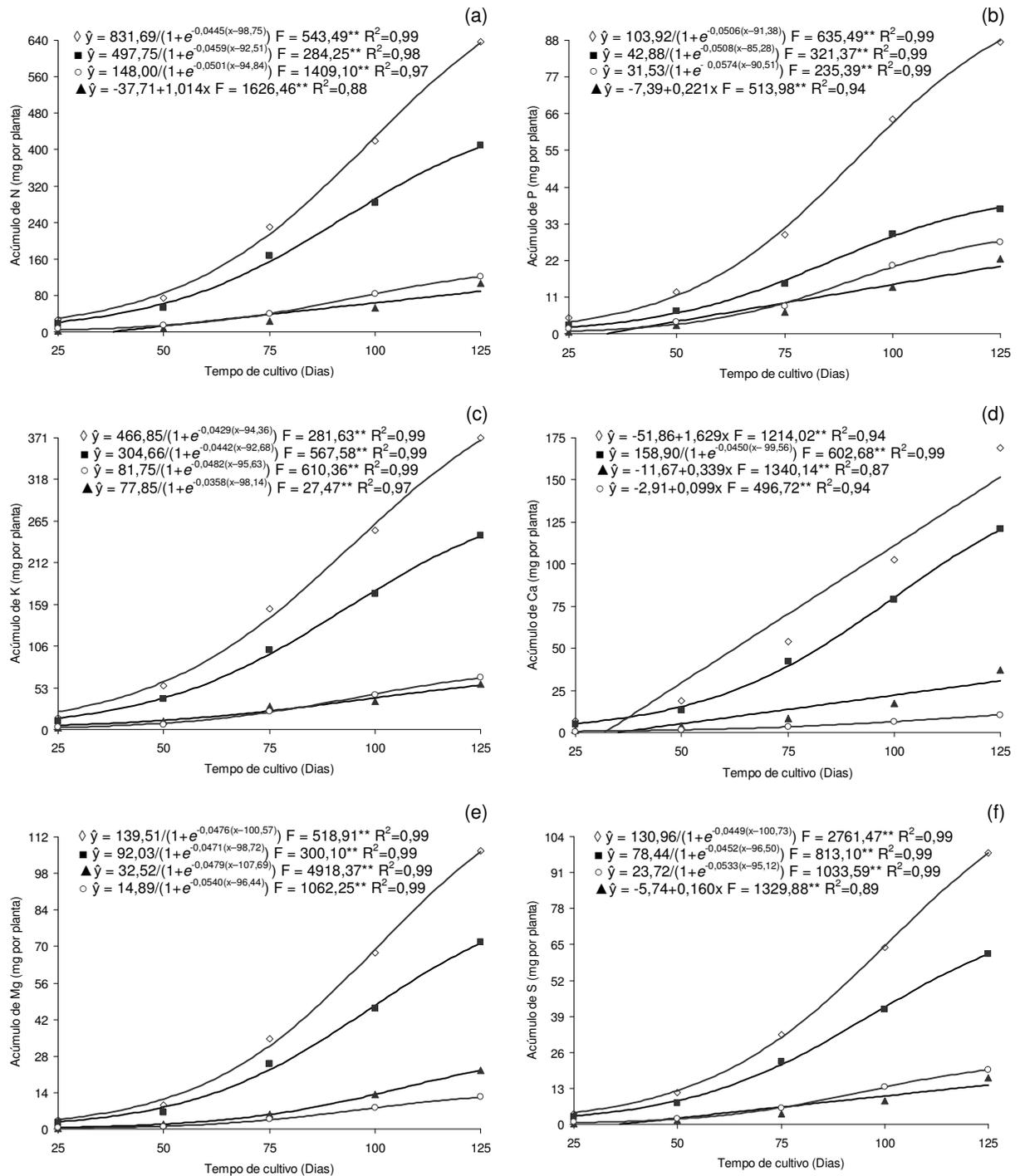


Figura 3. Equações, valor de F e coeficiente de determinação (R^2) obtidos nos estudos de regressão sobre os efeitos do tempo de cultivo (dias) no acúmulo de N (a), P (b), K (c), Ca (d), Mg (e) e S (f) na planta inteira (\diamond), nas folhas (\blacksquare), no caule (\blacktriangle) e nas raízes (\circ) em hipobiotos de caramboleira, em função do tempo de cultivo em hidroponia. (**: $p < 0,01$).

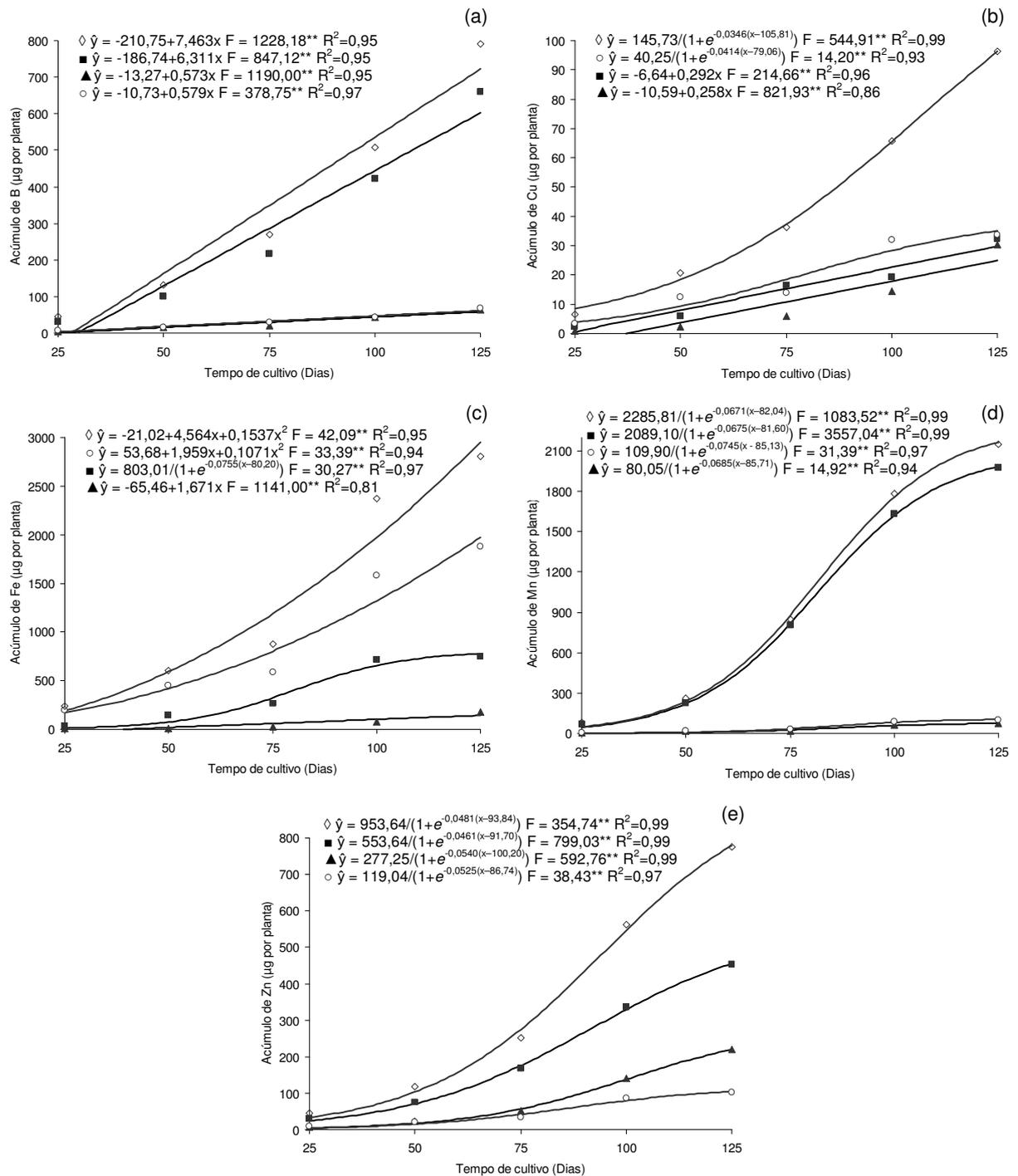


Figura 4. Equações, valor de F e coeficiente de determinação (R²) obtidos nos estudos de regressão sobre os efeitos do tempo de cultivo (dias) no acúmulo de B (a), Cu (b), Fe (c), Mn (d) e Zn (e) na planta inteira (◇), nas folhas (■), no caule (▲) e nas raízes (○) em hipobiotos de caramboleira, em função do tempo de cultivo em hidroponia. (**: p<0,01).

PRADO et al. (2007) realizaram pesquisa em condição de campo, com caramboleiras adultas, constatando que a relação Ca/Mg na folha-diagnóstica não deve ser maior que 1,70, o que pode prejudicar a produção de frutos. Isso corrobora, apesar das diferenças de genótipo, idade da planta, meio de cultivo e amostragem, as relações encontradas na presente pesquisa para o hipobioto, sendo de 1,68. FREITAS (2008), conduzindo estudo em condições semelhantes à desta pesquisa, observou que a relação Ca/Mg no tecido foliar foi de 1,77.

Como realizado para o acúmulo da massa da matéria seca, calculou-se, utilizando as curvas de acúmulo logístico da planta inteira (Figuras 3 e 4), o tempo necessário para que os hipobiotos acumulassem 50 % do máximo assintótico, o que ocorreu aos 99, 91, 94, 101, 101, 106, 82 e 94 dias, respectivamente, para N, P, K, Mg, S, Cu, Mn e Zn. Isso coincide com o mesmo período de acúmulo da massa da matéria seca, que atingiu metade do máximo assintótico entre 97 e 106 dias (Figura 2), além da similaridade entre a taxa média de acúmulo dos nutrientes e da massa da matéria seca (Figuras 2, 3 e 4), evidenciando que a absorção de nutrientes seguiu o acúmulo da massa da matéria seca das plantas.

O acúmulo médio dos nutrientes obedeceu à sequência: $N > K > Ca > Mg > S > P > Fe > Mn > B > Zn > Cu$ (Tabela 4). Esta ordem de acúmulo de nutrientes tem alguma divergência com aquela verificada por FREITAS (2008), nas mesmas condições de cultivo para a caramboleira 'Nota-10'. O autor observou a seguinte sequência no acúmulo de nutrientes: $N > K > Ca > P > S > Mg > Fe > Mn > Zn > B > Cu$. Variações na ordem de absorção e acúmulo de nutrientes em mudas de frutíferas são comumente relatadas na literatura, quando se empregam materiais genéticos e meios de cultivo distintos, a exemplo de trabalhos realizados com gravioleira por CHU et al. (2001) e por BARBOSA et al. (2003), e com mudas de goiabeira, por FRANCO et al. (2007) e AUGOSTINHO et al. (2008).

O acúmulo médio dos nutrientes ocorreu como segue: folhas (65 %); caule (17,5 %); raízes (17,5 %). Resultados similares foram observados por FREITAS (2008) para caramboleira 'Nota-10', sob condições de cultivo semelhantes as deste estudo. Em mudas de goiabeira, FRANCO et al. (2007) e AUGOSTINHO et al. (2008) observaram

que o acúmulo de macronutrientes deu-se nas folhas, respectivamente (70 e 65 %), no caule (10 e 18 %) e nas raízes (20 e 17 %). MATTOS JÚNIOR et al. (2003), estudando plantas adultas de cítrus, relataram que os nutrientes estão mais concentrados nos frutos e nas raízes, comparativamente às folhas e ao caule.

O teor de nutrientes nos diferentes órgãos do hipobioto está apresentado na Tabela 5.

Nas folhas, à exceção do Ca e do Mg, que permanecem praticamente estáveis ao longo do período de cultivo, os demais nutrientes apresentam queda sensível, o que possivelmente está relacionado ao efeito de diluição na massa da matéria seca, pois não houve decréscimo no acúmulo (Figura 3). Para os demais órgãos estudados, houve oscilação significativa dos teores de elementos ao longo do tempo de cultivo. Tal comportamento também foi relatado por LIMA FILHO (1995) em estévia; FREITAS (2008) em mudas de caramboleira e AUGOSTINHO et al. (2008) em mudas de goiabeira.

Apesar das diferenças apresentadas quanto à metodologia de amostragem das folhas na Tabela 1, os resultados encontrados aproximam-se daqueles obtidos por FREITAS (2008) que, apesar de utilizar a 'Nota 10', trabalhou em condições de cultivo semelhantes, e realizou a análise de toda a parte aérea.

Tabela 5. Resumo da análise de variância e resultados médios do teor de nutrientes em hipobiotos de caramboleira, em função do tempo de cultivo em hidroponia

Nutrientes	Órgãos	Dias após transplantio					Teste F	C.V.
		25	50	75	100	125		
		----- g kg ⁻¹ -----						%
N	Raízes	22,7b	27,7ab	27,8a	27,6ab	26,9ab	3,23*	11,1
	Caule	15,7c	19,8a	17,4bc	18,1ab	18,7ab	10,40**	6,4
	Folhas	37,1ab	38,3a	37,6a	34,0bc	31,7c	10,77**	5,8
P	Raízes	5,4c	6,9ab	6,0bc	6,7a	6,1abc	7,51**	8,4
	Caule	4,2bc	6,5a	4,8b	4,8b	4,0c	23,43**	10,2
	Folhas	5,2a	4,9a	3,4bc	3,6b	2,9c	38,30**	9,9
K	Raízes	10,7c	13,4b	16,6a	14,6b	14,7b	49,72**	5,3
	Caule	13,1c	28,6a	21,8b	12,4c	10,2c	111,71**	10,4
	Folhas	21,7b	27,9a	22,6b	20,9b	19,1b	7,38*	13,4
Ca	Raízes	2,0b	3,4a	2,4b	2,1b	2,4b	36,44**	9,2
	Caule	11,2a	10,8a	6,3b	6,1b	6,5b	52,79**	10,6
	Folhas	10,6	9,5	9,5	9,5	9,4	1,06 ^{ns}	13,1
Mg	Raízes	1,7b	1,8b	2,6a	2,7a	2,7a	16,82**	12,3
	Caule	3,4c	4,8a	4,3ab	4,6a	4,0b	18,00**	7,9
	Folhas	5,2ab	4,6b	5,6a	5,6a	5,6a	3,92*	10,0
S	Raízes	2,9b	4,3a	4,1a	4,4a	4,4a	12,66*	10,7
	Caule	2,8b	4,1a	2,9b	3,0b	3,0b	27,87**	7,7
	Folhas	5,6a	5,6a	5,1ab	5,0ab	4,8b	4,15*	8,1
		----- mg kg ⁻¹ -----						
B	Raízes	25b	34a	22c	14d	15d	108,50**	8,8
	Caule	35b	44a	16c	15c	11d	411,66**	7,2
	Folhas	70a	72a	49b	51b	51b	20,29**	10,4
Cu	Raízes	12b	25a	10bc	11bc	8c	88,24**	13,9
	Caule	6a	6a	4b	5ab	5ab	11,15**	10,7
	Folhas	5a	4ab	4ab	2c	3bc	26,56**	15,4
Fe	Raízes	653b	909a	415c	518c	419c	60,48**	11,2
	Caule	38a	28b	20c	26bc	32ab	15,04**	14,8
	Folhas	80b	106a	60c	86b	58c	51,45**	8,8
Mn	Raízes	31a	34a	20c	29ab	23bc	15,38**	13,4
	Caule	35b	44a	13d	22c	13d	227,82**	9,0
	Folhas	142c	164bc	181ab	197a	153bc	7,76**	11,6
Zn	Raízes	28b	43a	24c	28b	23c	65,68**	8,5
	Caule	43bc	60a	39c	49b	38c	15,13**	12,4
	Folhas	64a	54b	38c	41c	35c	28,03**	12,2

ns, *, ** : não-significativo e significativo a p<0,05 e p<0,01 , respectivamente.

A taxa de crescimento relativo (TCR) expressa o aumento da massa da matéria seca, por unidade de massa já existente, em um intervalo de tempo. PAIVA & OLIVEIRA (2006) ressaltam que a TCR é o índice de crescimento mais apropriado para se avaliar o crescimento de uma planta, pois considera a produtividade obtida em função da massa da matéria seca preexistente, tendo em vista que o tamanho final da planta depende da quantidade de material existente inicialmente e da eficiência dos tecidos envolvidos na assimilação fotossintética, com consequente produção de compostos orgânicos. De modo geral, a TCR do hipobiotto acompanhou as taxas de absorção de nutrientes e acumulação da massa da matéria seca. Após o transplante, valores máximos para as raízes, caule e folhas foram obtidos entre 50 – 75 DAT (Tabela 6).

Tabela 6. Taxa de crescimento relativo (TCR) nos órgãos de hipobiotos de caramboleira, em função do tempo de cultivo em hidroponia

Período	Raízes	Caule	Folhas	Planta inteira
Dias	----- mg por g por dia -----			
25-50	0,021	0,039	0,043	0,037
50-75	0,042	0,051	0,047	0,047
75-100	0,031	0,030	0,025	0,027
100-125	0,015	0,027	0,018	0,019

A partir da Taxa de Crescimento Relativo (TCR) (Tabela 6), obteve-se o índice que descreve a Taxa de Absorção Relativa de Nutriente (TARN), em toda a planta, ou seu acúmulo em um órgão específico (TALON), ou seja, Taxa de acumulação líquida organogênica (Tabela 7), cujos resultados são expressos em quantidade absorvida ou acumulada do nutriente pelo material vegetal preexistente, durante certo intervalo de tempo. Portanto, a TARN e a TALON dependem da massa vegetal produzida e de um fator intrínseco ao metabolismo vegetal, ligado às necessidades fisiológicas da planta pelo elemento, em um determinado período do desenvolvimento, para um tecido específico.

De modo geral, as maiores TARNs ocorreram entre 25 e 75 DAT (Tabela 7), o que possivelmente tenha promovido os maiores valores de TCR (Tabela 6) no mesmo período. Somam-se a isso as condições adequadas de cultivo.

Tabela 7. Taxa de acumulação líquida organogênica (TALON) e taxa de absorção relativa (TARN) de nutrientes nos órgãos de hipobiotos de caramboleira, em função do tempo de cultivo em hidroponia

Órgãos	Períodos	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn	
	Dias	----- mg por g por dia -----						----- µg por g por dia -----					
TALON													
Raízes	25-50	0,723	0,187	0,364	0,114	0,043	0,134	0,946	0,933	26,744	0,780	1,332	
	50-75	1,176	0,228	0,768	0,078	0,127	0,166	0,638	0,072	6,259	0,529	0,548	
	75-100	0,845	0,229	0,398	0,058	0,084	0,147	0,224	0,341	18,783	1,125	0,998	
	100-125	0,396	0,075	0,230	0,045	0,045	0,065	0,264	0,017	3,154	0,151	0,177	
Caule	25-50	0,873	0,306	1,489	0,415	0,225	0,190	1,937	0,243	0,862	1,965	2,748	
	50-75	0,842	0,216	0,982	0,235	0,209	0,124	0,245	0,187	0,846	0,011	1,554	
	75-100	0,570	0,146	0,126	0,179	0,147	0,095	0,428	0,169	0,970	0,939	1,745	
	100-125	0,527	0,083	0,213	0,191	0,091	0,079	0,201	0,155	1,029	0,078	0,766	
Folhas	25-50	1,681	0,203	1,350	0,390	0,188	0,240	3,154	0,175	5,123	7,548	2,107	
	50-75	1,742	0,123	0,946	0,443	0,283	0,229	1,807	0,158	1,808	8,793	1,403	
	75-100	0,744	0,098	0,465	0,236	0,137	0,122	1,323	0,019	2,918	5,366	1,093	
	100-125	0,487	0,029	0,285	0,162	0,098	0,077	0,912	0,049	0,112	1,323	0,453	
TARN													
Planta Inteira	25-50	1,293	0,215	1,109	0,320	0,155	0,204	2,368	0,382	10,037	4,849	1,999	
	50-75	1,465	0,161	0,915	0,331	0,237	0,197	1,289	0,146	2,544	5,534	1,255	
	75-100	0,730	0,134	0,385	0,188	0,128	0,122	0,921	0,114	5,804	3,625	1,200	
	100-125	0,477	0,050	0,257	0,144	0,086	0,075	0,618	0,066	0,939	0,803	0,467	

Entretanto, a TALON, nos diversos órgãos, nem sempre acompanhou a TCR desses tecidos na planta. Assim, entre 25 e 50 DAT, a maior TALON no caule, em relação aos demais órgãos, ocorreu para P, K, Ca, Mg e Zn, enquanto o N, S, B e o Mn acumularam-se, preferencialmente, nas folhas, e o Cu e o Fe, nas raízes.

Para todos os macronutrientes, com exceção do S, LIMA FILHO et al. (1997a) observaram comportamento idêntico. Para os micronutrientes, o B, o Mn e o Zn também corroboram os resultados de LIMA FILHO et al. (1997b).

Em todos os períodos analisados, o Fe obteve a maior TALON nas raízes, o que possivelmente deve ter ocorrido devido ao meio de cultivo empregado, além da não-remoção adequada de todo o elemento no procedimento de lavagem. O Mn apresentou, em todos os períodos analisados a maior TALON nas folhas, corroborando as observações de FREITAS (2008) em estudo de marcha de absorção em mudas de caramboleira 'Nota 10', em condições semelhantes de cultivo. PRADO & NATALE

(2004); PRADO et al. (2007) e NATALE et al. (2008) também relataram acúmulo de Mn em folhas de caramboleiras adultas, em condições de cultivo em campo.

De 50 a 75 DAT, com exceção do P, que teve maior direcionamento para o caule e raízes, e considerando as observações feitas para Mn e Fe, houve quase predomínio referente ao direcionamento dos demais nutrientes para as folhas, que, no referido período tiveram juntamente com o caule a maior TCR entre os órgãos (Tabela 6).

Apesar de haver semelhança da TALON entre os períodos de 75-100 e 100-125 DAT quanto ao órgão acumulado, houve variação entre os nutrientes quanto ao órgão de destino, sendo que a maior acumulação não ocorreu no caule, como se poderia supor, em virtude da alta TCR do órgão.

Sendo a TALON o resultado dos processos que consideram tanto a acumulação quanto a translocação do nutriente para outros órgãos ou para o meio externo, através da exsudação de íons das raízes, da volatilização de NH_3 ou óxidos nitrogenados da planta, em função da senescência, como explicado por LIMA FILHO et al., 1997a. OLSON & KURTZ (1982) enfatizam que qualquer que seja a causa, a perda tem proporções significativas, e melhor compreensão dos processos poder-nos-ia levar a melhor utilização do nitrogênio.

Portanto, seria possível observar resultados negativos, indicando assim perda líquida de um dado elemento, devido à redistribuição ou, ainda, por acumulação negativa. Contudo, a não-ocorrência deste fato faz supor que o hipobioto se encontrava em pleno desenvolvimento vegetativo, com constante absorção de nutrientes. Além disso, as condições de cultivo hidropônico, bem como a solução empregada e a periodicidade de troca desta, não limitaram o desenvolvimento das plantas.

4.2. Crescimento e acúmulo de nutrientes em mudas de caramboleiras

Como esperado, houve efeito significativo do tempo de cultivo sobre todas as variáveis de crescimento. Entre as cultivares avaliadas, houve diferença significativa somente para a massa da matéria seca das raízes (Tabela 8).

Tabela 8. Resumo da análise de variância e resultados médios da altura, do diâmetro do caule, da área foliar e da massa da matéria seca das raízes, do caule, das folhas e de mudas de caramboleiras, cultivadas em hidroponia

Tempo de cultivo (T)	Altura	Diâmetro do caule	Área foliar	Massa da matéria seca			
				Raízes	Caule	Folhas	Planta inteira
dias	m	mm	cm ²	----- g por planta -----			
208	0,464	7,91	627,13	4,73	4,43	3,17	12,33
233	0,726	8,62	1671,56	5,27	6,61	8,83	20,72
258	0,788	9,24	2268,64	7,79	10,89	12,57	31,25
283	1,147	9,76	3399,14	8,67	14,38	22,30	45,36
308	1,300	10,73	4653,94	10,04	20,33	28,92	59,29
Teste F	76,60**	11,76**	54,00**	77,25**	237,21**	360,47**	421,37**
Cultivares (C)							
B-10	86,07	9,04	2432,50	6,51	11,38	15,22	33,11
Golden Star	90,90	9,46	2615,67	8,09	11,28	15,10	34,47
Teste F	2,84ns	1,53ns	1,74ns	43,91**	0,03ns	0,05ns	1,44ns
Interação (C x T)	0,59ns	0,37ns	0,61ns	20,65**	6,47**	1,57ns	5,40**
CV (%) ⁽¹⁾	8,9	10,0	15,1	9,0	13,3	10,0	9,2
CV (%) ⁽²⁾	10,6	8,3	20,6	8,6	8,9	8,8	6,7

⁽¹⁾ e ⁽²⁾ Coeficientes de variação para parcela e subparcela, respectivamente. ns e ** : não-significativo e significativo p<0,01 , respectivamente.

Pelo estudo de regressão, a 'B-10' e a 'Golden Star', em função do tempo de cultivo, apresentaram ajuste linear, com exceção da massa da matéria seca das raízes da 'Golden Star', que apresentou ajuste logístico (Figuras 5 e 6). Esses resultados discordam daqueles de FREITAS (2008), que ao cultivar caramboleira 'Nota-10', em condições semelhantes, observou ajustes de modelos matemáticos diferenciados para cada variável de crescimento.

O crescimento de uma planta envolve divisão e expansão de vários tipos diferentes de células (BROWN, 1984). O processo de diferenciação (especialização celular) é frequentemente considerado como parte do crescimento, sendo que o desenvolvimento vegetal requer tanto crescimento como diferenciação (GARDNER et

al., 1985). Desta maneira, como descrito por SALISBURY & ROSS (1985), as mudas de caramboleiras encontram-se no início de seu desenvolvimento, justificando-se o ajuste ao modelo linear.

OLIVEIRA (1996) também enfatiza o rápido crescimento apresentado por plantas jovens de caramboleira, sugerindo que esta espécie é grande incorporadora de CO₂.

Nesta fase de desenvolvimento, não houve necessidade de adaptação das mudas, pois a primeira coleta foi realizada aos 208 dias de cultivo em solução hidropônica, o que não propiciou qualquer estresse às mudas, promovendo, ao contrário, um ganho contínuo da TCR dos órgãos e, conseqüentemente, da planta inteira, implicando o ajuste linear das equações de acúmulo da massa da matéria seca. A relação entre o ajuste das equações e o TCR da planta também pode ser apresentada no acúmulo da massa da matéria seca das raízes da cultivar 'Golden Star' que por apresentarem o menor TCR na última avaliação (Tabela 15), tiveram melhor ajuste ao modelo logístico (Figura 6c).

O acúmulo da massa da matéria seca das raízes, caule e folhas explica o incremento da altura, do diâmetro do caule e da área foliar das mudas (Tabela 8).

A produção da massa da matéria seca da planta inteira, aos 308 dias de cultivo, foi de 57,11 e 58,76 g por planta, para a 'B-10' e 'Golden Star', respectivamente, e obedeceu à ordem: folhas (50 e 48 %) > caule (35 e 34 %) > raízes (15 e 18 %).

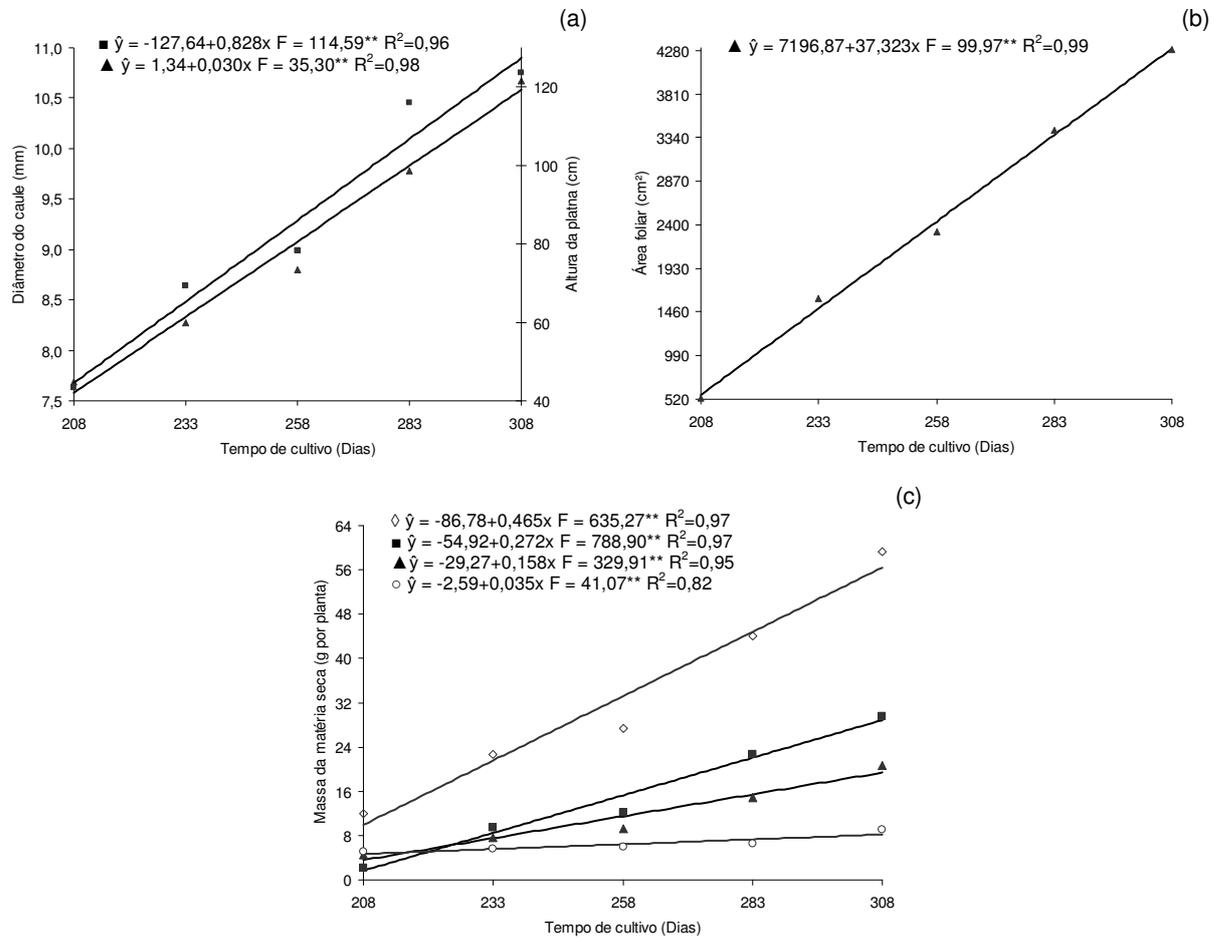


Figura 5. Equações, valor de F e coeficiente de determinação (R²) obtidos nos estudos de regressão sobre os efeitos do tempo de cultivo (dias) no diâmetro do caule (▲) e na altura (■) (a), na área foliar (▲) (b) e a massa da matéria seca da planta inteira (◇), das folhas (■), do caule (▲) e das raízes (○) (c) em mudas de caramboleiras 'B-10', cultivadas em hidroponia. (**: p<0,01).

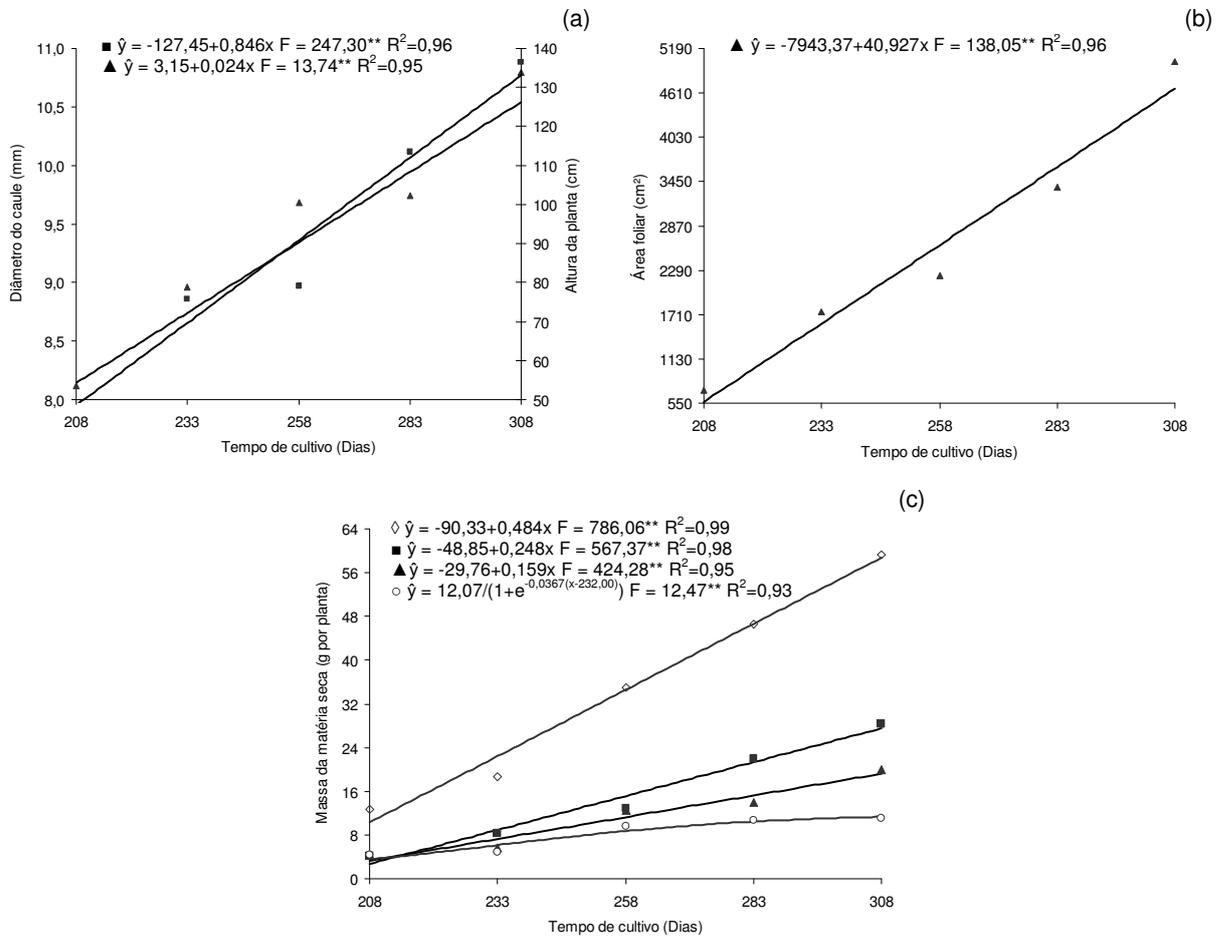


Figura 6. Equações, valor de F e coeficiente de determinação (R²) obtidos nos estudos de regressão sobre os efeitos do tempo de cultivo (dias) no diâmetro do caule (▲) e na altura (■) (a), na área foliar (▲) (b) e a massa da matéria seca da planta inteira (◇), das folhas (■), do caule (▲) e das raízes (○) (c) em mudas de caramboleiras 'Golden Star', cultivadas em hidroponia. (**: p<0,01).

A maior contribuição das folhas no acúmulo da massa da matéria seca da planta inteira também foi obtida por FREITAS (2008), trabalhando com caramboleira; BARBOSA et al. (2003), com gravioleira; SILVEIRA et al. (2003), com eucalipto; FRANCO et al. (2007) e AUGOSTINHO et al. (2008), com goiabeiras. Este fato ocorreu, provavelmente, devido aos maiores drenos de assimilados serem as folhas, resultando em maior acúmulo da massa da matéria seca, pois as raízes e o caule não apresentaram alta capacidade mobilizadora de assimilados. Nesta fase de desenvolvimento inicial da caramboleira, o maior acúmulo de biomassa nas folhas

verifica-se, possivelmente, para incrementar a área foliar e a taxa fotossintética com reflexo na biomassa da planta inteira. HAYNES (1980) relatou alta correlação entre o índice de área foliar e a produção da massa da matéria seca.

Houve correlação positiva da massa da matéria seca da planta inteira produzida pelas mudas da 'B-10' e da 'Golden Star', respectivamente, com a altura ($r = 0,99$ e $0,98$; $p < 0,01$), o diâmetro do caule ($r = 0,95$ e $0,98$; $p < 0,01$) e a área foliar ($r = 0,99$ e $0,98$; $p < 0,01$). Isso indica que essas características apresentaram comportamento diretamente proporcional ao acúmulo da massa da matéria seca da planta inteira das mudas de caramboleiras, sendo a altura e a área foliar as características que melhor explicam o acúmulo da massa da matéria seca das mudas. SILVA et al. (2001), estudando mudas de maracujazeiro, MELO et al. (2005), com mudas de umbuzeiro, FRANCO et al. (2007) e AUGOSTINHO et al. (2008), com mudas de goiabeiras, encontraram resultados semelhantes para essas variáveis de crescimento.

No decorrer do tempo de cultivo, ocorreram diferenças no acúmulo de nutrientes nas folhas, no caule, nas raízes e na planta inteira, sendo os maiores acúmulos registrados no final do período experimental (Tabelas 9, 10, 11 e 12). Não houve diferença significativa entre as cultivares para o acúmulo de K, S, Fe e Zn nas raízes; N, K, Ca, Mg, B e Cu no caule; N, P, K, Ca, Mg, B, Cu, Fe, Mn e Zn nas folhas e N, P, K, Ca, Mg, B e Fe na planta inteira. Não houve interação entre cultivares e tempo de cultivo, para Mn nas raízes; K, Ca e B no caule; N, K, Ca, Mg, Cu e Fe nas folhas, e K, Ca, B, Fe e Zn na planta inteira.

O acúmulo dos nutrientes, em função do tempo de cultivo, nas mudas 'B-10' e 'Golden Star,' apresentou comportamento variável, em função do órgão e do nutriente analisado (Figuras 7, 8, 9, e 10).

Tabela 9. Resumo da análise de variância e resultados médios do acúmulo de nutrientes nas raízes de mudas de caramboleiras, cultivadas em hidroponia

Tempo de cultivo (T) dias	mg por planta				µg por planta						
	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
208	107,69	24,80	56,21	20,42	11,68	19,56	94,78	92,15	3252,16	108,23	119,50
233	127,58	27,40	64,64	23,14	12,75	22,45	105,53	144,04	3511,94	115,17	121,87
258	191,73	42,12	97,12	38,19	22,66	33,06	143,00	191,35	4716,37	167,56	177,02
283	244,30	52,09	119,96	45,07	26,52	35,75	196,45	280,45	6699,63	244,33	182,27
308	284,48	58,90	137,88	52,67	32,24	44,14	222,94	537,29	7870,76	310,13	217,55
Teste F	95,71**	74,18**	62,28**	12,70**	72,24**	37,79**	78,96**	135,66**	80,76**	37,89**	21,22**
Cultivares (C)											
B-10	178,74	37,26	91,19	31,45	18,47	29,59	142,08	295,46	5130,44	207,94	158,91
Golden Star	203,57	44,86	99,14	40,35	23,87	32,40	163,00	202,65	5289,91	170,43	168,37
Teste F	12,72*	15,02*	5,09ns	12,70**	36,66**	3,11ns	16,42*	135,66**	0,69ns	11,21*	1,51ns
Interação (C x T)	13,25**	15,96**	9,33**	3,34**	11,30**	12,28**	13,15**	21,29**	10,43**	1,81ns	5,39**
CV (%) ⁽¹⁾	10,0	13,1	10,2	15,7	11,5	14,1	9,3	10,5	10,1	16,1	12,9
CV (%) ⁽²⁾	9,9	10,3	11,4	26,6	12,1	12,9	10,1	14,8	10,6	18,3	13,7

⁽¹⁾ e ⁽²⁾ Coeficientes de variação para parcela e subparcela, respectivamente. ns, *, **, não-significativo e significativo a p<0,05 e p<0,01, respectivamente.

Tabela 10. Resumo da análise de variância e resultados médios do acúmulo de nutrientes no caule de mudas de caramboleiras, cultivadas em hidroponia

Tempo de cultivo (T) dias	mg por planta							µg por planta				
	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn	
208	78,50	18,49	51,00	51,93	15,30	15,23	71,64	84,48	267,74	145,40	268,19	
233	121,13	31,52	100,52	69,24	30,29	20,67	85,84	108,45	309,27	147,24	352,02	
258	184,46	43,27	136,16	96,56	44,18	27,04	103,78	175,00	408,42	194,16	418,70	
283	248,83	53,85	159,90	130,06	55,55	32,32	252,10	446,25	942,60	231,47	519,87	
308	326,27	63,50	241,41	148,80	80,33	33,34	283,12	719,37	982,43	310,45	530,83	
Teste F	184,51**	167,57**	64,88**	32,63**	165,09**	42,49**	42,82**	196,89**	99,79**	72,46**	16,47**	
Cultivares (C)												
B-10	200,30	43,32	138,34	94,30	46,28	28,50	170,79	289,41	732,66	232,95	487,65	
Golden Star	183,38	40,93	137,25	104,33	43,97	22,93	147,81	324,00	431,52	178,53	348,19	
Teste F	4,52ns	167,57**	0,02ns	6,25ns	0,93ns	13,46*	4,59ns	2,06ns	255,10**	62,69**	94,45**	
Interação (C x T)	8,52**	11,04**	2,10ns	2,66ns	6,74**	4,10*	2,75ns	7,95**	13,54**	9,02**	16,47**	
CV (%) ⁽¹⁾	11,4	9,7	17,7	11,1	14,5	16,2	18,5	21,5	8,9	9,2	9,4	
CV (%) ⁽²⁾	9,3	8,0	15,7	17,5	10,5	11,3	23,5	15,5	14,8	9,6	16,1	

⁽¹⁾ e ⁽²⁾ Coeficientes de variação para parcela e subparcela, respectivamente. ns, *, **: não-significativo e significativo a p<0,05 e p<0,01, respectivamente.

Tabela 11. Resumo da análise de variância e resultados médios do acúmulo de nutrientes nas folhas de mudas de caramboleiras, cultivadas em hidroponia

Tempo de cultivo (T) dias	mg por planta			µg por planta							
	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
208	115,54	13,43	101,73	23,48	17,51	14,40	137,39	19,02	257,61	439,64	232,49
233	311,47	21,10	255,72	100,52	55,55	43,77	384,83	47,74	750,97	1366,49	381,92
258	418,00	23,15	304,63	124,42	63,97	48,96	542,53	124,89	845,66	1720,86	386,58
283	660,99	39,72	466,94	188,85	106,43	79,77	1147,63	315,46	3104,02	2708,14	583,86
308	810,41	47,83	540,09	239,44	138,27	88,98	1456,75	337,81	3464,54	2906,80	617,09
Teste F	196,85**	122,10**	106,32**	129,77**	153,40**	131,35**	380,68**	316,12**	327,11**	152,56**	81,35**
Cultivares (C)											
B-10	468,06	29,12	337,68	140,11	78,70	57,52	754,86	180,52	1709,90	1854,24	427,08
Golden Star	458,50	28,97	329,96	130,58	73,99	52,84	712,79	157,45	1659,22	1802,53	453,70
Teste F	0,35ns	0,02ns	0,23ns	1,62ns	1,44ns	10,10*	2,17ns	5,68ns	0,47ns	1,35ns	3,37ns
Interação (C x T)	2,37ns	5,36**	1,80ns	2,36ns	1,50ns	4,93**	3,45*	1,80ns	0,98ns	4,72*	6,95**
CV (%) ⁽¹⁾	9,5	10,9	13,2	15,2	14,1	7,3	10,7	15,7	12,6	6,7	9,0
CV (%) ⁽²⁾	10,4	10,9	12,4	13,2	12,1	11,6	9,4	12,2	11,9	11,0	9,8

⁽¹⁾ e ⁽²⁾ Coeficientes de variação para parcela e subparcela, respectivamente. ns, *, ** : não-significativo e significativo a p<0,05 e p<0,01, respectivamente.

Tabela 12. Resumo da análise de variância e resultados médios do acúmulo de nutrientes na planta inteira de mudas de caramboleiras, cultivadas em hidroponia

Tempo de cultivo (T) dias	mg por planta										µg por planta			
	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn			
208	301,73	56,73	208,94	95,82	44,48	49,19	303,81	195,65	3777,51	693,26	620,18			
233	560,18	80,02	420,88	192,89	98,59	86,90	576,20	300,23	4572,17	1628,90	855,81			
258	794,19	108,54	537,91	259,17	130,81	109,06	789,32	491,24	5970,45	2082,58	982,30			
283	1154,12	145,66	746,79	363,98	188,49	147,84	1596,18	1042,17	10746,25	3183,94	1285,99			
308	1421,16	170,23	919,38	440,92	250,84	166,46	1962,80	1594,46	12317,73	3527,37	1365,46			
Teste F	413,50**	239,15**	150,9**	199,25**	299,65**	156,17**	355,42**	495,45**	237,37**	181,93**	69,08**			
Cultivares (C)														
B-10	847,10	109,70	567,21	275,88	143,45	115,61	1067,72	765,40	7572,99	2294,93	1073,64			
Golden Star	845,45	114,77	566,35	265,22	141,83	108,16	1023,60	684,10	7380,65	2151,49	970,26			
Teste F	0,01ns	2,31ns	0,01ns	0,84ns	0,06ns	16,73*	1,35ns	11,19*	2,87ns	8,42*	14,21*			
Interação (C x T)	6,72**	10,75**	1,49ns	2,08ns	3,03*	3,55*	2,39ns	4,23*	7,58ns	5,72**	1,34ns			
CV (%) ⁽¹⁾	7,1	8,1	11,9	11,8	12,7	4,5	9,9	9,2	4,2	6,1	7,4			
CV (%) ⁽²⁾	6,4	6,7	9,8	8,8	7,9	8,2	8,7	8,9	8,1	9,4	8,9			

⁽¹⁾ e ⁽²⁾ Coeficientes de variação para parcela e subparcela, respectivamente. ns, *, **: não-significativo e significativo a p<0,05 e p<0,01, respectivamente.

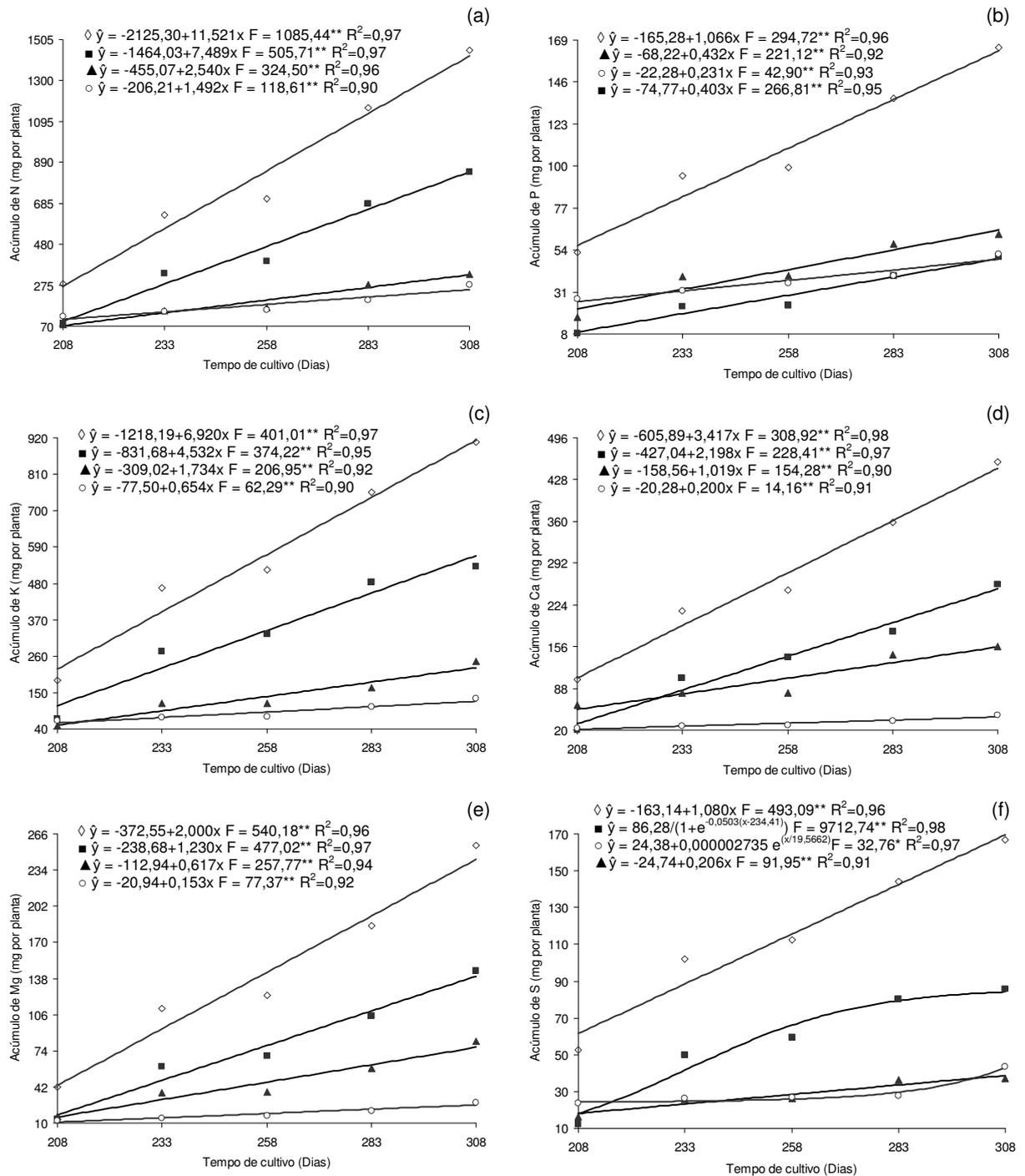


Figura 7. Equações, valor de F e coeficiente de determinação (R^2) obtidos nos estudos de regressão sobre os efeitos do tempo de cultivo (dias) no acúmulo de N (a), P (b), K (c), Ca (d), Mg (e) e S (f) na planta inteira (\diamond), nas folhas (\blacksquare), no caule (\blacktriangle) e nas raízes (\circ) em mudas de caramboleiras 'B-10', cultivadas em hidroponia. (**, *; $p < 0,01$ e $p < 0,05$, respectivamente).

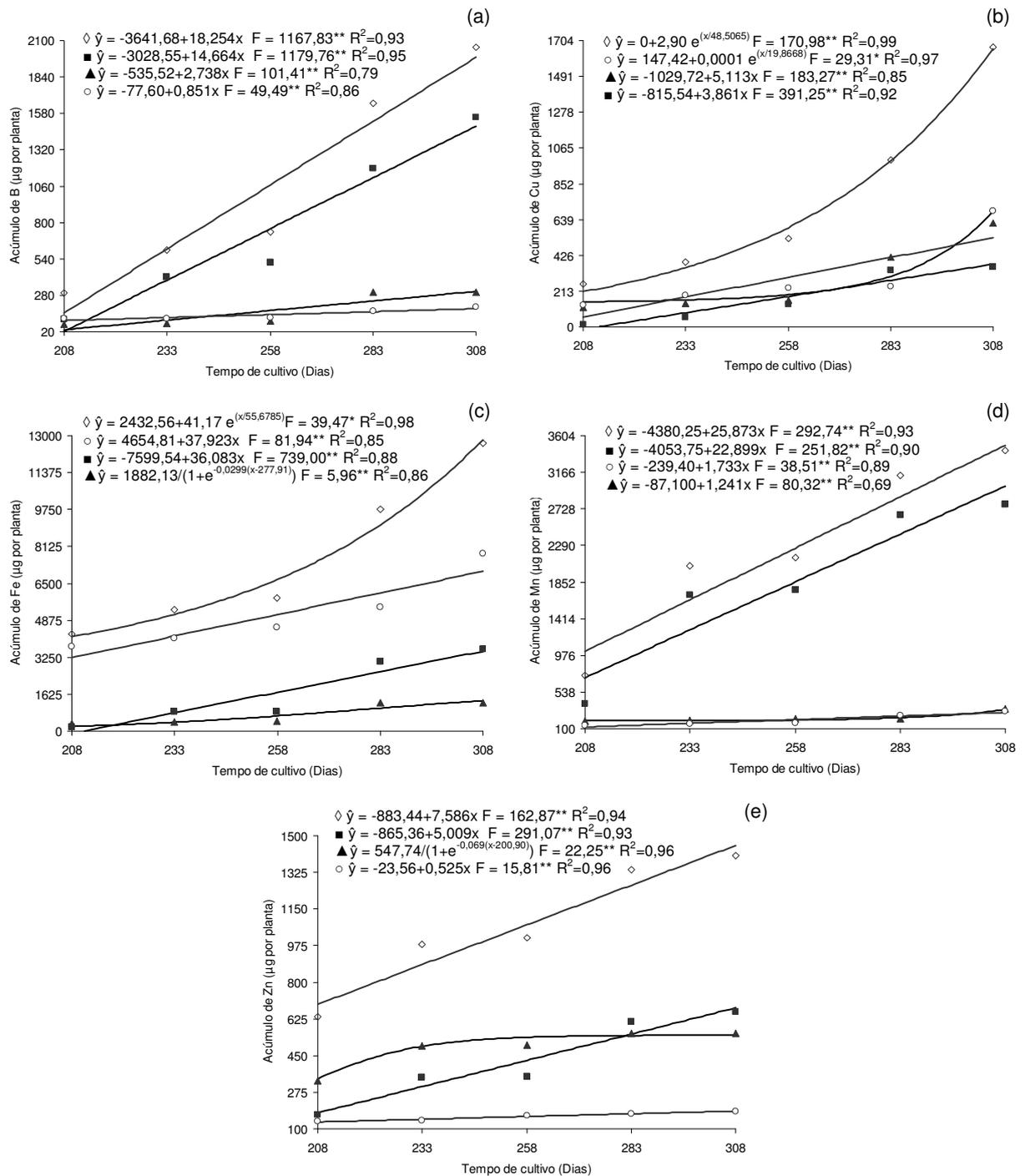


Figura 8. Equações, valor de F e coeficiente de determinação (R^2) obtidos nos estudos de regressão sobre os efeitos do tempo de cultivo (dias) no acúmulo de B (a), Cu (b), Fe (c), Mn (d) e Zn (e) na planta inteira (◇), nas folhas (■), no caule (▲) e nas raízes (○) em mudas de caramboleiras 'B-10', cultivadas em hidroponia. (**, *; $p < 0,01$ e $p < 0,05$, respectivamente).

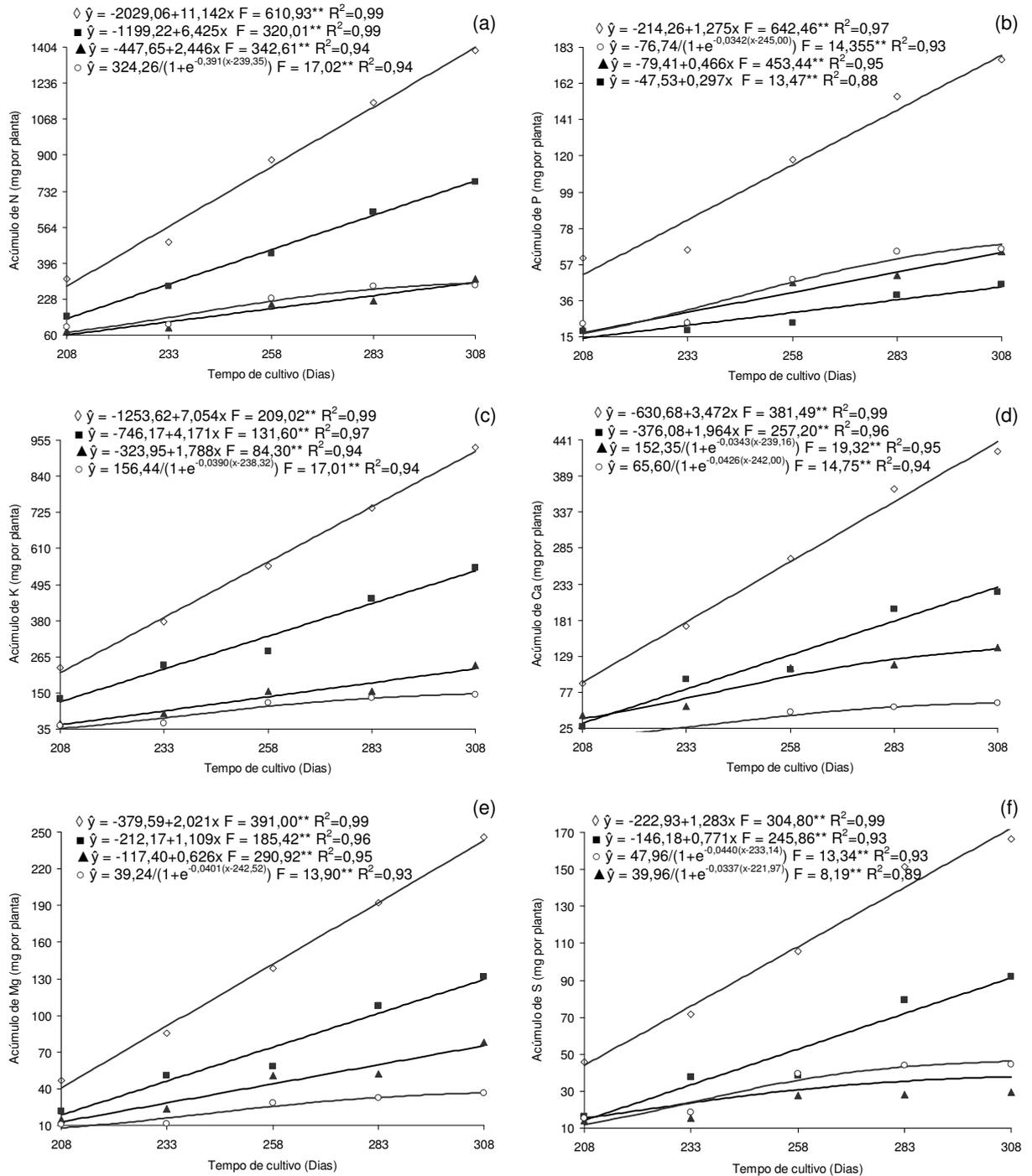


Figura 9. Equações, valor de F e coeficiente de determinação (R^2) obtidos nos estudos de regressão sobre os efeitos do tempo de cultivo (dias) no acúmulo de N (a), P (b), K (c), Ca (d), Mg (e) e S (f) na planta inteira (\diamond), nas folhas (\blacksquare), no caule (\blacktriangle) e nas raízes (\circ) em mudas de caramboleiras 'Golden Star', cultivadas em hidroponia. (**: $p < 0,01$).

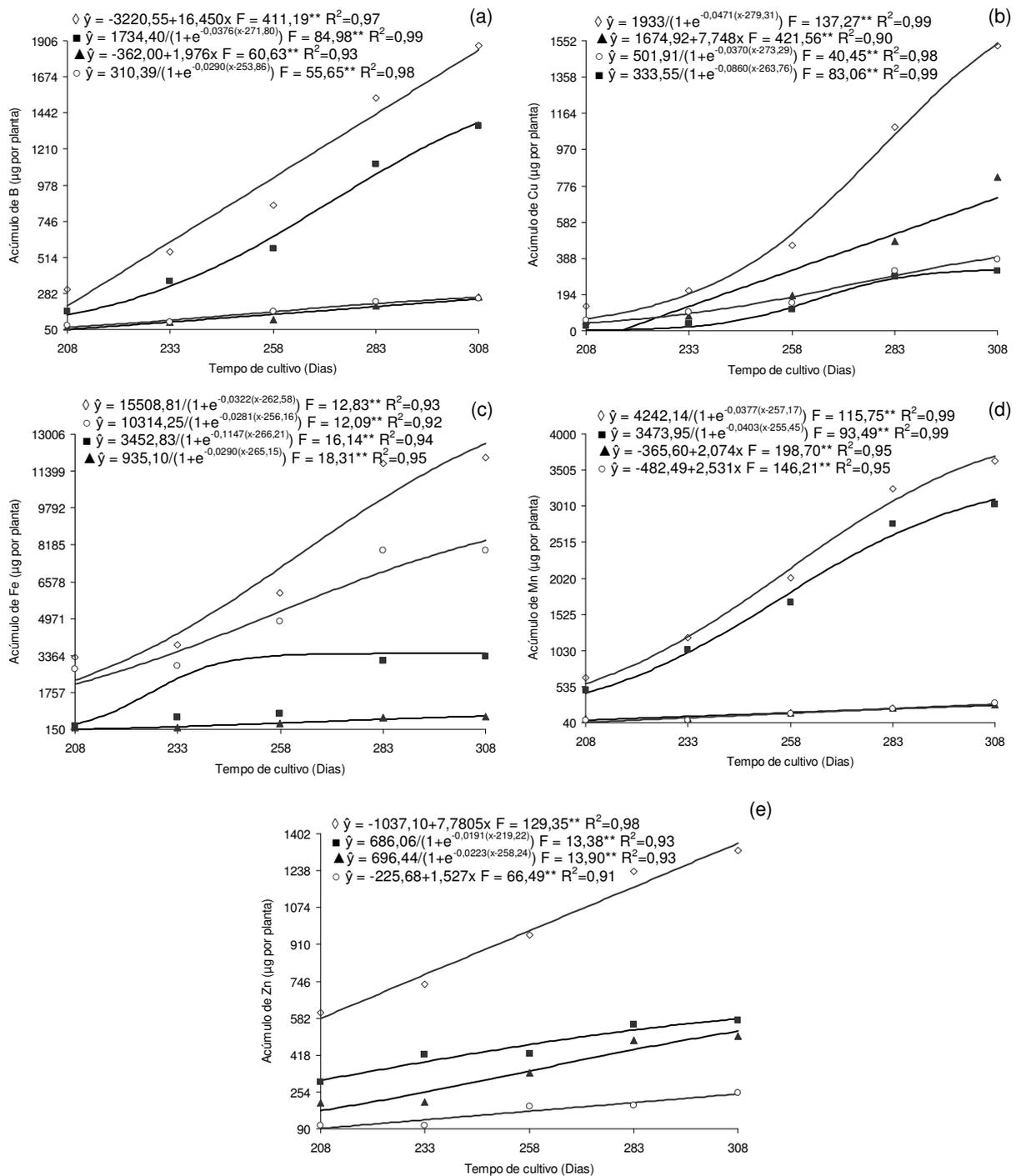


Figura 10. Equações, valor de F e coeficiente de determinação (R²) obtidos nos estudos de regressão sobre os efeitos do tempo de cultivo (dias) no acúmulo de B (a), Cu (b), Fe (c), Mn (d) e Zn (e) na planta inteira (◇), nas folhas (■), no caule (▲) e nas raízes (○) em mudas de caramboleiras 'Golden Star', cultivadas em hidroponia. (**: p<0,01).

A maior ocorrência no ajuste das equações deu-se ao modelo linear, concordando com as funções de ajuste da massa da matéria seca, o que também concorda com as observações realizadas por SAYRE (1948); HAY et al. (1953); LIMA FILHO et al. (1997a,b); SOUZA & COELHO (2001).

Com o tempo de cultivo, ocorreram diferenças significativas no acúmulo de nutrientes nos diferentes órgãos analisados, sendo que os maiores acúmulos foram apresentados nos finais dos períodos experimentais.

No final do período experimental, as mudas de caramboleira 'B-10' e 'Golden Star' apresentaram, respectivamente, acúmulo de macronutrientes (mg por planta) aos 308 dias, para as raízes na quantidade de: N = 253 e 292, P = 49 e 69, K = 124 e 147, Ca = 42 e 62, Mg = 26 e 37 e S = 43 e 46; no caule, N = 327 e 306, P = 65 e 64, K = 255 e 227, Ca = 155 e 139, Mg = 77 e 75 e S = 39 e 38 e nas folhas N = 843 e 780, P = 49 e 44, K = 564 e 539, Ca = 250 e 229, Mg = 140 e 129 e S = 84 e 91. O acúmulo de micronutrientes (μg por planta) aos 308 dias, para as raízes, foi de: B = 185 e 257, Cu = 531 e 393, Fe = 7026 e 8365, Mn = 294 e 297 e Zn = 185 e 245; no caule, B = 308 e 247, Cu = 688 e 712, Fe = 1338 e 726, Mn = 329 e 282 e Zn = 547 e 524, e nas folhas, B = 1488 e 1381, Cu = 374 e 326, Fe = 3514 e 3453, Mn = 2999 e 3101 e Zn = 677 e 580 (Figuras 7, 8, 9 e 10).

O acúmulo na planta inteira, para as mudas de 'B-10' e 'Golden Star', respectivamente, no final do período experimental, para macronutrientes (mg por planta), foi: 1423 e 1403, 163 e 178, 913 e 919, 447 e 439, 243 e 243 e 170 e 172, respectivamente, para N, P, K, Ca, Mg e S (Figuras 7 e 9), e para micronutrientes (μg por planta): 1980 e 1846, 1653 e 1536, 12832 e 12592, 3488 e 3698, 1453 e 1359, respectivamente, para B, Cu, Fe, Mn e Zn (Figuras 8 e 10).

FREITAS (2008), cultivando caramboleira 'Nota-10' em condições semelhantes, observou resultados divergentes quanto ao acúmulo de nutrientes em raízes, caule e folhas, o que pode ser atribuído às diferenças no material genético e no tempo de experimentação, já que as condições de cultivo e as concentrações de elementos na solução nutritiva foram semelhantes.

MARSCHNER (1995) relata que os parâmetros cinéticos de absorção de nutrientes sofrem influência genética e estão relacionados às características

morfológicas e fisiológicas da planta, como explicado por GERLOFF & GABELMAN (1983).

O acúmulo médio dos nutrientes pelas mudas da caramboleira 'B-10' obedeceu à seguinte sequência: $N > K > Ca > Mg > S > P > Fe > Mn > B > Cu > Zn$. Para a 'Golden Star', a sequência foi a mesma, excetuando-se a inversão entre o S e o P. Esta ordem de acúmulo de nutrientes diverge da verificada por FREITAS (2008) no mesmo sistema de cultivo para a caramboleira 'Nota-10', sendo a que se segue: $N > K > Ca > P > S > Mg > Fe > Mn > Zn > B > Cu$.

Variações na ordem de absorção de nutrientes em mudas de frutíferas são comumente relatadas na literatura, quando se empregam materiais genéticos e meios de cultivo distintos, a exemplo da gravioleira, na qual CHU et al. (2001) mostraram que a ordem decrescente dos macronutrientes foi N, K, Ca, Mg e P. BARBOSA et al. (2003), entretanto, observaram inversão entre os nutrientes N e K, também em gravioleira. Para mudas de goiabeira 'Pedro Sato', AUGOSTINHO et al. (2007) observaram que o acúmulo de nutrientes foi o seguinte: $K > N > Ca > S > P > Mg > Fe > Mn > B > Zn > Cu$. Essa ordem é a mesma verificada por FRANCO et al. (2007) para os macronutrientes e FRANCO et al. (2008) para os micronutrientes, em sistema de cultivo semelhante para as goiabeiras 'Paluma' e 'Século XXI'. Essas diferenças devem-se ao tempo e meio de cultivo empregados, além do material genético.

ROZANE et al. (2007) verificaram que o nitrogênio e o potássio são os nutrientes mais requeridos na fase inicial de desenvolvimento da planta. É conhecida a atuação do nitrogênio na divisão celular e na produção de clorofila, bem como do potássio em processos osmóticos, na síntese de proteínas e na manutenção de sua estabilidade, na permeabilidade das membranas e no controle do pH (EPSTEIN & BLOOM, 2006; MALAVOLTA et al., 1997; MARSCHNER, 1995). Essa alta exigência dos nutrientes da planta deve-se, possivelmente, à intensa atividade metabólica nesta fase de desenvolvimento.

O resumo da análise de variância e os resultados médios do teor de nutrientes nos diferentes órgãos das mudas de caramboleiras estão apresentados nas Tabelas 12, 13 e 14.

Tabela 12. Resumo da análise de variância e resultados médios do teor de nutrientes nas raízes de mudas de caramboleiras, cultivadas em hidroponia

Tempo de cultivo (T) dias	g kg ⁻¹										mg kg ⁻¹			
	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn			
208	22,7b	5,2c	11,8c	4,3	2,5bc	3,5b	20bc	19d	686b	22b	25			
233	24,2b	5,2bc	12,1bc	4,4	2,4c	4,3a	20bc	27c	662b	21b	23			
258	24,9b	5,5abc	12,5bc	4,8	2,9ab	4,6a	19c	27c	633b	23b	24			
283	28,6a	6,0ab	14,3ab	5,2	3,1a	4,1ab	23a	33b	785a	30a	22			
308	28,6a	5,9a	13,8a	5,2	3,2a	4,4a	22ab	56a	791a	31a	22			
Teste F	11,20**	6,84**	7,40**	1,40ns	12,02**	6,76**	8,61**	142,67**	12,61**	8,01*	2,65ns			
Cultivares (C)														
B-10	27,0	5,7	13,9	4,8	2,8	4,5	22	42	780	31	25			
Golden Star	24,6	5,4	11,9	4,8	2,8	4,0	19	23	643	20	21			
Teste F	11,65*	4,89ns	211,05**	0,01ns	0,49ns	20,55*	3,94ns	1347,86**	18,87*	158,68**	41,26**			
Interação (C x T)	0,77ns	3,73*	2,50ns	0,57ns	0,79ns	1,15ns	4,50*	14,67**	2,43ns	1,32ns	5,54**			
CV (%) ⁽¹⁾	7,7	6,8	2,8	10,5	5,6	7,5	14,2	4,4	12,1	9,9	6,9			
CV (%) ⁽²⁾	7,6	6,4	7,6	19,9	9,1	9,5	7,2	8,8	7,0	15,9	9,4			

⁽¹⁾ e ⁽²⁾ Coeficientes de variação para parcela e subparcela, respectivamente. ns, *, ** : não-significativo e significativo a p<0,05 e p<0,01 , respectivamente.

Tabela 13. Resumo da análise de variância e resultados médios do teor de nutrientes no caule de mudas de caramboleiras, cultivadas em hidroponia

Tempo de cultivo (T) dias	g kg ⁻¹					mg kg ⁻¹					
	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
208	17,8ab	4,2ab	11,6b	11,8a	3,5b	3,5a	16a	19b	60a	33a	60a
233	18,1a	4,7a	15,2a	10,5ab	4,5a	3,1ab	14ab	16b	46b	22b	51b
258	17,0ab	4,0b	12,6b	8,9ab	4,1ab	2,6bc	10b	16b	39b	19bc	41c
283	17,3ab	3,8b	11,1b	9,1ab	3,9ab	2,3c	17a	31a	65a	16c	36c
308	16,1b	3,1c	11,8b	7,4b	4,0ab	1,7d	14a	36a	48b	15c	26d
Teste F	2,86ns	23,44**	14,79**	5,40**	4,65*	29,17**	8,78**	65,84**	18,91**	66,06**	51,66**
Cultivares (C)											
B-10	17,9	4,0	12,4	10,0	4,1	2,8	14	24	63	25	51
Golden Star	16,6	3,9	12,5	9,0	3,9	2,4	14	23	40	17	34
Teste F	7,57ns	1,02ns	0,05ns	3,11ns	4,90ns	7,88*	1,10ns	0,24ns	212,53**	79,24**	164,55**
Interação (C x T)	3,05*	9,00**	0,56ns	0,64ns	0,41ns	0,44ns	5,57**	18,32**	3,47*	24,47**	13,12**
CV (%) ⁽¹⁾	7,6	11,4	9,7	15,4	6,4	18,3	9,8	11,2	8,6	11,2	8,4
CV (%) ⁽²⁾	6,6	7,3	8,2	18,6	11,0	12,3	17,2	11,6	12,0	10,1	10,5

⁽¹⁾ e ⁽²⁾ Coeficientes de variação para parcela e subparcela, respectivamente. ns, *, ** : não-significativo e significativo a p<0,05 e p<0,01 , respectivamente.

Tabela 14. Resumo da análise de variância e resultados médios do teor de nutrientes nas folhas de mudas de caramboleiras, cultivadas em hidroponia

Tempo de cultivo (T) dias	g kg ⁻¹										mg kg ⁻¹			
	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn			
208	36,6a	4,2a	32,1a	7,6c	5,7ab	4,8a	45ab	6d	83c	147a	74a			
233	35,2ab	2,4b	28,9a	11,4a	6,3a	4,9a	44b	5d	85c	153a	44b			
258	33,2b	1,9c	24,3b	10,0ab	5,1b	3,9ab	43b	10c	67d	137ab	31c			
283	29,7c	1,8c	21,0bc	8,5bc	4,8b	3,6b	52a	14a	139a	122b	26cd			
308	28,0c	1,7c	18,7c	8,3bc	4,8b	3,1b	51a	12b	120b	101c	21d			
Teste F	29,54**	171,02**	29,67**	11,95**	8,23**	10,82**	6,13**	119,25**	141,72**	22,89**	341,07**			
Cultivares (C)														
B-10	32,7	2,3	25,4	9,5	5,5	4,4	48	10	101	142	38			
Golden Star	32,3	2,4	24,6	8,7	5,1	3,7	45	9	97	122	40			
Teste F	0,84ns	0,70ns	2,14ns	3,68ns	27,20**	12,85*	1,07ns	5,16ns	21,79*	181,25**	13,55*			
Interação (C x T)	0,80ns	4,87**	1,54ns	3,06*	1,53ns	4,28*	1,30ns	1,69ns	2,67ns	14,98**	9,27**			
CV (%) ⁽¹⁾	3,4	7,4	6,3	12,5	4,5	13,9	14,7	16,2	2,7	3,2	4,7			
CV (%) ⁽²⁾	5,0	8,3	10,0	11,8	10,4	14,4	8,4	8,9	6,2	8,1	7,1			

⁽¹⁾ e ⁽²⁾ Coeficientes de variação para parcela e subparcela, respectivamente. ns, *, ** : não-significativo e significativo a p<0,05 e p<0,01 , respectivamente.

Não houve diferença significativa entre o tempo de cultivo e o teor de Ca e Zn nas raízes (Tabela 12) e no teor de N no caule (Tabela 13). Entre as cultivares, não houve diferença significativa para os teores de P, Ca, Mg e B nas raízes (Tabela 12), N, P, K, Ca, Mg, B e Cu no caule (Tabela 13) e N, P, K, Ca, B e Cu nas folhas (Tabela 14).

Apesar da diferença entre cultivares quanto ao teor de Mg nas folhas, a relação Ca/Mg para as mudas de 'B-10' e 'Golden Star' está em 1,7, relação esta indicada como adequada por PRADO et al. (2007) para caramboleira adulta cultivada em condições de campo e tendo-se como referência de amostragem a 6^a folha.

Do início das avaliações até o final do experimento, houve aumento significativo no teor de todos os nutrientes nas raízes, com exceção do Ca e do Zn, que não diferiram estatisticamente durante o período de condução do ensaio (Tabela 12).

No caule, o nitrogênio não variou significativamente no período avaliado, o B e o Cu, porém, apresentaram incremento do teor com o decorrer das avaliações. Nas folhas, o B demonstrou o mesmo comportamento do B e Cu no caule. De maneira geral, no caule e nas folhas, houve oscilação nos teores ao longo do tempo de cultivo. Ocorreu, no entanto, diminuição do teor de nutrientes, o que, possivelmente, pode estar relacionado ao efeito de diluição na massa da matéria seca, pois não houve decréscimo no acúmulo (Figuras 7, 8, 9, e 10). A oscilação no teor de nutrientes, em mudas de fruteiras em estudos de marcha de absorção, é também relatada por FREITAS (2008) em mudas de caramboleira e por AUGOSTINHO et al. (2008) em mudas de goiabeira.

Apesar das diferenças apresentadas quanto à metodologia de amostragem na Tabela 1, uma comparação pode ser realizada com os dados de FREITAS (2008), que utilizou mudas de caramboleira 'Nota 10', em condições de cultivo semelhante, com a amostragem de toda a parte aérea. Para o presente experimento avaliando a média das cultivares, todos os teores foliares obtidos no decorrer de estudo encontram-se dentro da faixa observada por FREITAS (2008), com exceção do B e do Mn, que estão abaixo, e do Cu, que se apresenta acima da referida faixa.

De acordo com as considerações de PAIVA & OLIVEIRA (2006), a TCR assemelhou-se aos modelos descritos das curvas de crescimento da massa da matéria seca e do acúmulo de nutrientes. Após ao início das avaliações, a máxima TCR obtida

pela 'B-10', para raízes, esteve compreendida no período de 283-308 DAT, e para o caule e as folhas, entre 208 – 233 DAT. Para 'Golden Star', o comportamento da máxima TCR para folhas assemelhou-se ao mesmo período da 'B-10'; entretanto, a máxima TCR desta cultivar, para caule e raízes, esteve entre 233 – 258 DAT (Tabela 15).

Tabela 15. Taxa de crescimento relativo (TCR) de mudas de caramboleiras cultivadas em hidroponia

Período dias	'B-10'				'Golden Star'			
	Raízes	Caule	Folhas	Planta Inteira	Raízes	Caule	Folhas	Planta Inteira
208-233	0,0039	0,0210	0,0570	0,0257	0,0048	0,0101	0,0283	0,0154
233-258	0,0027	0,0071	0,0104	0,0075	0,0268	0,0328	0,0179	0,0252
258-283	0,0033	0,0191	0,0249	0,0190	0,0049	0,0041	0,0210	0,0114
283-308	0,0129	0,0134	0,0106	0,0119	0,0008	0,0143	0,0101	0,0095

Apesar das diferenças entre o período de maior TCR nos diferentes órgãos das mudas de caramboleiras, ambas tiveram, preferencialmente, a maior TCR nas folhas, o que sugere maior produção de biomassa das folhas, possivelmente, para incrementar a área foliar e a taxa fotossintética. HAYNES (1980) relatou alta correlação entre índice de área foliar e produção de massa da matéria seca.

A despeito de a TALON nos diversos órgãos das mudas nem sempre acompanhar a TCR dos tecidos da caramboleira, a TARN teve acompanhamento satisfatório da TCR, devido provavelmente ao acúmulo de massa da matéria seca representar a maior expressão destes índices.

Entretanto, semelhantemente para 'B-10' e 'Golden Star' entre 208 a 233 DAT, a maior TALON nas folhas, em relação aos demais órgãos, ocorreu para N, K, Ca, Mg, S, B, Fe, Mn e Zn, enquanto o P se acumulou, preferencialmente, no caule, e o Cu, nas raízes. Isto está de acordo com a acumulação de N, S, B e Mn nas folhas e Cu nas raízes com o hipobioto (Tabela 7) e os trabalhos de LIMA FILHO et al. (1997a b).

Entre os períodos de 283 – 308 DAT para 'B-10' e 233 - 283 DAT para 'Golden Star', o Fe apresentou resultados incoerentes da TALON nas raízes, o que possivelmente deve ter ocorrido devido ao meio de cultivo empregado e a inadequada

remoção de todo o elemento no procedimento de lavagem. O Mn, entretanto, quase em todos os períodos analisados para 'B-10' e 'Golden Star', apresentou a maior TALON nas folhas, corroborando as observações de FREITAS (2008), em estudo de marcha de absorção com mudas de caramboleira 'Nota 10', em condições semelhantes de cultivo. Soma-se a isso o fato de a caramboleira ser acumuladora de Mn nas folhas, como também já observaram PRADO & NATALE (2004); PRADO et al. (2007) e NATALE et al. (2008) em caramboleiras cultivadas em condições de campo.

Para 'B-10' de 233 a 258 DAT, com exceção do P, Cu e Zn, que tiveram maior direcionamento para as raízes, e considerando as observações feitas para Mn e Zn, houve unanimidade quanto ao direcionamento dos demais nutrientes para as folhas, que, no referido período tiveram, juntamente com o caule, a maior TCR entre os órgãos (Tabela 15).

Para 'Goden Star' de 233 a 258 DAT, à exceção do Ca, Mg, Cu e Zn, que tiveram maior direcionamento para o caule, e considerando as observações feitas para Mn e Zn, os demais nutrientes tiveram maior TALON nas raízes, as quais, no referido período, tiveram, juntamente com o caule, maior TCR que as folhas (Tabela 15).

Para 'B-10' e 'Golden Star', entre os períodos de 258 – 238 e 283 – 308 DAT, houve variação entre a maior TALON dos nutrientes quanto ao órgão de destino. Entretanto, de maneira geral, apresenta-se a associação da maior TALON com o maior TCR.

Pelo fato de a TALON ser o resultado dos processos que levam, tanto à acumulação quanto à perda do nutriente para outros órgãos ou para o meio externo, seria esperado encontrar-se resultados negativos, indicando a perda líquida de um dado nutriente.

Contudo, a não-ocorrência deste fato, aliada ao pleno desenvolvimento vegetativo justificam a constante absorção de nutrientes. As condições de cultivo hidropônico, solução empregada e a periodicidade de troca desta, bem como o espaçamento das mudas, não limitaram o desenvolvimento das plantas.

Tabela 16. Taxa de acumulação líquida organogênica (TALON) e taxa de absorção relativa (TARN) de nutrientes nos diferentes órgãos de mudas de caramboleira 'B-10', cultivadas em hidroponia

Órgãos	Períodos dias	mg por g por dia							µg por g por dia				
		N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn	
		TALON											
Raízes	208-233	0,190	0,036	0,068	0,029	0,011	0,019	0,013	0,441	2,682	0,094	0,032	
	233-258	0,056	0,029	0,015	0,006	0,019	0,001	0,042	0,296	3,232	0,090	0,165	
	258-283	0,304	0,024	0,188	0,043	0,026	0,007	0,288	0,053	5,653	0,531	0,048	
	283-308	0,394	0,062	0,128	0,049	0,038	0,082	0,140	2,324	11,986	0,300	0,070	
Caulo	208-233	0,461	0,150	0,452	0,142	0,141	0,064	0,006	0,148	0,529	0,016	1,112	
	233-258	0,068	0,001	0,000	0,001	0,001	0,002	0,084	0,107	0,098	0,101	0,017	
	258-283	0,396	0,058	0,157	0,210	0,072	0,034	0,709	0,856	2,759	0,013	0,186	
	283-308	0,120	0,012	0,182	0,030	0,054	0,002	0,004	0,468	0,059	0,262	0,006	
Folhas	208-233	2,000	0,117	1,620	0,689	0,373	0,299	2,410	0,368	5,031	10,383	1,405	
	233-258	0,225	0,001	0,197	0,122	0,034	0,036	0,391	0,276	0,095	0,224	0,022	
	258-283	0,689	0,039	0,374	0,099	0,085	0,049	1,587	0,488	5,216	2,117	0,619	
	283-308	0,244	0,016	0,073	0,118	0,061	0,009	0,568	0,025	0,829	0,203	0,076	
		TARN											
Planta Inteira	208-233	0,822	0,100	0,666	0,266	0,164	0,118	0,725	0,305	2,555	3,135	0,825	
	233-258	0,133	0,007	0,089	0,053	0,018	0,017	0,206	0,223	0,832	0,151	0,055	
	258-283	0,520	0,043	0,267	0,126	0,070	0,035	1,054	0,531	4,454	1,119	0,369	
	283-308	0,225	0,021	0,118	0,077	0,056	0,018	0,309	0,525	2,254	0,238	0,051	

Tabela 17. Taxa de acumulação líquida organogênica (TALON) e taxa de absorção relativa (TARN) de nutrientes nos diferentes órgãos de mudas de caramboleira 'Golden Star', cultivadas em hidroponia

Órgãos	Períodos dias	mg por g por dia -----										µg por g por dia -----				
		N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn				
		TALON														
Raízes	208-233	0,122	0,003	0,067	0,013	0,006	0,028	0,172	0,385	1,369	0,010	0,004				
	233-258	0,692	0,145	0,361	0,168	0,098	0,121	0,397	0,295	11,149	0,527	0,496				
	258-283	0,225	0,064	0,063	0,027	0,014	0,017	0,243	0,671	12,139	0,275	0,011				
	283-308	0,014	0,006	0,041	0,021	0,015	0,003	0,095	0,229	0,049	0,270	0,209				
Caule	208-233	0,134	0,030	0,257	0,110	0,073	0,011	0,225	0,211	0,033	0,011	0,012				
	233-258	0,523	0,108	0,331	0,253	0,128	0,057	0,085	0,515	0,827	0,338	0,604				
	258-283	0,037	0,012	0,004	0,016	0,004	0,002	0,265	0,876	0,774	0,213	0,445				
	283-308	0,244	0,033	0,198	0,057	0,061	0,003	0,144	0,811	0,128	0,102	0,046				
Folhas	208-233	0,955	0,004	0,710	0,458	0,198	0,144	1,304	0,077	2,408	3,738	0,830				
	233-258	0,585	0,015	0,172	0,057	0,030	0,002	0,806	0,308	0,628	2,484	0,013				
	258-283	0,457	0,039	0,391	0,204	0,115	0,096	1,267	0,410	5,429	2,535	0,312				
	283-308	0,225	0,009	0,158	0,040	0,038	0,020	0,400	0,046	0,293	0,426	0,028				
		TARN														
Planta Inteira	208-233	0,443	0,012	0,373	0,214	0,101	0,066	0,621	0,210	1,337	1,436	0,322				
	233-258	0,592	0,081	0,274	0,152	0,080	0,052	0,457	0,372	3,498	1,249	0,336				
	258-283	0,260	0,036	0,181	0,098	0,053	0,046	0,680	0,625	5,562	1,204	0,279				
	283-308	0,187	0,016	0,146	0,041	0,041	0,012	0,255	0,328	0,190	0,291	0,071				

4.3. Crescimento e acúmulo de nutrientes em plantas em formação de caramboleiras

As Tabelas 18 e 19 apresentam as análises químicas do solo realizadas na entrelinha e na linha de plantio das caramboleiras 'B-10' e 'Golden Star', nas camadas de 0-0,20 e 0,20-0,40 m de profundidade, em diferentes épocas e regimes de irrigação.

De modo geral, a análise química indicou que as concentrações de Cu, Fe, Mn, K, (H+Al), Al, M.O., P, Ca, Mg, B, Zn e S foram maiores na linha de plantio e na camada de 0 - 0,20 m, sendo que M.O., P, Ca, Mg, B, Zn e S oscilaram as maiores concentrações entre as camadas de 0 - 0,20 e 0,20 - 0,40 m de profundidade. Isso provavelmente seja devido à adição de esterco bovino na cova de plantio, bem como a adubação de plantio e cobertura.

A aplicação de elevadas doses de fertilizantes nitrogenados na linha de plantio ocasiona a acidificação do solo durante o processo de nitrificação (MALAVOLTA, 2006). Além disso, pode haver efeito da acidificação da rizosfera da caramboleira durante o processo de absorção de cátions e exsudação de H⁺ (ENGELS & MARSCHNER, 1995). Vale lembrar, ainda, que o pomar estava sob irrigação localizada, o que contribui para alterações nas taxas de amonificação, nitrificação e desnitrificação, atributos que, de acordo com MILLER & CRAMER (2004), proporcionam a disponibilidade, a localização e as formas de N encontradas no perfil do solo. Isso é de fundamental importância, dada a alta mobilidade do nitrogênio no perfil, principalmente devido à sua baixa energia de ligação aos argilominerais e à matéria orgânica (REISENAUER, 1978), contribuindo para a lixiviação.

Apresenta-se, ainda, na linha de plantio, em relação à entrelinha, que não houve consideráveis elevações na saturação de bases do solo (camada de 0-0,20 m de profundidade), apesar do incremento das bases K e Ca, devido à adubação. Isso deve ter ocorrido devido à adição de matéria orgânica na cova de plantio, a qual promoveu a elevação da CTC.

Tabela 18. Resultados analíticos das propriedades químicas do solo realizadas na linha de plantio das caramboleiras em formação, nas camadas de 0-0,20 e 0,20-0,40 m de profundidade, em diferentes épocas e regimes de irrigação

Irrigação	Tempo dias	Cultivares	pH	M.O. g/dm ³	P resina mg/dm ³	K	Ca	Mg	(H+Al)	SB	Camada de 0 - 0,20 m		V	B	Cu	Fe	Mn	Zn	S-SO ₄	Al
											CaCl ₂ mmol _c /dm ³	%								
Irrigado	180	B-10	4,7	20	147	6,5	17	7	42	30,5	72,5	42	0,35	1,1	36	12,6	3,7	7	2,0	
		Golden Star	4,5	26	290	4,7	26	6	42	36,7	78,7	47	0,49	1,8	79	21	6,3	7	2,0	
	360	B-10	4,4	19	191	2,5	21	9	52	32,5	84,5	38	0,30	1,1	41	12,6	2,6	89	4,0	
		Golden Star	4,6	15	140	3,6	23	12	39	38,6	77,6	50	0,28	1,0	24	10,5	1,0	41	1,0	
	540	B-10	4,2	19	77	1,8	12	7	47	20,8	67,8	31	0,31	0,9	40	7	1,3	55	6,0	
		Golden Star	4,3	18	60	2,4	12	5	42	19,4	61,4	32	0,28	0,9	37	7,7	0,9	25	6,0	
Não Irrigado	180	B-10	4,4	21	190	5,0	16	7	38	28,0	66,0	42	0,37	1,0	49	14,7	5,1	7	4,0	
		Golden Star	4,4	23	158	5,5	17	6	47	28,5	75,5	38	0,42	1,5	62	18,9	4,1	5	3,0	
	360	B-10	4,5	20	117	2,4	19	9	47	30,4	77,4	39	0,30	1,1	36	8,4	1,5	55	4,0	
		Golden Star	4,4	17	167	3,2	17	12	47	32,2	79,2	41	0,33	1,3	42	10,5	2,7	36	3,0	
	540	B-10	4,3	21	53	2,4	15	6	58	23,4	81,4	29	0,49	1,3	75	9,1	3,5	89	4,0	
		Golden Star	4,2	24	68	2,0	14	3	72	19,0	91,0	21	0,53	1,6	91	10,5	4,9	57	8,0	
Irrigado	180	B-10	4,1	15	120	3,0	5	3	35	11,0	46,0	24	0,33	0,9	23	8,9	0,5	74	7,0	
		Golden Star	4,3	15	145	3,5	11	3	38	17,5	55,5	32	0,53	0,9	27	10,3	1,3	49	4,0	
	360	B-10	4,1	16	136	1,8	15	5	52	21,8	73,8	30	0,51	1,2	38	6,3	3,0	67	5,0	
		Golden Star	4,4	13	94	1,1	7	5	38	13,1	51,1	26	0,32	0,8	20	7	0,6	54	6,0	
	540	B-10	4,4	17	107	1,5	13	5	47	19,5	66,5	29	0,62	1,0	34	5,6	2,0	90	6,0	
		Golden Star	4,3	15	72	2,0	11	4	42	17,0	59,0	29	0,32	0,9	32	5,6	1,0	56	7,0	
Não Irrigado	180	B-10	4,0	14	129	3,6	5	3	36	11,6	47,6	24	0,36	0,9	27	8,1	0,8	52	10,0	
		Golden Star	4,1	13	160	3,2	6	4	42	13,2	55,2	24	0,31	1,2	26	7,3	0,9	33	8,0	
	360	B-10	4,1	13	89	1,5	8	5	42	14,5	56,5	26	0,31	0,9	25	5,6	0,8	56	9,0	
		Golden Star	4,3	14	66	1,5	11	6	42	18,5	60,5	31	0,29	0,9	28	6,3	1,2	45	7,0	
	540	B-10	4,4	17	55	1,8	17	4	52	22,8	74,8	30	0,53	1,3	61	5,6	5,6	86	7,0	
		Golden Star	4,3	23	51	1,8	20	3	64	24,8	88,8	28	0,53	1,5	78	8,4	6,3	59	8,0	

Tabela 19. Resultados analíticos das propriedades químicas do solo realizadas na entrelinha de plantio das caramboleiras em formação, nas camadas de 0-0,20 e 0,20-0,40 m de profundidade, em diferentes épocas e regimes de irrigação

Irrigação	Tempo dias	Cultivares	pH	M.O. g/dm ³	P resina mg/dm ³	K	Ca	Mg	(H+Al) mmol ^c /dm ³	SB	T	Camada de 0 – 0,20 m																									
												V	B	Cu	Fe	Mn	Zn	S-SO ₄	Al	%	mmol ^c /dm ³	mg/dm ³	mmol ^c /dm ³														
Irrigado	180	B-10	4,8	15	9	1,4	12	11	28	24,4	52,4	47	0,15	0,9	12,0	9,2	0,4	8	1,0	Golden Star	4,8	15	11	1,2	11	9	25	21,2	46,2	46	0,22	1,0	21,0	9,3	0,4	5	1,0
	540	B-10	4,8	16	7	1,2	11	12	31	24,2	55,2	44	0,14	0,9	13,0	5,6	0,4	9	2,0	Golden Star	4,5	18	7	1,8	11	9	38	21,8	59,8	36	0,16	0,8	15,0	4,2	0,3	13	3,0
	360	B-10	4,5	15	7	2,3	9	7	38	18,3	56,3	33	0,18	0,9	15,0	4,2	0,4	4	2,0	Golden Star	4,8	16	8	2,8	12	8	31	22,8	53,8	42	0,14	1,0	14,0	4,9	0,4	4	0,0
	180	B-10	4,1	14	6	1,3	5	3	34	9,3	43,3	21	0,23	0,8	22,0	9,4	0,2	36	6,0	Golden Star	4,1	14	5	1,1	5	3	34	9,1	43,1	21	0,15	0,7	25,0	10,9	0,2	23	7,0
	540	B-10	4,1	15	4	0,7	5	4	42	9,7	51,7	19	0,21	0,7	19,0	5,6	0,2	39	6,0	Golden Star	4,1	14	4	0,6	5	4	42	9,6	51,6	19	0,16	0,6	23,0	6,3	0,2	52	8,0
360	B-10	4,3	11	3	0,9	3	2	42	5,9	47,9	12	0,19	0,7	21,0	6,3	0,3	41	11,0	Golden Star	4,3	12	4	0,7	3	2	38	5,7	43,7	13	0,16	0,6	20,0	7,7	0,2	19	10,0	
																																					540

Camada de 0,20 – 0,40 m

Há uma relação inversa entre pH e acidez potencial do solo, ou seja, com o aumento de $(H+Al)$, houve diminuição do pH, o que poderia justificar as maiores concentrações de Fe e Mn do solo na camada de 0-0,20 m de profundidade, na linha de plantio, em relação às de 0,20 – 0,40 m de profundidade. A mesma justificativa pode ser dada para o aumento da disponibilidade de cobre do solo.

Entretanto, para ambas as cultivares, nos dois regimes hídricos, os teores de S, Fe e Mn do solo, na entrelinha das duas camadas (0-0,20 e de 0,20-0,40 m de profundidade), mantiveram-se menores onde houve incorporação do corretivo (0-0,20 m de profundidade). Isso era esperado, dada a diminuição da disponibilidade à medida que se elevou o pH com a adição do calcário, conforme relatam QUAGGIO et al. (1982); MALAVOLTA et al. (1997); MALAVOLTA et al. (2006).

Salienta-se que, mesmo aplicando a dose recomendada para elevar a saturação por bases (V) a 50 % (PRADO, 2003) utilizando o método da incubação, não se atingiram os valores preestabelecidos pelo presente método. Em média, a saturação por bases do solo, da camada de 0 - 0,20 m de profundidade, atingiu 42, 42 e 28 %, na linha e 46, 39 e 33 % na entrelinha de plantio, respectivamente, aos 180, 360 e 540 dias após a aplicação do corretivo. A máxima reação do calcário ocorreu entre 180 e 360 dias.

Na literatura, têm sido frequentemente citados resultados em que os valores de saturação por bases, determinados após a calagem, foram inferiores aos estimados pelo método da saturação por bases.

QUAGGIO et al. (1982) e OLIVEIRA et al. (1997) indicam que a reação máxima do corretivo de acidez ocorreu entre 18 e 33 meses após sua aplicação. NATALE & COUTINHO (1994) observaram que as reatividades das frações granulométricas atribuídas ao calcário pela legislação só foram obtidas cerca de 18 meses após sua aplicação ao solo. No entanto, resultados da EMBRAPA (1981) mostraram que a reação máxima ocorreu aproximadamente 4 meses após a aplicação.

A ineficiência em elevar a V % a valores altos, pode estar ligada ao deslocamento da reação de equilíbrio da solubilização do calcário e a formação de

minerais no solo, como hidróxidos pouco solúveis (TESCARO, 1998), além da possível incorporação inadequada do corretivo à camada e ao volume de solo desejado.

Segundo WEIRICH NETO et al. (2000), o poder-tampão do solo e o grau de homogeneização na incorporação do corretivo são fatores que podem ser destacados para justificar as diferenças nos tempos de reação do calcário. Além disso, o regime hídrico do local pode afetar a reatividade do corretivo no solo ao longo do tempo.

Os resultados indicam que não houve correção da acidez abaixo da camada de incorporação do calcário, o que corrobora as afirmações de QUAGGIO (2000).

Aos 540 DAT, na linha de plantio, as concentrações de nutrientes no solo de: P, K, Ca, Mg, B, Cu e Zn estão dentro das faixas de recomendações gerais indicadas por RAIJ et al. (1997).

Salienta-se que as concentrações de Mn e Fe, apesar de estarem acima daquelas preconizadas por RAIJ et al. (1997), não afetaram o pomar, pois PRADO (2003) e NATALE et al. (2008), em experimento com as mesmas condições de solo em cultivo de caramboleiras, não observaram prejuízo no crescimento e/ou sintomas de toxicidade destes nutrientes.

De acordo com a interpretação da concentração de S adequado no solo, indicada por SIQUEIRA et al. (1987) e RAIJ et al. (1997), o valor encontrado no trabalho de $S-SO_4^{-2}$ é considerado alto.

A concentração de M.O. média do solo ($20,3 \text{ g dm}^{-3}$) na linha de plantio, pode ser considerada baixa, segundo interpretação de RAIJ et al. (1997).

No decorrer do experimento, observou-se que a relação Ca:Mg trocável do solo entre 1,4 - 4,7:1 leva a um balanço que pode ser considerado adequado conforme a literatura, onde LANDON (1984) indica a relação entre 3-5:1 e TISDALE et al. (1985) inferior a 7:1. Apesar de a saturação por K variar de 2,2 a 9,0, a relação K:Mg no solo ficou compreendida entre 0,3 – 0,9:1, o que não interfere na disponibilidade do Mg para a planta, segundo MALAVOLTA et al. (1997). Ademais, devem-se considerar os teores absolutos como fundamentais, e as relações com outros cátions como um fator secundário que afeta a disponibilidade (RAIJ, 1991).

Apesar de o teor foliar de Ca e Mg estar abaixo (Tabela 26) do indicado como adequado por PRADO & NATALE (2004), e, mesmo a saturação por bases estar menor que a indicada por PRADO et al. (2007) e NATALE et al. (2008), esses fatores não se tornaram limitantes ao desenvolvimento da caramboleira, devido à tolerância desta frutífera às condições de acidez do solo (GREEN, 1987), pois as plantas apresentaram incremento na produção de massa da matéria seca ao longo do cultivo da frutífera (Tabela 20).

Houve efeito significativo do tempo de cultivo sobre todas as variáveis de crescimento e acúmulo de massa da matéria seca (Tabela 20). Entre os regimes de irrigação, o regime irrigado destacou-se, proporcionando diferença significativa em todas as avaliações realizadas, exceto a altura. Não houve diferença significativa entre as cultivares para as características de altura e diâmetro do caule (0,10 e 0,40 m). O acúmulo de massa da matéria seca (caule e parte aérea) da 'B-10' foi maior que a 'Golden Star', apesar de esta última cultivar apresentar maior acúmulo para massa da matéria seca das folhas (Tabela 20). Entretanto, é importante avaliar o desempenho de recuperação da massa da matéria seca das cultivares, em regime não irrigado, no final da estação chuvosa, a fim de indicar a mais apta cultivar para condições não irrigadas.

NI & PALLARDY (1992), estudando espécies de gimnospermas submetidas a regimes irrigados, não irrigados ou fertirrigados, apresentam graus de tolerância diferenciada em função do estado nutricional e da tolerância à seca, devido às mudanças de cada espécie na conformação dos estômatos. EPSTEIN & BLOOM (2006) complementam que a água é primordial no crescimento de plantas, ao desempenhar um movimento constante de elementos minerais na planta e, com isto, sugerem que um potencial hídrico adequado na rizosfera facilite a absorção de nutrientes.

Tabela 20. Resumo da análise de variância e resultados médios da altura, do diâmetro do caule a 0,10 e a 0,40 m do solo e da massa da matéria seca do caule e das folhas de caramboleiras em formação, cultivadas em regime irrigado e não irrigado, em condições de campo

Tempo de cultivo (T)	Altura	Diâmetro do caule		Massa da matéria seca		
		0,10 m	0,40 m	Caule	Folhas	Parte aérea
dias	m	----- mm -----		----- g por planta -----		
0	0,47	8,45	6,29	9,05	4,91	13,97
120	1,24	13,37	9,74	38,98	36,13	75,11
240	1,38	15,75	11,74	59,17	68,85	128,02
360	1,71	26,56	24,35	320,32	236,57	556,89
480	1,86	30,80	29,58	538,96	499,98	1038,94
600	2,16	40,71	37,73	1026,63	447,81	1474,45
Teste F	198,63**	272,78**	325,50**	1820,62**	1938,12**	2350,60**
Irrigação (I)						
Irrigado	1,47	23,46	20,70	386,12	267,68	653,80
Não Irrigado	1,47	21,76	19,11	278,25	163,74	441,99
Teste F	0,05ns	11,99**	12,10**	163,33**	557,33**	311,12**
Cultivares (C)						
B-10	1,48	23,03	19,90	352,46	209,97	573,91
Golden Star	1,45	22,19	19,91	311,91	221,45	521,88
Teste F	0,80ns	1,83ns	0,01ns	22,27**	8,64*	22,40**
Interação (I x C)	0,12ns	2,00ns	1,77ns	27,93**	44,19**	42,14**
I dentro C ₁	-	-	-	26,90**	175,54**	74,42**
I dentro C ₂	-	-	-	161,96**	487,16**	302,54**
Interação (I x T)	0,74ns	3,15*	4,16**	103,96**	566,37**	272,93**
I dentro T ₁	-	0,01ns	0,06ns	0,01ns	0,01ns	0,01ns
I dentro T ₂	-	0,11ns	0,27ns	0,06ns	0,04ns	0,01ns
I dentro T ₃	-	0,18ns	0,60ns	0,09ns	1,29ns	0,45ns
I dentro T ₄	-	0,01ns	0,88ns	9,05**	67,44**	29,75**
I dentro T ₅	-	12,15**	10,87**	308,56**	175,92**	333,84**
I dentro T ₆	-	12,65**	17,72**	376,40**	3143,01**	1324,35**
Interação (C x T)	1,68ns	0,66ns	1,62ns	30,61**	74,33**	56,38**
C dentro T ₁	-	-	-	0,03ns	0,03ns	0,04ns
C dentro T ₂	-	-	-	0,01ns	5,14*	0,86ns
C dentro T ₃	-	-	-	1,56ns	9,69*	4,68*
C dentro T ₄	-	-	-	6,38*	25,54**	15,17**
C dentro T ₅	-	-	-	18,40**	1,37ns	7,88**
C dentro T ₆	-	-	-	147,13**	341,27**	270,34**
Interação (I x C x T)	1,22ns	1,28ns	2,14ns	26,40**	24,37**	34,12**
CV (%) ⁽¹⁾	12,3	13,0	13,8	15,2	12,2	13,2
CV (%) ⁽²⁾	13,4	16,5	18,4	15,5	10,9	12,1
CV (%) ⁽³⁾	14,0	16,0	17,1	13,7	11,1	11,0

⁽¹⁾, ⁽²⁾ e ⁽³⁾ Coeficientes de variação para parcela, subparcela e subsubparcela, respectivamente. ns, *, ** : não-significativo e

Pela análise de regressão das variáveis em função do tempo de cultivo, apresentaram-se ajustes crescentes: linear, polinomial quadrático, logístico, exponencial e polinomial cúbico (Figuras 11 a 22). Excetuando-se este último, os demais modelos de crescimento demonstram que as caramboleiras se encontram,

ainda, em fase de ontogênese primária, como descrito por SALISBURY & ROSS (1985).

O ajuste polinomial cúbico ocorreu para o acúmulo de massa da matéria seca das folhas (Figuras 12 e 14), e conseqüentemente, para o acúmulo de nutrientes neste órgão e/ou na parte aérea de ambas as cultivares em regime não irrigado (Figuras 17, 18, 21 e 22), devido ao longo período de seca ocorrido entre as avaliações no espaço de 480 – 600 DAT (Tabela 32), que promoveu queda das folhas, reduzindo a massa da matéria seca no referido período.

Ressalta-se que até 180 DAT (21-08-2007) das mudas para o campo não houve diferenciação dos regimes de irrigação, havendo, portanto, semelhança nas TCRs das cultivares nos regimes irrigados e não irrigados, do transplântio até 360 DAT (Tabela 27).

Desta maneira, apesar de as avaliações realizadas no regime não irrigado indicarem até 240 DAT, um crescimento exponencial para o acúmulo de massa da matéria seca e de nutrientes [assemelhando-se ao regime irrigado (Figuras 11c e 13c; Figuras 15, 16, 19 e 20 e a Tabela 26)], foram as equações cúbicas que melhor se ajustaram aos dados. No entanto, inferiram crescimento negativo nas avaliações dos regimes hídricos sem irrigação, no início das avaliações (até aproximadamente 240 DAT).

Portanto, sugere-se que as avaliações das características que tiveram ajuste cúbico sejam interpretadas por tais equações após 240 DAT e que antes deste período, a interpretação seja realizada através da TCR (Tabela 27) e/ou pela cultivar correspondente no regime irrigado, devido haver diferença entre a interação cultivar e o tempo de cultivo, mas não haver diferença entre a interação dos regimes de irrigação e do tempo de cultivo até 240 DAT para todas as características de crescimento e acúmulo de massa da matéria seca (Tabela 20).

OLIVEIRA (1996), estudando o comportamento fisiológico de hipobitos de caramboleira em função da baixa disponibilidade de água no solo, observou que houve queda das folhas nos tratamentos não irrigados, atribuindo a fato como estratégia de

defesa contra a intensa perda de água, devido à caramboleira ser considerada uma planta que possua grande superfície transpirante e altas taxas transpiratórias.

Resultados semelhantes ao efeito da irrigação sobre a queda das folhas em regimes não irrigados foram observados também por LOBO et al. (2008) em experimento realizado com mangabeira (*Hancornia speciosa* G.), onde observaram que plantas irrigadas retiveram suas folhas por mais tempo que as não-irrigadas, durante a estação seca, o que determinou maior ganho anual de carbono. Os autores explicam que tal fato foi devido à correlação positiva e significativa entre a taxa fotossintética líquida expressa por unidade de massa e a área foliar específica, o que sugere que a irrigação pode promover o desenvolvimento de novas células que não contribuem diretamente com a fotossíntese nas folhas.

CAIRO (1992) submeteu ao estresse hídrico a *Senna multijuga* e observou a queda total das folhas completamente expandidas, prejudicando seu desenvolvimento; no entanto, a planta manteve a integridade dos tecidos na região de crescimento, o que foi atribuído ao ajustamento osmótico diferenciado da zona de crescimento.

Alterações morfológicas e processos fisiológicos, como expansão ou diminuição da área foliar, abertura e fechamento de estômatos e outros associados à fotossíntese, são diretamente afetados pela redução do potencial osmótico da folha (TAIZ & ZEIGER, 2004). Alguns estudos confirmam que o crescimento em expansão é mais sensível ao déficit hídrico que o fechamento estomático e a fotossíntese (BOYER, 1970; PASSIOURA, 1988).

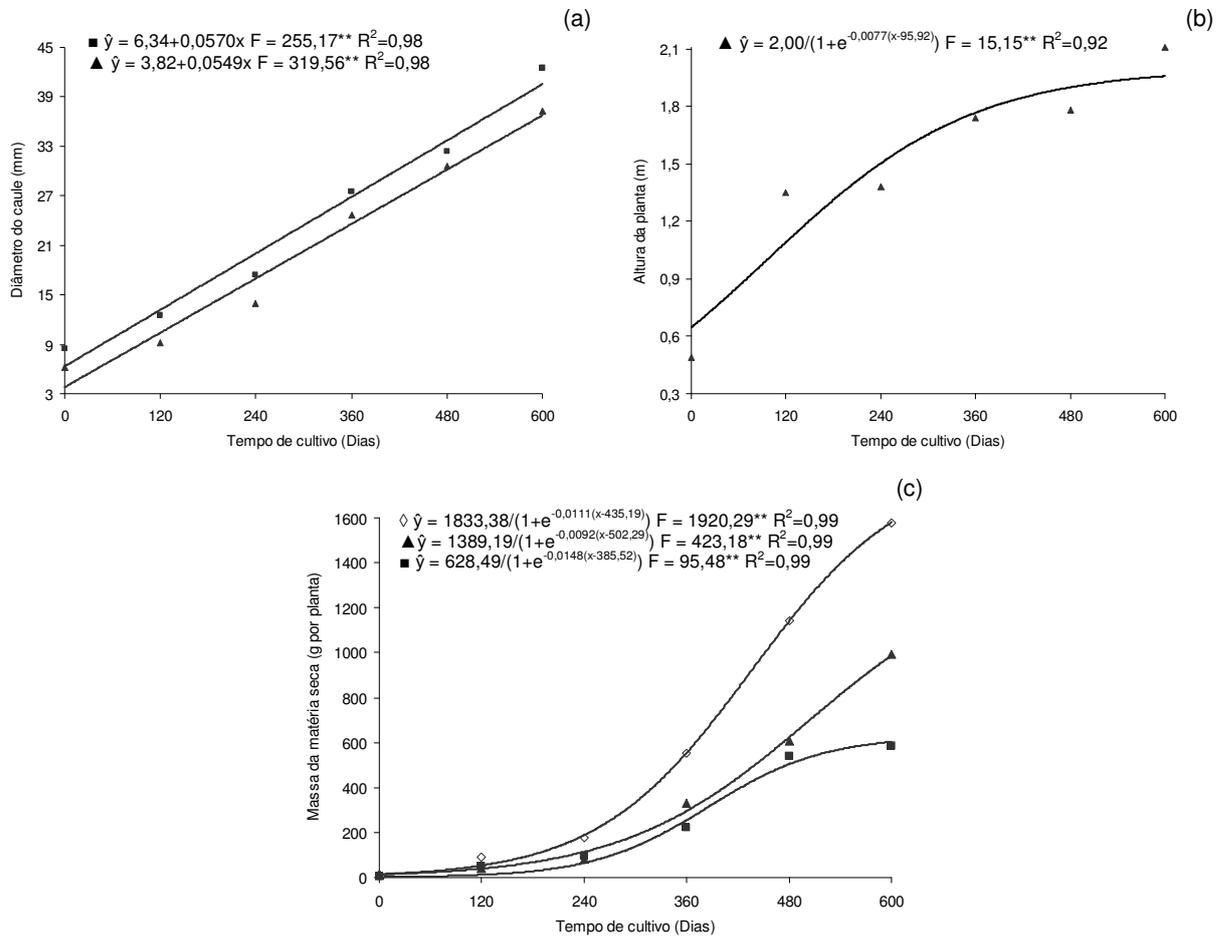


Figura 11. Equações, valor de F e coeficiente de determinação (R^2) obtidos nos estudos de regressão sobre os efeitos do tempo de cultivo (dias) no diâmetro do caule a 0,10 (■) e a 0,40 m (▲) do solo (a), na altura (▲) (b) e a massa da matéria seca da parte aérea (◇), das folhas (■) e do caule (▲) (c) da caramboleira 'B-10', em formação, cultivada em regime irrigado, em condições de campo. (**: $p < 0,01$).

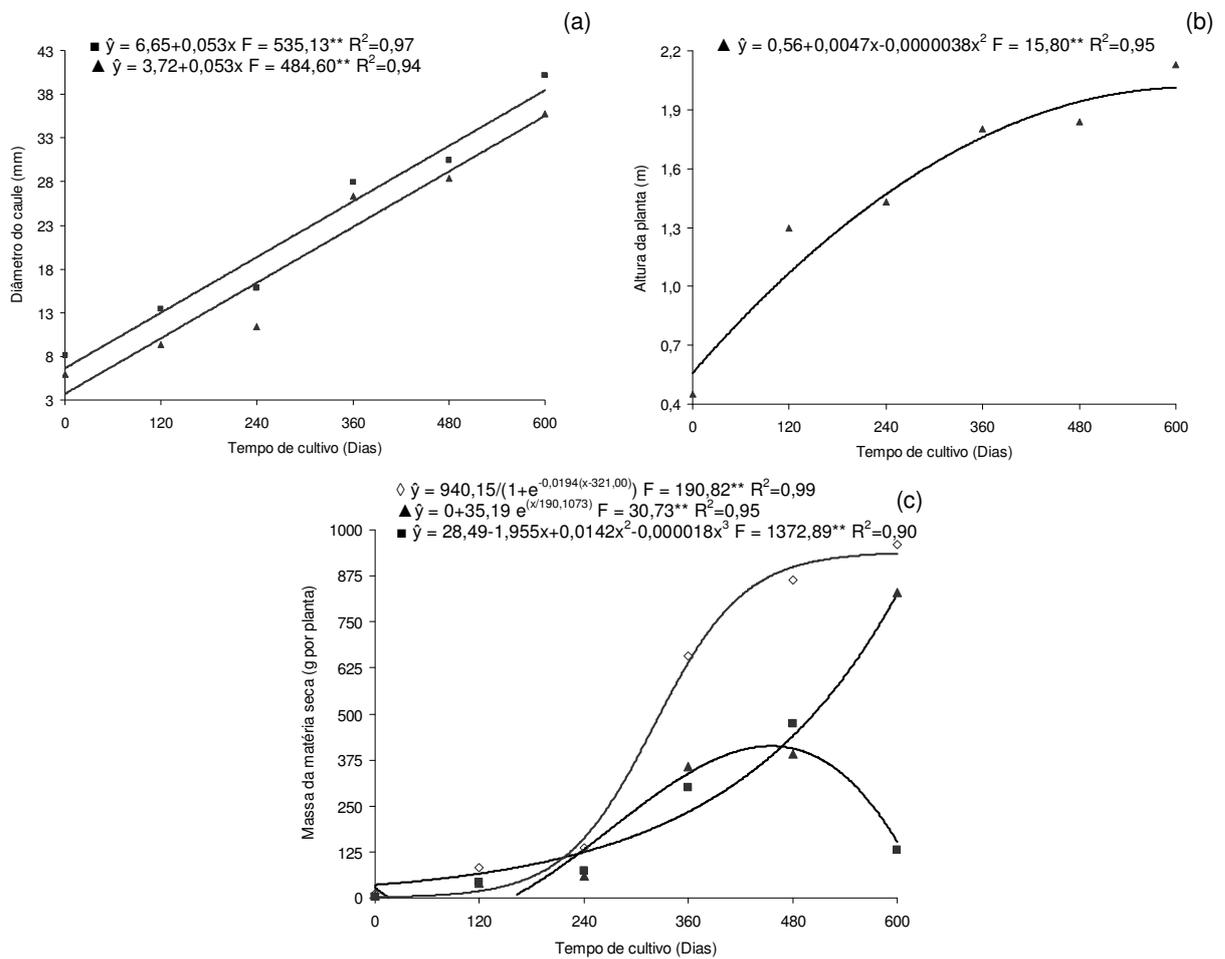


Figura 12. Equações, valor de F e coeficiente de determinação (R^2) obtidos nos estudos de regressão sobre os efeitos do tempo de cultivo (dias) no diâmetro do caule a 0,10 (■) e a 0,40 m (▲) do solo (a), na altura (▲) (b) e a massa da matéria seca da parte aérea (◇), das folhas (■) e do caule (▲) (c) da caramboleira 'B-10', em formação, cultivada em regime não irrigado, em condições de campo. (**: $p < 0,01$).

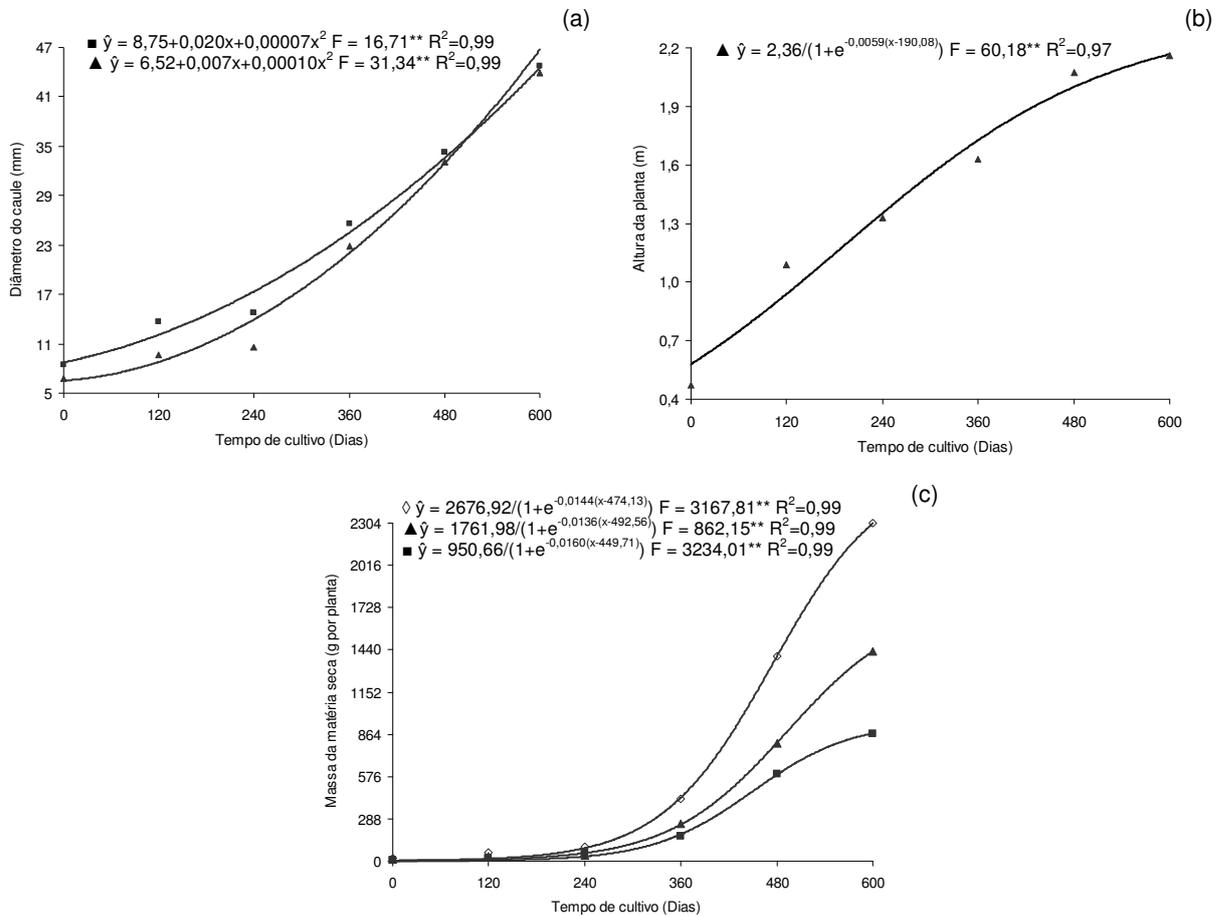


Figura 13. Equações, valor de F e coeficiente de determinação (R^2) obtidos nos estudos de regressão sobre os efeitos do tempo de cultivo (dias) no diâmetro do caule a 0,10 (■) e a 0,40 m (▲) do solo (a), na altura (▲) (b) e a massa da matéria seca da parte aérea (◇), das folhas (■) e do caule (▲) (c) da caramboleira 'Golden Star', em formação, cultivada em regime irrigado, em condições de campo. (**: $p < 0,01$).

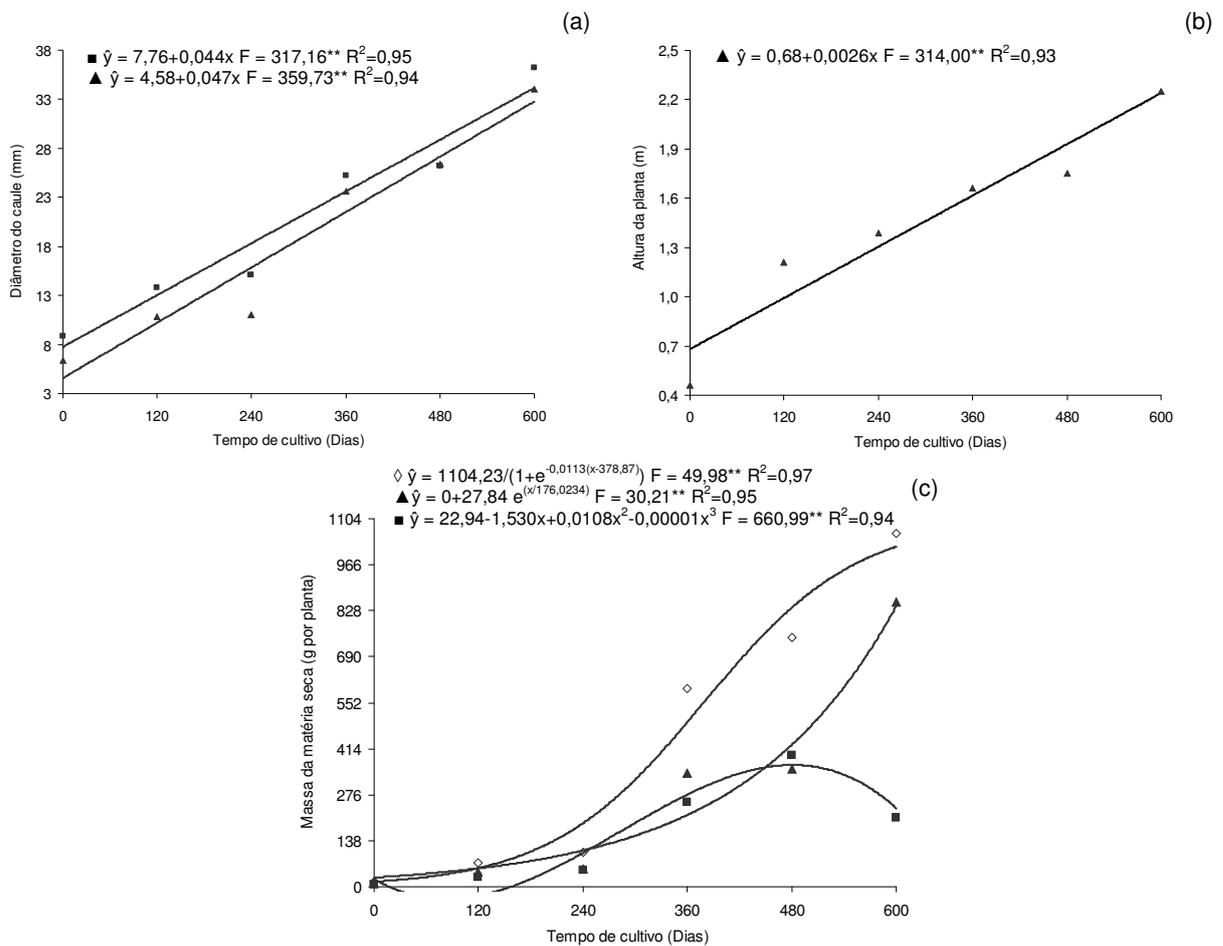


Figura 14. Equações, valor de F e coeficiente de determinação (R^2) obtidos nos estudos de regressão sobre os efeitos do tempo de cultivo (dias) no diâmetro do caule a 0,10 (■) e a 0,40 m (▲) do solo (a), na altura (▲) (b) e a massa da matéria seca da parte aérea (◇), das folhas (■) e do caule (▲) (c) da caramboleira 'Golden Star', em formação, cultivada em regime não irrigado, em condições de campo. (**: $p < 0,01$).

A produção da massa da matéria seca da planta inteira, ao final do experimento, recebeu maior contribuição da massa da matéria seca do caule, em todos os regimes de irrigação e/ou cultivares de caramboleira (Figuras 11, 12, 13 e 14).

Este fato foi comprovado pela correlação positiva da massa da matéria seca da planta inteira produzida, pelas plantas de 'B-10' e 'Golden Star' em regime irrigado, respectivamente, com o diâmetro do caule a 0,10 m ($r = 0,97$ e $0,96$; $p < 0,01$) e o

diâmetro do caule a 0,40 m ($r = 0,97$ e $0,97$; $p < 0,01$), além da altura ($r = 0,82$ e $0,84$; $p < 0,05$), e com regime não irrigado, respectivamente, com o diâmetro do caule a 0,10 m ($r = 0,98$ e $0,98$; $p < 0,01$) e o diâmetro do caule a 0,40 m ($r = 0,99$ e $0,99$; $p < 0,01$), além da altura ($r = 0,86$ e $0,88$; $p < 0,05$).

Alguns estudos evidenciam um maior favorecimento à partição de fotoassimilados para órgãos de reserva, em detrimento das folhas, quando as plantas são submetidas ao déficit hídrico (TUNER, 1986; SMIT, 1992). As reduções diferenciais nas porcentagens de acúmulo da massa da matéria seca dos órgãos da planta, em detrimento à partição dos fotoassimilados para os órgãos de reserva, dependem do estágio de desenvolvimento e da sensibilidade relativa de cada espécie e de cada órgão (OLIVEIRA, 1996). Uma possível explicação é sugerida por HSIAO (1973), que indica, por exemplo, as raízes como órgãos que podem ser superiores à parte aérea na capacidade de ajustar-se osmoticamente.

CHAVES (1991) atribui este fato a maior sensibilidade da expansão foliar ao déficit hídrico em relação à fotossíntese, resultando na translocação de fotoassimilados excedentes para os órgãos de reserva, favorecendo o seu desenvolvimento.

No decorrer do tempo de cultivo, há diferenças no acúmulo de nutrientes nas folhas, no caule e na parte aérea (Tabelas 21, 22 e 23), sendo que, no final do período experimental (regime irrigado), houve maior acúmulo de Ca, Mg, Cu e Zn no caule em relação às folhas, para ambas as cultivares (Figuras 15, 16, 19 e 20). Para o regime não irrigado, nas duas cultivares em estudo, no final do período experimental, houve maior acúmulo de todos os nutrientes no caule em relação às folhas (Figuras 17, 18, 21 e 22).

O acúmulo dos nutrientes, em função do tempo de cultivo, nas mudas da 'B-10' e 'Golden Star', apresentaram comportamento variável, em função do regime hídrico, do órgão e do nutriente avaliado.

Tabela 21. Resumo da análise de variância e resultados médios do acúmulo de nutrientes no caule de caramboleiras, em formação, cultivadas em regime irrigado e não irrigado, em condições de campo

Tempo de cultivo (T) dias	mg por planta					µg por planta					
	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
0	86,03	19,64	72,03	118,84	33,81	10,53	221,25	506,84	552,78	2875,56	1630,22
120	970,50	114,78	1017,15	518,52	112,90	89,78	1221,31	333,75	2032,45	11255,64	6210,87
240	731,76	142,03	787,81	790,00	219,72	76,63	1298,90	590,74	8315,43	15899,80	8675,54
360	2648,37	426,44	2523,84	2112,55	874,42	255,62	3661,64	1050,47	15426,11	60923,40	20489,42
480	4671,16	535,18	3202,30	3702,79	1413,93	441,51	5794,54	1292,57	21787,81	128743,69	30578,41
600	9192,01	676,63	3524,01	7423,73	2632,86	844,03	6801,76	3662,51	75360,51	209707,63	54567,67
Teste F	947,01**	234,58**	216,10**	509,69**	887,85**	722,66**	604,62**	185,66**	726,65**	1579,07**	347,10**
Irrigação (I)											
Irrigado	3141,42	350,85	2055,05	2768,15	1019,07	317,60	3733,31	1519,77	24382,33	75672,22	20384,29
Não irrigado	2958,53	287,39	1653,99	2120,66	743,48	255,10	2599,82	959,19	16776,04	67465,02	20333,08
Teste F	6,31*	20,61**	25,86**	70,97**	99,69**	21,26**	276,31**	85,18**	102,68**	24,69**	0,01ns
Cultivares (C)											
B-10	2866,35	278,30	1712,57	2276,95	798,80	266,08	3118,07	1284,56	18243,13	67100,49	20836,09
Golden Star	3233,59	359,93	1996,47	2611,86	963,75	306,62	3215,06	1184,40	22915,24	76034,75	19881,28
Teste F	8,06*	40,12**	9,61*	7,43*	20,93**	23,68**	1,43ns	0,63ns	70,71**	40,40**	0,84ns
Interação (I x C)	0,93ns	0,79ns	3,87ns	7,01*	4,45ns	0,20ns	5,64*	3,38ns	0,55ns	0,31ns	0,99ns
Interação (I x T)	22,13**	26,81**	30,61**	17,49**	44,72**	24,46**	53,93**	12,96**	63,65**	15,96**	6,52**
Interação (C x T)	19,87**	22,64**	17,14**	13,42**	27,22**	27,80**	13,96**	1,65ns	12,64**	50,25**	1,96ns
Interação (I x C x T)	3,55**	1,63ns	7,53**	15,8**	10,40**	2,98*	10,65**	0,38ns	1,32ns	4,19**	4,05**
CV (%) ⁽¹⁾	14,3	26,3	25,5	18,9	18,8	28,4	12,9	29,4	21,9	13,9	18,8
CV (%) ⁽²⁾	25,5	24,2	29,6	30,2	24,5	17,4	15,4	55,1	16,2	11,8	30,8
CV (%) ⁽³⁾	17,9	26,5	25,5	24,6	18,8	20,0	17,0	35,9	24,7	14,2	25,6

⁽¹⁾, ⁽²⁾ e ⁽³⁾ Coeficientes de variação para parcela, subparcela e subsubparcela, respectivamente. ns, *, **, não-significativo e significativo a p<0,05 e p<0,01, respectivamente.

Tabela 22. Resumo da análise de variância e resultados médios do acúmulo de nutrientes nas folhas de caramboleiras, em formação, cultivadas em regime irrigado e não irrigado, em condições de campo

Tempo de cultivo (T) dias	mg por planta			µg por planta							
	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
0	89,53	12,68	105,92	34,66	23,08	14,73	340,77	30,50	190,63	2330,48	532,09
120	892,93	97,87	976,16	90,45	102,64	80,79	1146,86	254,78	1683,86	15098,50	1483,72
240	1717,28	136,80	1790,10	446,71	223,49	148,44	2939,52	328,58	8983,65	41256,22	5956,83
360	5607,40	316,10	5077,61	1555,65	789,62	499,61	7833,98	1612,48	21452,90	190829,97	16780,00
480	10100,71	621,42	6998,34	3151,47	1637,75	690,62	14674,65	2687,54	57013,31	526135,63	29179,01
600	10263,34	646,41	6381,73	3131,99	1661,12	948,15	13041,61	1751,36	108569,61	382669,53	24050,92
Teste F	1279,95**	1071,97**	698,69**	311,50**	1521,83**	543,55**	559,83**	275,36**	936,97**	675,10**	629,09**
Irrigação (I)											
Irrigado	5726,09	356,08	4274,54	1803,55	938,67	480,95	8371,81	1388,36	47207,75	228466,09	13069,30
Não Irrigado	3830,98	254,35	2835,42	1000,01	540,56	313,17	4953,99	833,39	18756,90	157640,68	12924,90
Teste F	214,31**	156,48**	217,44**	157,52**	143,98**	91,53**	191,93**	64,22**	481,90**	99,09**	0,09ns
Cultivares (C)											
B-10	4584,96	284,37	3262,87	1354,75	668,88	385,52	6370,10	1138,88	29791,32	199359,52	13068,50
Golden Star	4972,11	326,06	3847,08	1448,90	810,35	408,60	6955,70	1082,87	36173,34	186747,26	12925,68
Teste F	39,28**	136,29**	56,06**	1,38ns	20,47**	7,40*	11,01**	0,93ns	45,88**	1,73ns	0,13ns
Interação (I x C)	44,35**	29,73**	57,19**	8,62*	3,02ns	15,59**	22,12**	46,27**	36,20**	5,06*	1,35ns
Interação (I x T)	320,32**	202,36**	255,23**	88,40**	117,33**	133,76**	221,80**	49,89**	468,96**	117,34**	149,94**
Interação (C x T)	60,21**	72,00**	43,21**	25,03**	28,17**	26,81**	32,67**	3,96**	33,66**	19,27**	7,34**
Interação (I x C x T)	12,49**	9,86**	21,59**	8,81**	10,69**	4,17**	15,79**	44,36**	9,61**	10,23**	12,79**
CV (%) ⁽¹⁾	16,3	15,9	16,5	27,4	26,9	26,5	22,2	37,4	23,6	22,1	21,2
CV (%) ⁽²⁾	7,8	7,0	13,2	34,3	25,4	12,8	15,9	31,4	17,1	29,8	18,4
CV (%) ⁽³⁾	13,2	13,4	15,4	28,8	21,9	19,9	19,2	28,3	20,6	21,3	18,2

⁽¹⁾, ⁽²⁾ e ⁽³⁾ Coeficientes de variação para parcela, subparcela e subsubparcela, respectivamente. ns, *, **, não-significativo e significativo a p<0,05 e p<0,01, respectivamente.

Tabela 23. Resumo da análise de variância e resultados médios do acúmulo de nutrientes na parte aérea de caramboleiras, em formação, cultivadas em regime irrigado e não irrigado, em condições de campo

Tempo de cultivo (T)	mg por planta										µg por planta					
	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn					
dias																
0	175,57	32,32	177,95	153,50	56,89	25,27	562,02	537,33	743,41	5206,04	2162,30					
120	1863,43	212,64	1993,31	608,97	215,54	170,56	2368,17	588,53	3716,31	26354,14	7694,59					
240	2449,05	278,83	2577,91	1236,72	443,21	225,07	4238,42	919,32	17299,08	57156,02	14632,37					
360	8255,77	742,54	7601,45	3668,20	1664,03	755,23	11495,62	2662,96	36879,02	251753,37	37269,42					
480	14771,87	1156,59	10200,65	6854,27	3051,69	1132,13	20469,19	3980,11	78801,12	654879,32	59757,42					
600	19455,35	1323,04	9905,74	10555,73	4293,98	1792,18	19843,37	5413,87	183930,11	592377,16	78618,60					
Teste F	1962,34**	675,13**	988,11**	729,94**	1074,78**	1033,68**	863,21**	291,39**	1796,85**	154,20**	569,45**					
Irrigação (I)																
Irrigado	8867,50	706,93	6329,59	4571,70	1957,75	798,54	12105,12	2908,13	71590,08	304138,31	33453,59					
Não Irrigado	6789,51	541,73	4489,41	3120,76	1284,04	568,27	7553,81	1792,58	35532,94	225103,71	33257,98					
Teste F	133,08**	62,68**	128,93**	175,78**	212,13**	74,12**	242,23**	119,74**	513,12**	9,52*	0,04ns					
Cultivares (C)																
B-10	8205,70	562,67	4975,44	3631,70	1467,68	651,59	9488,17	2423,44	48034,44	266460,01	33904,60					
Golden Star	7451,31	685,99	5843,56	4060,77	1774,10	715,22	10170,75	2227,27	59088,57	262782,01	32806,96					
Teste F	26,80**	83,55**	65,23**	5,99*	27,24**	31,96**	11,40**	0,99ns	141,16**	1,56ns	0,75ns					
Interação (I x C)	13,55**	5,25*	51,34**	10,24**	4,93*	10,93**	25,60**	1,61ns	42,75**	0,01ns	0,21ns					
Interação (I x T)	173,22**	85,04**	254,70**	62,32	111,80**	120,62**	227,32**	39,33**	540,28**	8,98**	42,48**					
Interação (C x T)	71,11**	54,24**	64,89**	30,61**	43,80**	46,35**	35,99	2,94*	50,13**	1,25ns	4,18**					
Interação (I x C x T)	11,38**	4,54**	30,27**	22,79**	15,71**	5,19**	19,17**	11,95**	10,17**	3,15*	8,52**					
CV (%) ⁽¹⁾	13,8	20,01	18,0	17,1	17,1	23,5	17,9	26,0	17,8	42,7	18,1					
CV (%) ⁽²⁾	11,2	12,9	11,9	27,3	21,7	9,9	12,3	37,4	10,4	51,6	22,8					
CV (%) ⁽³⁾	11,1	16,1	12,6	19,4	16,0	15,3	15,0	24,8	15,1	43,3	19,0					

⁽¹⁾, ⁽²⁾ e ⁽³⁾ Coeficientes de variação para parcela, subparcela e subsubparcela, respectivamente. ns, *, **, não-significativo e significativo a p<0,05 e p<0,01, respectivamente.

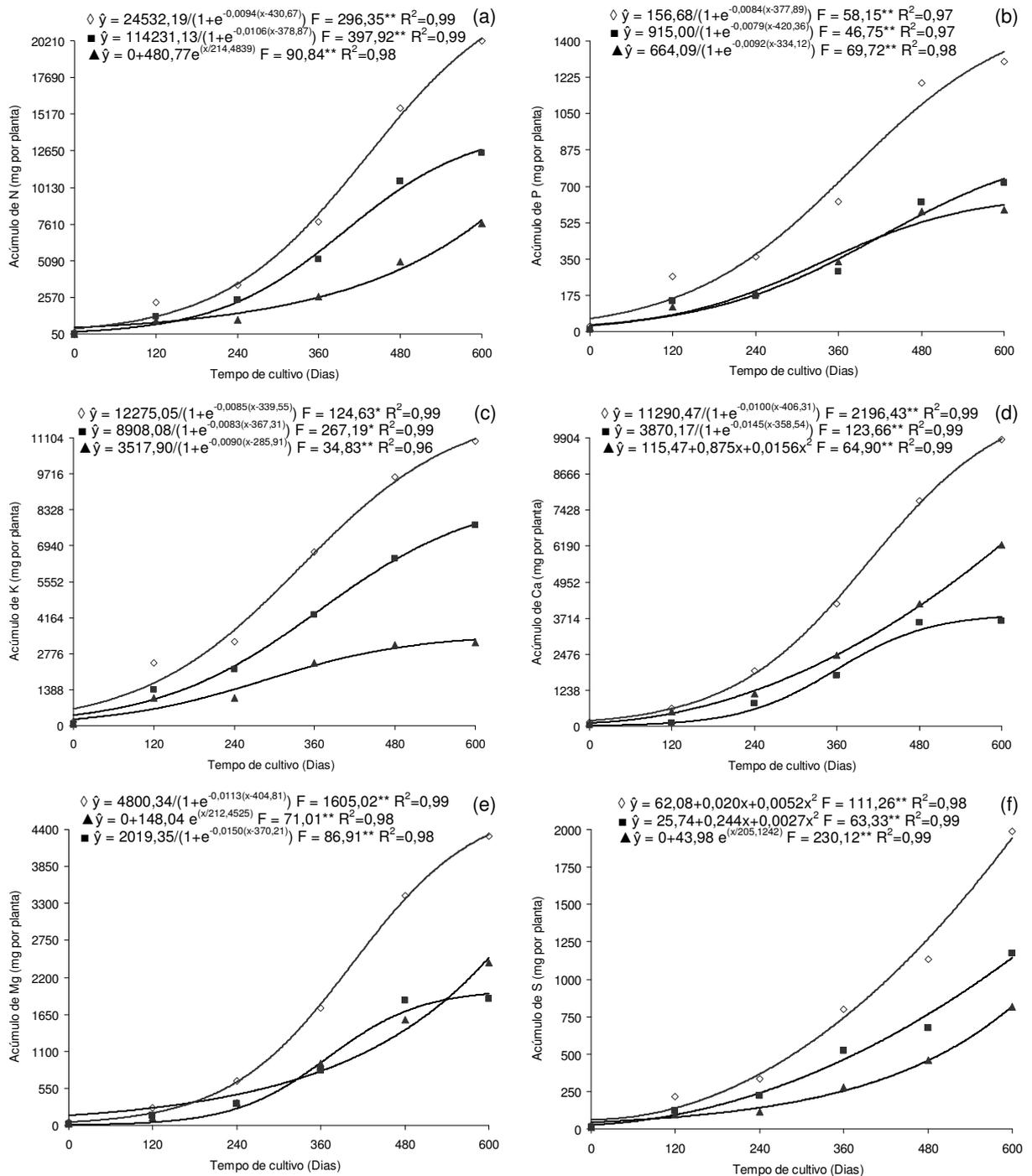


Figura 15. Equações, valor de F e coeficiente de determinação (R²) obtidos nos estudos de regressão sobre os efeitos do tempo de cultivo (dias) no acúmulo de N (a), P (b), K (c), Ca (d), Mg (e) e S (f) na parte aérea (\diamond), nas folhas (\blacksquare) e no caule (\blacktriangle) da caramboleira 'B-10', em formação, cultivada em regime irrigado, em condições de campo. (**: p<0,01).

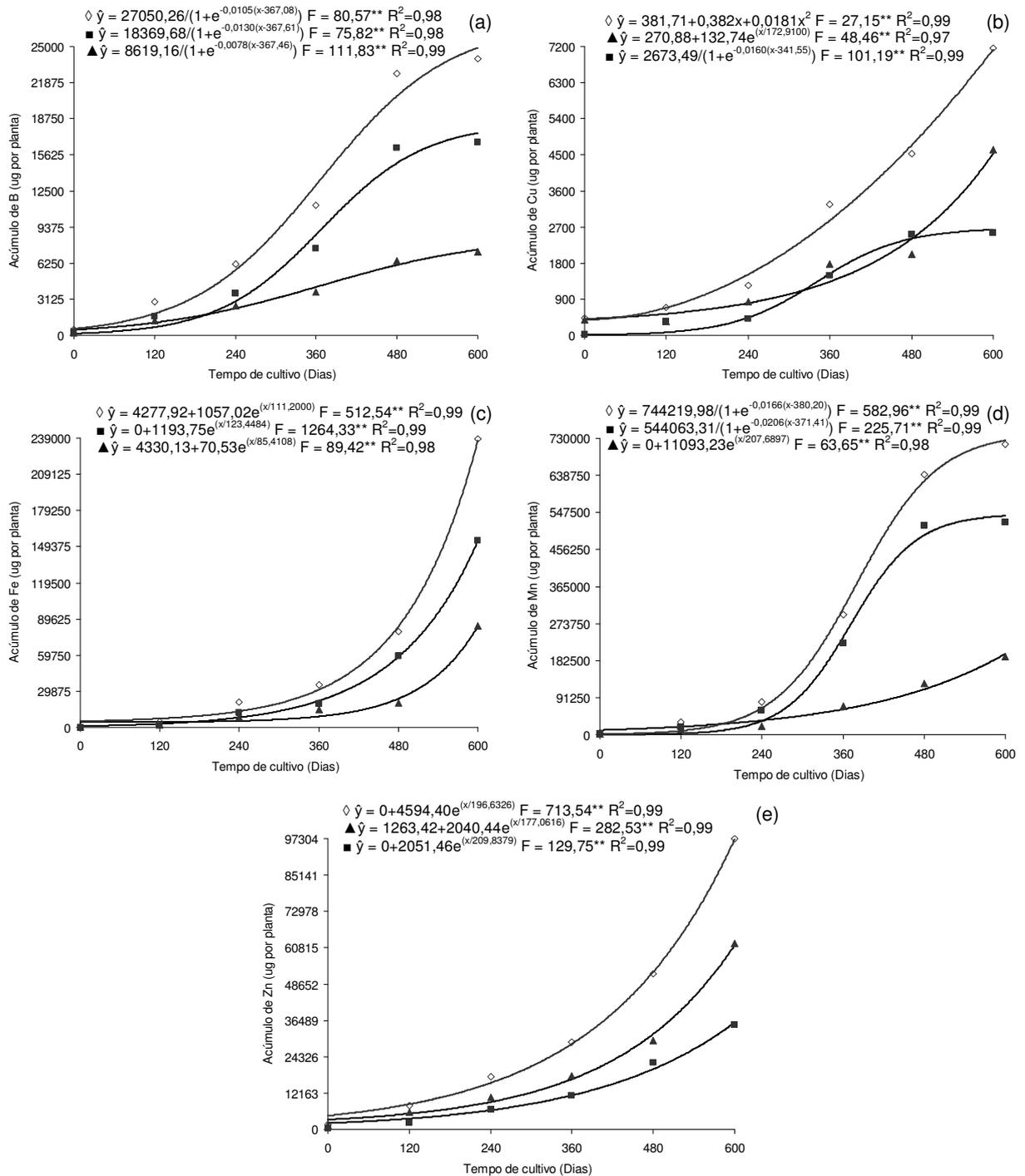


Figura 16. Equações, valor de F e coeficiente de determinação (R²) obtidos nos estudos de regressão sobre os efeitos do tempo de cultivo (dias) no acúmulo de B (a), Cu (b), Fe (c), Mn (d) e Zn (e) na parte aérea (\diamond), nas folhas (\blacksquare) e no caule (\blacktriangle) da caramboleira 'B-10', em formação, cultivada em regime irrigado, em condições de campo. (**: p<0,01).

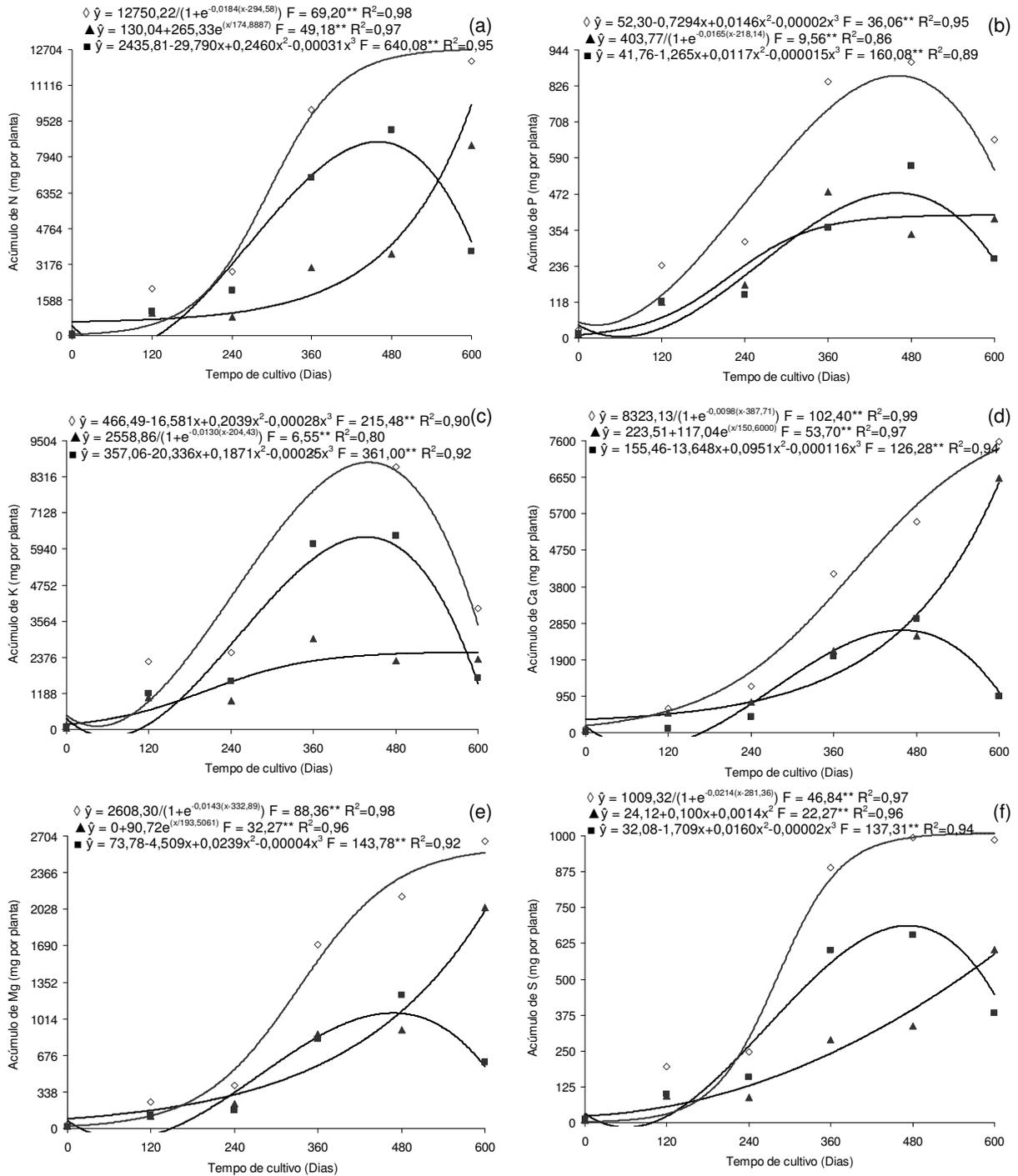


Figura 17. Equações, valor de F e coeficiente de determinação (R²) obtidos nos estudos de regressão sobre os efeitos do tempo de cultivo (dias) no acúmulo de N (a), P (b), K (c), Ca (d), Mg (e) e S (f) na parte aérea (◇), nas folhas (■) e no caule (▲) da caramboleira 'B-10', em formação, cultivada em regime não irrigado em, condições de campo. (**: p<0,01).

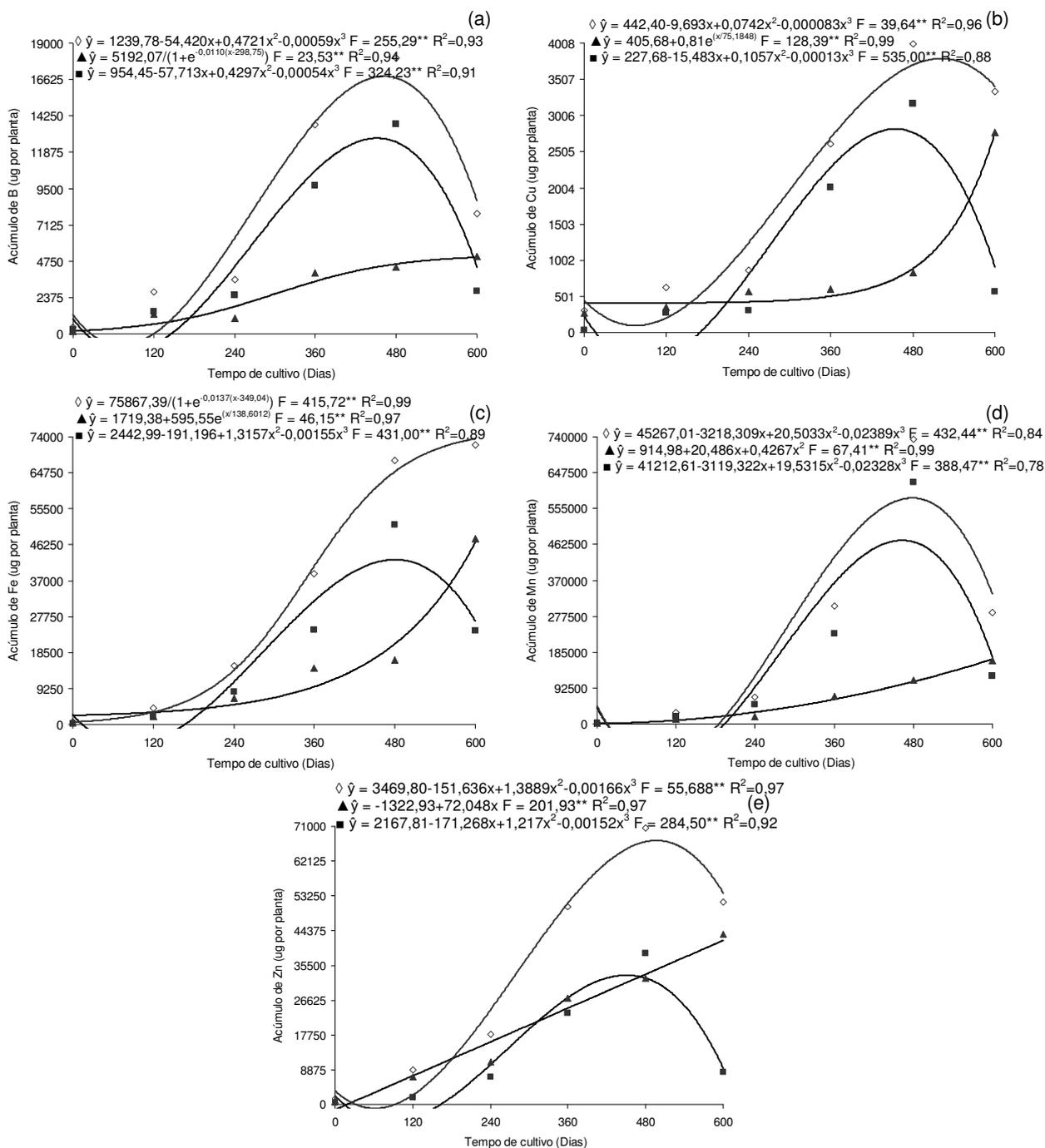


Figura 18. Equações, valor de F e coeficiente de determinação (R²) obtidos nos estudos de regressão sobre os efeitos do tempo de cultivo (dias) no acúmulo de B (a), Cu (b), Fe (c), Mn (d) e Zn (e) na parte aérea (◇), nas folhas (■) e no caule (▲) da caramboleira 'B-10', em formação, cultivada em regime não irrigado, em condições de campo. (**: p<0,01).

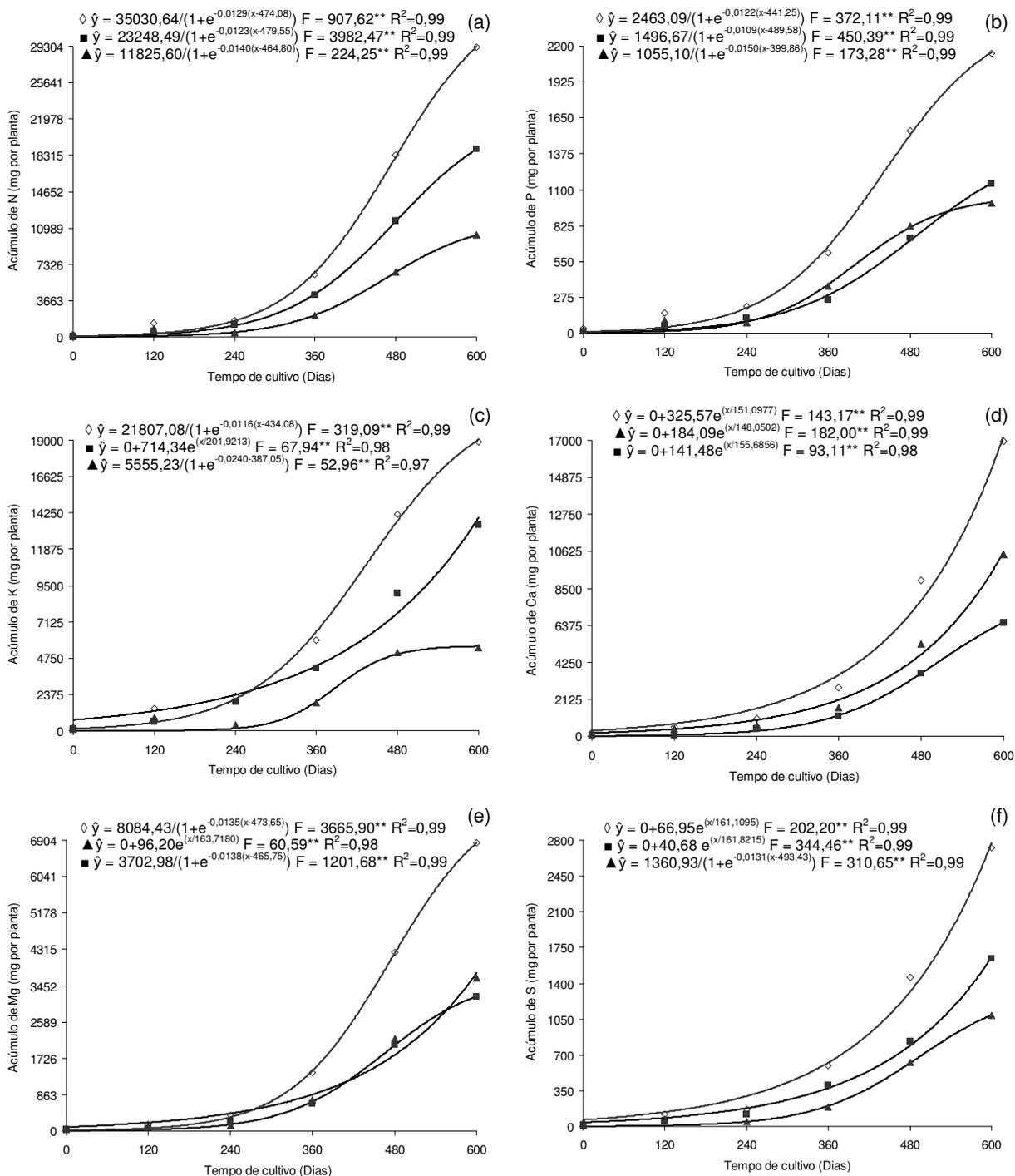


Figura 19. Equações, valor de F e coeficiente de determinação (R²) obtidos nos estudos de regressão sobre os efeitos do tempo de cultivo (dias) no acúmulo de N (a), P (b), K (c), Ca (d), Mg (e) e S (f) na parte aérea (\diamond), nas folhas (\blacksquare) e no caule (\blacktriangle) da caramboleira 'Golden Star', em formação, cultivada em regime irrigado

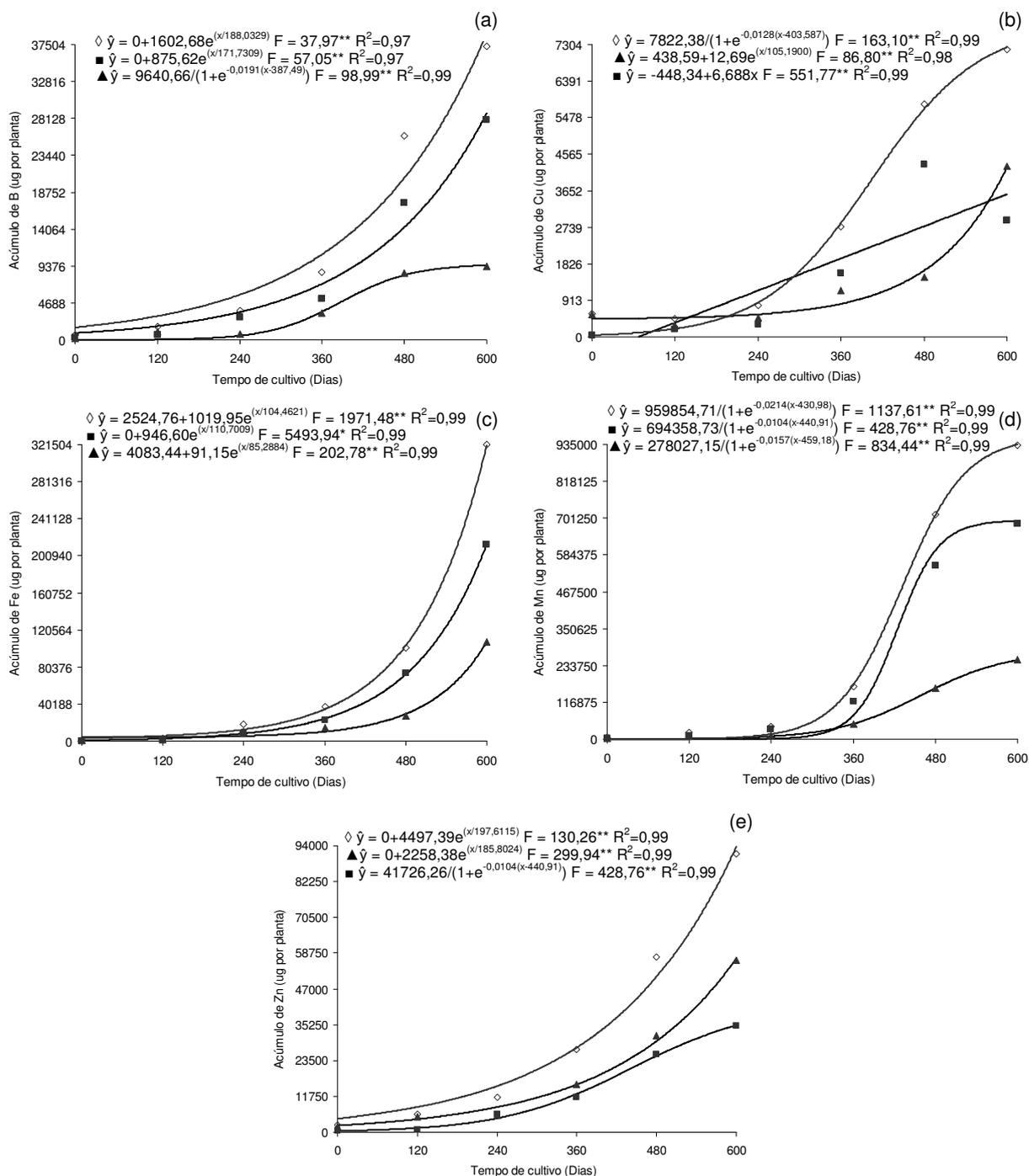


Figura 20. Equações, valor de F e coeficiente de determinação (R²) obtidos nos estudos de regressão sobre os efeitos do tempo de cultivo (dias) no acúmulo de B (a), Cu (b), Fe (c), Mn (d) e Zn (e) na parte aérea (\diamond), nas folhas (\blacksquare) e no caule (\blacktriangle) da caramboleira 'Golden Star', em formação, cultivada em regime irrigado, em condições de campo. (**: p<0,01).

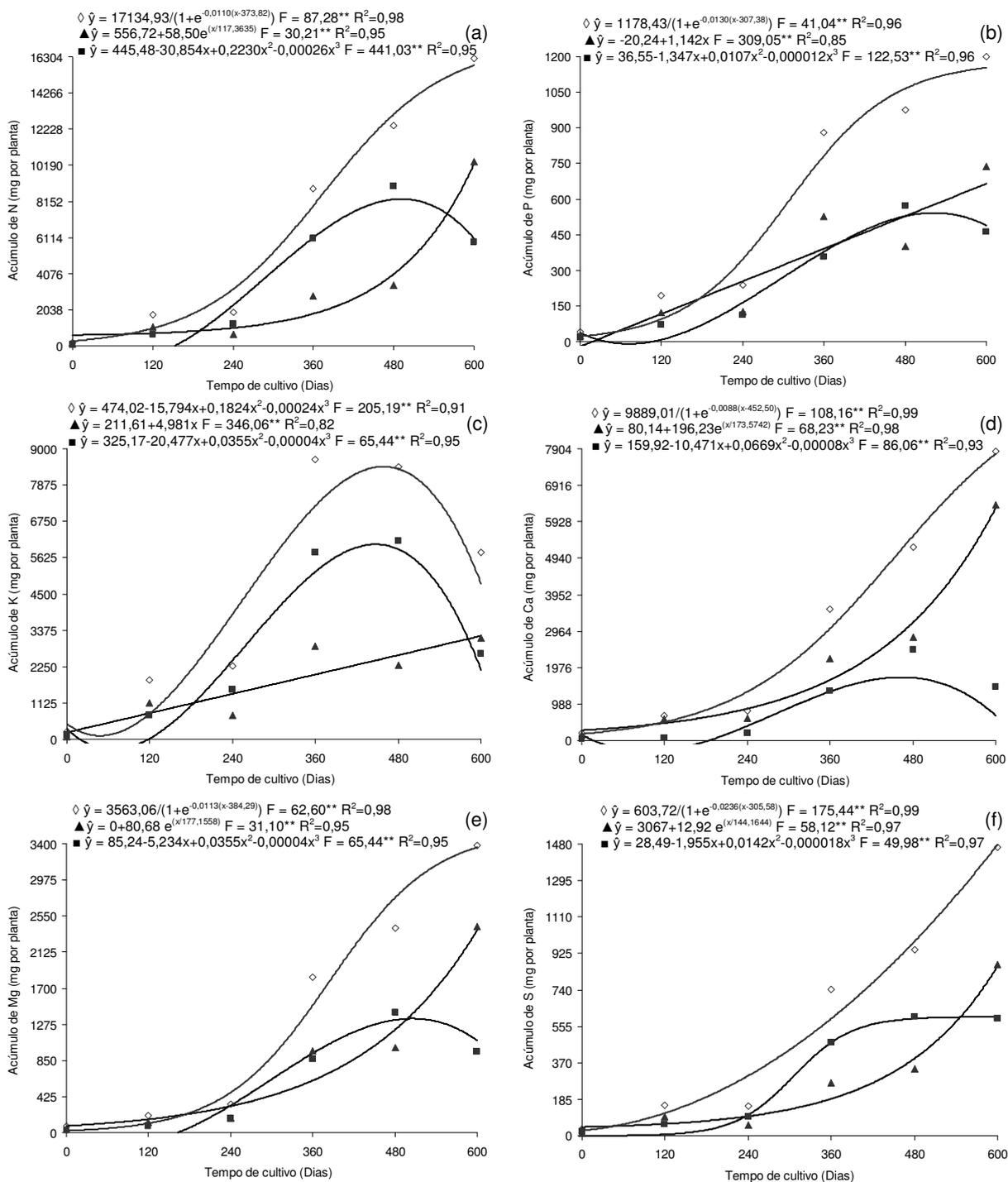


Figura 21. Equações, valor de F e coeficiente de determinação (R^2) obtidos nos estudos de regressão sobre os efeitos do tempo de cultivo (dias) no acúmulo de N (a), P (b), K (c), Ca (d), Mg (e) e S (f) na parte aérea (\diamond), nas folhas (\blacksquare) e no caule (\blacktriangle) da caramboleira 'Golden Star', em formação, cultivada em regime não irrigado, em condições de campo. (**: $p < 0,01$).

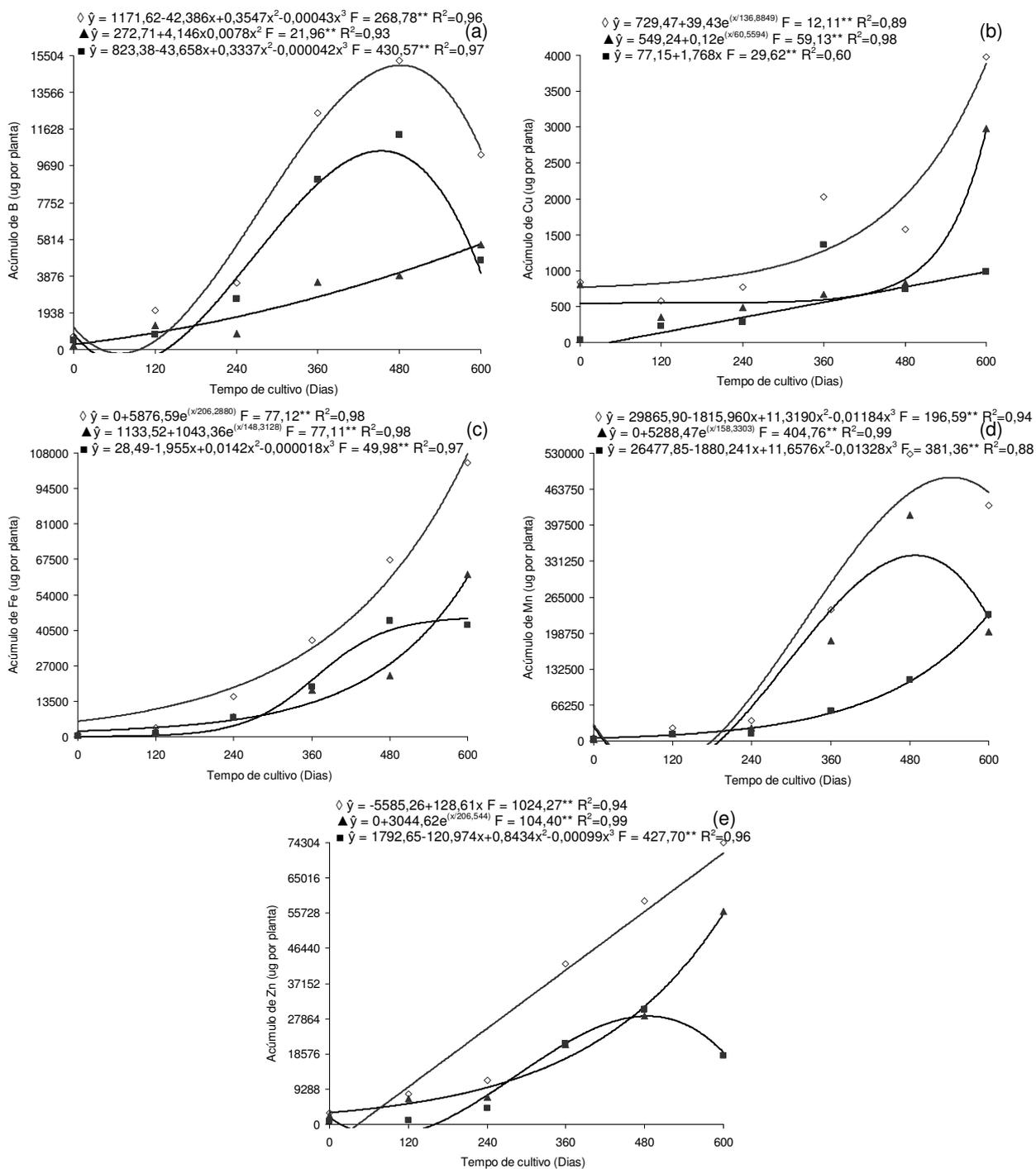


Figura 22. Equações, valor de F e coeficiente de determinação (R^2) obtidos nos estudos de regressão sobre os efeitos do tempo de cultivo (dias) no acúmulo de B (a), Cu (b), Fe (c), Mn (d) e Zn (e) na parte aérea (\diamond), nas folhas (\blacksquare) e no caule (\blacktriangle) da caramboleira 'Golden Star', em formação, cultivada em regime não irrigado, em condições de campo. (**: $p < 0,01$).

O resumo da análise de variância e os resultados médios do teor de nutrientes nos diferentes órgãos e regimes de irrigação das plantas de caramboleira estão apresentados nas Tabelas 24 e 25.

Houve diferença significativa entre o tempo de cultivo e o teor de todos os nutrientes no caule e nas folhas das plantas. Não houve diferenças significativas entre as cultivares para os teores de N, P, Ca e Mg para o caule e N, P, Ca, S e Cu para as folhas. Os maiores teores no caule para 'B-10' foram: K, B, Mn, Zn e para 'Golden Star' foram: Ca, Cu e Fe. Para as folhas, a 'B-10' também apresentou maiores teores para K e Mn, e para 'Golden Star' os maiores teores foram obtidos com Mg, B, Fe e Zn.

Com relação aos regimes de irrigação, com exceção do Ca, Mg e S, que não apresentaram diferença significativa, e do B e Fe, que tiveram os maiores teores no regime irrigado, os demais nutrientes apresentaram os maiores teores no regime não irrigado, o que possivelmente deva estar relacionado ao efeito de concentração onde as plantas menores apresentam maior teor de nutrientes no tecido vegetal.

Apesar da diferença entre cultivares para o teor de Mg nas folhas (Tabelas 22 e 23), a relação Ca/Mg na amostragem de toda a parte aérea, para as plantas de caramboleira 'B-10' e 'Golden Star' aos 600 DAT, foi de 1,92 e 2,03 para o regime irrigado e de 1,55 e 1,52 para o regime não irrigado, respectivamente (Tabela 25).

Considerando a folha diagnóstica (PRADO & NATALE, 2004), verificar-se-á, no presente estudo, pela Tabela 26, que a relação Ca/Mg é de: 1,68; 1,35; 1,37 e 1,18, respectivamente, para os tratamentos 'B-10' irrigado, 'B-10' não irrigado, 'Golden Star' irrigado e 'Golden Star' não irrigado. Além de a relação Ca:Mg estar aquém da indicada (excetuando-se o tratamento 'B-10' irrigado), os teores da folha diagnóstica também se encontram inferiores ao recomendado por PRADO et al. (2007), à exceção do Mg no regime não irrigado.

Tabela 24. Resumo da análise de variância e resultados médios do teor de nutrientes no caule de caramboleiras, em formação, cultivadas em regime irrigado e não irrigado, em condições de campo

Tempo de cultivo (T) dias	g kg ⁻¹					mg kg ⁻¹					
	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
0	9,41c	2,17b	8,06c	13,08a	3,76a	1,19b	24,75b	54,47a	62,09c	323,26a	179,74a
120	24,75a	2,92a	26,11a	13,28a	2,89b	2,29a	30,86a	8,55c	51,82d	288,71b	159,50b
240	11,96b	2,34b	12,90b	13,48a	3,63a	1,27b	20,93c	10,00b	153,25a	266,25c	146,58c
360	8,27d	1,33c	7,81c	6,60b	2,75b	0,79c	11,53d	3,38de	48,88d	190,04f	63,71d
480	8,84cd	0,99d	5,93d	6,98b	2,61b	0,84c	10,86d	2,42e	44,00d	254,96d	63,25d
600	9,35c	0,66e	3,38e	7,28b	2,58b	0,84c	6,64e	3,63d	72,79b	209,83e	55,17e
Teste F	858,93**	186,96**	1593,83**	312,06**	40,45**	234,99**	480,93**	6133,59**	311,84**	407,31**	929,04**
Irrigação (I)											
Irrigado	11,5	1,7	10,2	10,0	3,0	1,2	19	13	75	243	100
Não Irrigado	12,8	1,8	11,2	10,2	3,3	1,2	18	14	70	268	122
Teste F	49,46**	14,82**	29,11**	1,86ns	0,17ns	7,30*	43,04**	79,27**	21,76**	250,03**	164,50**
Cultivares (C)											
B-10	12,1	1,7	10,9	9,9	3,0	1,2	19	12	63	261	144
Golden Star	12,1	1,7	10,5	10,3	3,1	1,2	17	15	81	250	109
Teste F	0,06ns	0,09ns	5,02*	1,72ns	0,28ns	6,29*	20,41**	124,38**	125,69**	28,82**	6,01*
Interação (I x C)	1,58ns	0,01ns	0,27ns	0,12ns	1,67ns	1,57ns	3,81ns	104,79**	7,02*	18,17**	0,30ns
Interação (I x T)	9,6**	2,47*	11,20**	7,27**	2,47*	2,80*	11,82**	110,17**	19,05**	80,05**	9,55**
Interação (C x T)	6,48**	5,54**	11,94**	2,40*	5,12**	5,27**	12,08**	203,25**	52,12**	27,52**	10,22**
Interação (I x C x T)	2,45*	0,84ns	1,49ns	4,39**	0,13ns	1,83ns	9,83**	88,40**	21,28**	78,26	18,40**
CV (%) ⁽¹⁾	9,2	12,9	9,5	9,0	11,6	14,3	10,7	5,6	8,9	3,8	9,3
CV (%) ⁽²⁾	11,0	18,0	11,1	15,8	17,2	14,3	15,2	10,2	13,0	5,0	11,3
CV (%) ⁽³⁾	8,7	18,1	9,4	9,5	13,3	14,9	11,9	9,2	15,8	4,7	8,2

⁽¹⁾, ⁽²⁾ e ⁽³⁾ Coeficientes de variação para parcela, subparcela e subsubparcela, respectivamente. ns, *, **, não-significativo e significativo a p<0,05 e p<0,01, respectivamente.

Tabela 25. Resumo da análise de variância e resultados médios do teor de nutrientes nas folhas de caramboleiras, em formação, cultivadas em regime irrigado e não irrigado, em condições de campo

Tempo de cultivo (T) dias	g kg ⁻¹					mg kg ⁻¹					
	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
0	18,16d	2,60a	21,29c	6,93a	4,62a	2,97a	69,03a	6,34a	38,94e	460,53e	105,79a
120	24,68ab	2,68a	25,90b	2,46b	2,72d	2,13c	30,06d	7,05a	44,77e	420,65e	39,45e
240	24,66ab	2,02b	29,31a	6,97a	3,58c	2,35bc	48,02b	5,38b	145,71b	652,00d	97,50b
360	23,79b	1,35d	21,68c	6,63a	3,43c	2,14c	32,94c	7,00a	94,65d	805,21c	69,50c
480	20,37c	1,26d	14,06d	6,28a	3,27c	1,39d	29,29d	5,14b	113,50c	1062,83a	60,71d
600	25,09a	1,70c	13,64d	6,96a	4,04b	2,44b	26,27e	4,21c	224,96a	902,08b	62,83d
Teste F	85,72**	66,43**	458,49**	68,73**	43,94**	58,56**	667,21**	29,82**	1974,48**	242,26**	300,84**
Irrigação (I)											
Irrigado	22,1	1,8	21,0	6,3	3,7	2,2	39	6	118	682	63
Não Irrigado	23,5	2,1	20,9	5,8	3,5	2,3	40	6	103	752	82
Teste F	45,53**	30,35**	0,10ns	12,58**	1,90ns	6,74*	5,41*	0,99ns	158,86**	14,38**	394,21**
Cultivares (C)											
B-10	22,9	1,9	19,5	6,1	3,4	2,3	38	6	108	750	69
Golden Star	22,8	2,0	22,5	6,0	3,8	2,2	41	6	113	685	76
Teste F	0,14ns	2,72ns	351,58**	0,07ns	17,09**	0,80ns	51,70**	0,38ns	23,10**	10,22**	25,98**
Interação (I x C)	0,01ns	0,22ns	20,99**	0,07ns	1,30ns	0,59ns	22,40**	26,71**	2,34ns	0,02ns	2,08ns
Interação (I x T)	23,98**	13,46**	6,19**	8,79**	14,52**	12,31**	33,99**	10,73**	65,36**	13,53**	19,94**
Interação (C x T)	7,86**	1,83ns	5,79**	13,41**	3,61**	8,77**	13,70**	9,22**	6,24**	30,29	27,11**
Interação (I x C x T)	2,60*	1,23ns	3,62**	1,64ns	1,75ns	0,23ns	14,48**	16,53**	22,66**	10,20**	34,89**
CV (%) ⁽¹⁾	5,5	19,9	6,7	15,6	18,1	16,5	7,7	21,5	6,2	15,4	7,9
CV (%) ⁽²⁾	6,6	20,3	4,6	23,3	17,4	12,1	6,9	20,6	6,3	17,0	11,9
CV (%) ⁽³⁾	6,6	18,8	6,8	17,4	13,4	14,9	8,0	17,2	6,9	11,1	9,6

⁽¹⁾, ⁽²⁾ e ⁽³⁾ Coeficientes de variação para parcela, subparcela e subsubparcela, respectivamente. ns, *, **, não-significativo e significativo a p<0,05 e p<0,01, respectivamente.

Tabela 26. Composição química de nutrientes, na 6ª folha, da caramboleira 'B-10' e 'Golden Star' em formação, cultivadas em regime irrigado e não irrigado, em condições de campo

Fatores	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	g kg ⁻¹						mg kg ⁻¹				
'B -10' Irrigado	25,6	1,5	11,7	5,7	3,4	1,9	28	3	199	606	30
'B -10' Não Irrigado	25,9	1,5	10,5	7,3	5,4	2,9	23	4	188	982	53
'Golden Star' Irrigado	24,9	1,5	15,1	5,2	3,8	1,9	28	5	146	617	47
'Golden Star' Não Irrigado	27,3	2,3	13,8	5,9	5,0	2,8	21	4	157	974	63

De acordo com as considerações de PAIVA & OLIVEIRA (2006) e os experimentos realizados com hipobioto e mudas de caramboleira em hidroponia, a TCR do experimento realizado a campo assemelhou-se aos modelos descritos das curvas de crescimento da massa da matéria seca e do acúmulo de nutrientes. As caramboleiras apresentaram a máxima TCR para a parte aérea, em todos os tratamentos, posteriormente à implantação, no período entre 0 – 120 DAT, não evidenciando o estresse provocado pelo transplante.

As diferenciações nos regimes de irrigação ocorreram após 180 DAT, em 21-08-2007. Contudo, após o final do período chuvoso, apresentam-se as maiores TCRs no regime irrigado em relação ao regime não irrigado (Tabela 27).

Houve oscilação entre a contribuição das maiores TCRs do caule e das folhas para com a parte aérea, tanto para os regimes de irrigação quanto para as cultivares. Entretanto, na primeira avaliação, apresenta-se que, preferencialmente, a maior TCR em todos os tratamentos foi nas folhas, o que sugere maior produção de biomassa das folhas, possivelmente para incrementar a área foliar e a taxa fotossintética, corroborando HAYNES (1980) e os resultados dos experimentos realizados com hipobioto e mudas de caramboleira.

Comparando TCR da parte aérea entre os regimes de irrigação, de ambas as cultivares, há decréscimo entre 360 e 600 DAT, com maiores reflexos na TCR das folhas que tiveram taxas negativas entre 480-600 DAT, justificando os ajustes polinomiais cúbicos do acúmulo de massa da matéria seca das folhas (Figuras 12 e 14) e no acúmulo de nutrientes das folhas (Figuras 17, 18, 21 e 22).

Pela TARN representar a acumulação em toda a planta, observa-se que o regime não irrigado, comparativamente ao regime irrigado, apresentou taxas negativas para todos os nutrientes entre 480-600 DAT, com exceção do Ca, Mg e Fe para 'B-10'. A TCR, a TALON e a TARN apresentaram-se negativas no regime não irrigado para as duas cultivares, devido, exclusivamente, às folhas, que apresentaram para todos os nutrientes TALON negativo. Contudo, o regime não irrigado apresenta entre 480-600 DAT, maior TALON para todos os nutrientes, exceto para o B, que foi igual, e ao Zn, que foi inferior ao regime irrigado, sugerindo uma remobilização destes nutrientes para o caule, anterior à queda das folhas (Tabelas 27, 28, 29, 30 e 31).

Tabela 27. Taxa de crescimento relativo (TCR) nos órgãos da caramboleira 'B-10' e 'Golden Star', em formação, cultivada em regime irrigado e não irrigado, em condições de campo

Período (Dias)	Regime irrigado			Regime não irrigado		
	Caule	Folhas	Parte aérea	Caule	Folhas	Parte aérea
'B-10'	----- mg por g por dia -----					
0-120	0,0126	0,0209	0,0163	0,0156	0,0199	0,0176
120-240	0,0061	0,0049	0,0055	0,0035	0,0047	0,0041
240-360	0,0116	0,0072	0,0096	0,0148	0,0116	0,0132
360-480	0,0050	0,0074	0,0061	0,0007	0,0038	0,0023
480-600	0,0041	0,0007	0,0027	0,0063	-0,0107	0,0009
'Golden Star'						
0-120	0,0095	0,0111	0,0101	0,0116	0,0133	0,0122
120-240	0,0018	0,0075	0,0046	0,0016	0,0052	0,0032
240-360	0,0149	0,0092	0,0121	0,0156	0,0133	0,0146
360-480	0,0097	0,0105	0,0100	0,0003	0,0036	0,0019
480-600	0,0048	0,0032	0,0041	0,0073	-0,0054	0,0029

Para a cultivar 'Golden Star' no regime não irrigado, apesar de ter ocorrido TALON negativo para todos os nutrientes nas folhas, com exceção do Cu, isto não se refletiu em TARN negativo entre 480-600 DAT, ocorrendo somente para K, B e Mn. Entretanto, comparativamente ao regime não irrigado, o regime irrigado apresenta menor TALON no caule para todos os nutrientes no referido período, o que poderia supor uma remobilização de todos os nutrientes para o caule, anterior à queda das folhas (Tabelas 30 e 31).

Apenas o Cu apresentou TALON negativo no caule para todos os regimes hídricos, no período de 0-120 DAT, o que deve ter ocorrido, provavelmente, pelos altos teores deste elemento nesse tecido, na primeira avaliação, devido ao pincelamento com pasta cúprica na região da enxertia e, ainda, pelas aplicações foliares de fungicidas cúpricos durante a fase da produção de mudas (Tabelas 28, 29, 30 e 31).

Tabela 30. Taxa de acumulação líquida organogênica (TALON) e taxa de absorção relativa (TARN) de nutrientes nos órgãos da caramboleira 'Golden Star', em formação, cultivada em regime irrigado, em condições de campo

Órgãos	Períodos	mg por g por dia -----										----- µg por g por dia -----						
		N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn						
		TALON																
	0-120	0,3008	0,0306	0,3170	0,1314	0,0237	0,0265	0,3294	-0,1119	0,5095	2,5828	1,3348						
	120-240	-0,0917	-0,0035	-0,1017	0,0350	0,0105	-0,0054	-0,0627	0,0424	1,8002	0,0158	0,1344						
	240-360	0,1219	0,0200	0,1021	0,0731	0,0422	0,0098	0,1859	0,0482	0,3004	2,5871	0,7183						
	360-480	0,0780	0,0080	0,0578	0,0640	0,0253	0,0077	0,0889	0,0060	0,2216	2,0251	0,2795						
	480-600	0,0280	0,0013	0,0023	0,0394	0,0112	0,0035	0,0065	0,0212	0,6204	0,6748	0,1890						
	0-120	0,2920	0,0282	0,3262	0,0113	0,0199	0,0184	0,2186	0,0972	0,5075	4,9303	0,1656						
	120-240	0,1505	0,0149	0,2835	0,0794	0,0395	0,0161	0,5061	0,0310	1,6005	4,6634	1,1086						
	240-360	0,2427	0,0110	0,1824	0,0596	0,0335	0,0234	0,1831	0,1043	1,1969	7,2314	0,4603						
	360-480	0,1853	0,0116	0,1209	0,0614	0,0347	0,0105	0,3019	0,0669	1,2608	10,6390	0,3506						
	480-600	0,0832	0,0048	0,0509	0,0332	0,0132	0,0094	0,1209	-0,0161	1,6079	1,5158	0,1058						
		TARN																
	0-120	0,2973	0,0297	0,3203	0,0854	0,0222	0,0233	0,2868	-0,0318	0,5084	3,4789	0,8868						
	120-240	0,0273	0,0055	0,0873	0,0563	0,0246	0,0051	0,2155	0,0364	1,6854	2,2835	0,6085						
	240-360	0,1764	0,0157	0,1382	0,0662	0,0379	0,0160	0,1830	0,0736	0,7112	4,7054	0,5927						
	360-480	0,1225	0,0095	0,0840	0,0629	0,0292	0,0089	0,1773	0,0313	0,6530	5,6005	0,3089						
	480-600	0,0500	0,0027	0,0217	0,0370	0,0120	0,0058	0,0522	0,0063	1,0140	1,0100	0,1556						

Tabela 31. Taxa de acumulação líquida organogênica (TALON) e taxa de absorção relativa (TARN) de nutrientes nos órgãos da caramboleira 'Golden Star', em formação, cultivada em regime não irrigado, em condições de campo

Órgãos	Períodos	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn	
Dias		mg por g por dia						µg por g por dia					
		TALON											
	0-120	0,3459	0,0360	0,3705	0,1521	0,0282	0,0288	0,3701	-0,1622	0,5725	3,0283	1,6578	
	120-240	-0,0747	0,0000	-0,0661	0,0054	0,0086	-0,0070	-0,0793	0,0230	0,9726	0,4118	0,0704	
	240-360	0,1187	0,0217	0,1156	0,0865	0,0428	0,0114	0,1481	0,0102	0,5415	2,2875	0,7525	
	360-480	0,0141	-0,0030	-0,0139	0,0139	0,0009	0,0018	0,0082	0,0037	0,1321	1,3640	0,1818	
	480-600	0,1019	0,0049	0,0123	0,0528	0,0209	0,0077	0,0244	0,0317	0,5636	1,7582	0,4024	
	0-120	0,3497	0,0326	0,3579	0,0175	0,0289	0,0246	0,1951	0,1150	0,6411	5,9508	0,2440	
	120-240	0,1257	0,0093	0,1738	0,0265	0,0188	0,0083	0,4123	0,0141	1,3420	2,2058	0,6806	
	240-360	0,3143	0,0160	0,2802	0,0751	0,0464	0,0248	0,4098	0,0704	0,7636	10,6188	1,1078	
	360-480	0,0777	0,0056	0,0092	0,0290	0,0141	0,0033	0,0628	-0,0159	0,6508	6,0309	0,2386	
	480-600	-0,0909	-0,0032	-0,1005	-0,0287	-0,0132	-0,0002	-0,1906	0,0068	-0,0402	-6,1781	-0,3513	
		TARN											
	0-120	0,3470	0,0347	0,3655	0,1020	0,0284	0,0272	0,3049	-0,0592	0,5975	4,1106	1,1318	
	120-240	0,0146	0,0041	0,0406	0,0147	0,0131	-0,0001	0,1392	0,0190	1,1329	1,2064	0,3409	
	240-360	0,2068	0,0191	0,1897	0,0812	0,0443	0,0175	0,2660	0,0374	0,6409	6,0454	0,9118	
	360-480	0,0444	0,0012	-0,0028	0,0210	0,0072	0,0025	0,0342	-0,0057	0,3795	3,5885	0,2083	
	480-600	0,0353	0,0021	-0,0247	0,0242	0,0090	0,0048	-0,0462	0,0223	0,3446	-0,8842	0,1416	

5. CONCLUSÕES

Houve influência do tempo de cultivo no crescimento e no acúmulo de nutrientes em hipobioto, mudas e plantas em formação de caramboleiras.

A ordem decrescente dos nutrientes exportados em cada hipobioto produzido foi de: N > K > Ca > Mg > S > P > Fe > Mn > B > Zn > Cu. O acúmulo médio maior nas folhas > caule = raízes. O período de maior exigência esteve compreendido entre 25 – 75 dias após o transplântio.

A ordem decrescente dos nutrientes exportados em cada muda de 'B-10', no final do período experimental, foi de: N > K > Ca > Mg > S > P > Fe > Mn > B > Cu > Zn. Para 'Golden Star', foi de: N > K > Ca > Mg > P > S > Fe > Mn > B > Cu > Zn. Para as duas cultivares o acúmulo médio, foi maior nas raízes > folhas > caule. O período de maior exigência para 'B-10' foi entre 208 – 233 e 258 - 283 dias após o transplântio e, para 'Golden Star', entre 233 – 283 dias após o transplântio.

Para as plantas em formação no regime irrigado, as cultivares avaliadas apresentaram menor Taxa de acumulação líquida organogênica no caule, no período de 480 a 600 dias após o transplântio, sugerindo que há translocação de nutrientes para o caule, anterior à queda das folhas.

6. IMPLICAÇÕES

A marcha de acúmulo dos nutrientes e a taxa de acúmulo médio seguiram o acúmulo da massa da matéria seca das plantas do hipobioto, das mudas e das plantas em formação no campo.

As diferentes taxas de acumulação líquida dos nutrientes, nas diferentes partes da caramboleira, nem sempre acompanharam a taxa de acumulação de fotoassimilados do respectivo órgão.

Para o hipobioto, a altura e o diâmetro do caule foram as variáveis não destrutivas que melhor explicaram o acúmulo da massa da matéria seca. Para as mudas de 'B-10' e 'Golden Star', a altura e a área foliar foram as variáveis que mais explicaram o acúmulo da massa da matéria seca das plantas de caramboleira. No experimento de campo, o diâmetro do caule a 0,40 m do solo evidenciou-se como a melhor variável para estimar o acúmulo, sem destruição da caramboleira, nos dois regimes hídricos, e para a 'B-10' e a 'Golden Star'.

A ordem decrescente dos nutrientes exportados em cada hipobioto produzido foi de (em mg por planta): N = 634; K = 368; Ca = 152; Mg = 106; S = 98; P = 88 (em µg por planta) de: Fe = 2963; Mn = 2165; B = 722; Zn = 780, e Cu = 96.

O acúmulo de elementos na planta inteira para as mudas de 'B-10' e 'Golden Star', no final do período experimental, indica para os macronutrientes (mg por planta) a quantidade de: 1423 e 1403, 163 e 178, 913 e 919, 447 e 439, 243 e 243 e 170 e 172, respectivamente, para N, P, K, Ca, Mg e S. Para os micronutrientes (µg por planta), a quantidade de: 1980 e 1846, 1653 e 1536, 12832 e 12592, 3488 e 3698, 1453 e 1359, respectivamente, para B, Cu, Fe, Mn e Zn.

O período experimental no qual a irrigação foi suspensa no experimento em campo, foi suficiente para que as plantas demonstrassem sintomas de déficit hídrico, promovendo queda das folhas e influência negativa quanto à acumulação de nutrientes na massa da matéria seca e no diâmetro do caule das cultivares, quando submetidas ao regime não irrigado.

A irrigação realizada entre a capacidade de campo e 30% da água disponível no solo não se mostrou restritiva ao desenvolvimento das plantas de caramboleira cultivadas.

7. REFERÊNCIAS

- AIYELAAGBE, I. O. O.; FAWSI, M. O. A.; BABALOLA, O. Growth, development and yield of pawpaw (*Carica papaya* L.) 'Homestead selection' in response to soil moisture stress. **Plant and Soil**, Dordrecht, v.93, p.427-435, 1986.
- ALMEIDA, F.T. de; BERNARDO, S.; SOUSA, E. F. D.; LÚCIO, S.; MARIN, D.; GRIPPA, S. Growth and yield of papaya under irrigation. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.60, p.419-424, 2003.
- ALVA, A. K.; PARAMASIVAM, S.; GRAHAM, W.D. Impact of nitrogen management practices on nutritional status and yield of Valencia orange trees and groundwater nitrate. **Journal of Environmental Quality**, Madison, v.27, n.4, p.904-10, 1998.
- ALVAREZ, R. C. F. **Absorção, distribuição e redistribuição de nitrogênio (¹⁵N) em cultivares de arroz de terras altas em função da aplicação de reguladores vegetais**. 2003. 87f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista - UNESP, Botucatu, 2003.
- AL-YAHYAI, R. **Soil water depletion, growth, physiology, and yield of carambola trees in krome soil**. 2004. 187f. Theses (Doctor) University of Florida, Gainesville, 2004.
- AL-YAHYAI, R.; DAVIES, F. S.; SCHAFFER, B.; CRANE, J. Effect of soil water depletion on growth, yield, and fruit quality of carambola in gravelly loam soil. **Proceedings of the Florida State Horticultural Society**, Gainesville, v.118, p.237-241, 2005.

ANDRADE, R. A. de; MARTINS, A. B. G. Aspectos morfológicos de folhas na diferenciação de variedades de carambola. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.29, p.386-388, 2007.

ANDRIOLI, I.; CENTURION, J.F. Levantamento detalhado dos solos da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 27. 1999, Brasília. **Anais...** Brasília: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1999. 1 CD-Rom. T025-3.

ARAUJO, P. S. R.; MINAMI, K. Seleção de caramboleiras pelas características biométricas e físico-químicas dos frutos. **Scientia Agrícola**, v.58, p.91-99, 2001.

AUGOSTINHO, L. M. D.; PRADO, R. de M.; ROZANE, D. E.; FREITAS, N. Marcha de absorção de macro e micronutrientes em mudas de goiabeira 'Pedro Sato'. **Bragantia**, Campinas, v.67, n. 3, p.563-568, 2008.

AWADA, M., WU, I. P., SUEHISA, R. H., PADGETT, M. M. **Effects of drip irrigation and fertilization on vegetative growth, fruit yield, and mineral composition of the petioles and fruits of papaya**. Honolulu: Hawaii Agricultural Experiment Station, University of Hawaii, 1979. 20 p. (Boletim Técnico, 103).

BARBER, S. A. The role of root interception, mass-flow and diffusion in regulating the uptake of ions from soils. In: INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY (IAEA), **Limiting steps in ion uptake by plants from soil**. Vienna, 1966. p.39-45. (Technical Report Series, 65)

BARBOSA, Z.; SOARES, I.; CRISÓTOMO, L. A. Crescimento de nutrientes por mudas de gravioleira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.25, n.3, p.519-522, 2003.

BASTOS, D. C. A cultura da carambola. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.26, n. 2, prefácio, 2004.

BATAGLIA, O. C.; FURLANI, A. M. C.; TEIXEIRA, J. P. F.; FURLANI, P. R.; GALLO, J. R. **Métodos de análise química de plantas**. Campinas: Instituto Agronômico Campinas, 1983. 48p. (Boletim Técnico, 78).

BERNARDO, S. **Manual de irrigação**. 6. ed. – Viçosa: UFV/ Imprensa Universitária, 2002. 656p.

BLAKE, G. R.; HARTGE, K. H. Particle density. In: KLUTE, A. **Methods of soil analysis: physical and mineralogical methods**. Madison: American Society of Agronomy, 1986. p.377-382.

BOOKERI, M. Effect of irrigation on carambola (*Averrhoa carambola*) production in drought prone areas. In: **INTERNATIONAL CONFERENCE TROPICAL FRUITS**, Kuala Lumpur, Malaysia. 1996. p.317-320.

BOYER, J. S. Leaf enlargement and metabolic rates in corn, soybean and sunflower at various leaf water potentials. **Plant Physiology**, Maryland, v.46, n.2, p.233-235, 1970.

BRAGA SOBRINHO, R.; CARDOS, J. E.; FREIRE, F. C. O. **Pragas de fruteiras tropicais de importância agroindustrial**. Brasília, EMBRAPA-SPI, 209p. 1998.

BROWN, R. H. Growth of the green plant. In: TESAR, M. B. (Ed.) **Physiological basis of crop growth and development**. Madison: American Society of Agronomy. 1984. cap. 6, 153-174.

BULL, L. T. Nutrição mineral do milho. In: BULL, L. T.; CANTARELLA, H. (Ed.). **Cultura do milho: fatores que afetam a produtividade**. Piracicaba: POTAFÓS, 1993, p.63-145.

BURT, C.; O'CONNOR, K.; RUEHR, T. **Fertirrigação**. São Luis. Obispo: Irrigation Training Research Center. Califórnia University, 1995. 320p.

CAIRO, P. A. R. **Aspectos biofísicos e metabólicos de plantas jovens de espécies florestais associados à disponibilidade de água no solo**. 1992. 123f. Lavras: Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura de Lavras, 1992.

CAMPBELL, C. W. Carambola production in the United States. In: **INTERAMERICAN SOCIETY FOR TROPICAL HORTICULTURE**, 33. 1989. p.47-54.

CAMPBELL, C. W.; KNIGHT J. R.; OLSZACK, R. Carambola production in Florida. In: **INTERAMERICAN SOCIETY FOR TROPICAL HORTICULTURE**, 98. 1985, p.145–149.

CAMPBELL, C. W.; MALO, S. E. **The carambola**. Florida: Florida Cooperative Extension Service/Institute of Food and Agricultural Science, University of Florida, 1981. 25p.

CAMPBELL, C. W.; MARTE, R. J. **Pre-production, production and postharvest handling of carambola**. Bridgetown, Barbados: International Institute for Cooperation on agriculture, 1990. 20p.

CARDOSO, H. E. A., MANTOVANI, E. C., COSTA, L. C. As águas da agricultura. **Agroanalysis**. Rio de Janeiro, v.19, n.3, p.27-28, 1998.

CEASA DE CAMPINAS. **Cotações**. Disponível em: <http://www.ceasacampinas.com.br/cotacoes/2007_horti/cotacao120107.pdf>. Acesso em 15 de agosto de 2008.

CECCHINI, A. L. **Purificação e caracterização bioquímica parcial da neurotoxina da fruta *Averrhoa carambola* L.** 2000. 118f. Ribeirão Preto: Dissertação (Mestrado) Universidade de São Paulo.

CEPEA – Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada. Disponível em: <<http://www.cepea.esalq.usp.br/>>. Acesso em 05 de junho de 2008.

CHATTOPADHYAY, P. K.; GHOSH, A. Changes in mineral composition of inflorescence and developing carambola fruit. **Agricultural Science Digest**. Karnal, v.14, p.159-161,1994.

CHAVES, M. M. Effects of water deficits on carbon assimilation. **Journal Experimental of Botany**. London, v.42, n.234, p.1-16, 1991.

CHU, E. Y.; MÖLLER, M. R. F.; CARVALHO, J. G. Efeitos da inoculação micorrízica em mudas de gravioleira em solo fumigado e não fumigado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.36, n.4, p.671-680, 2001.

CORONEL, R. E. **Promising fruits of the Philippines**. Laguna, College of Agriculture, University Philippines at Los Banôs. 1983. 508p.

CRANE, J. H. **Carambola growing in the Florida home landscape**. Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences. 2007. 25p. (Series of the Horticultural Sciences, HS12).

CRANE, J. H. Commercialization of carambola, atemoya, and other tropical fruit in South Florida. In: JANICK, J.; SIMON, J. E. (ed.), **New crops**, New York:Wiley. 1993. p.448-460.

CRANE, J. H. **The carambola (Star fruit)**. Gainesville, Florida Cooperative Extension Service/Institute of Food and Agricultural Science, University of Florida. 1994. 8p.

CRANE, J. H., KNIGHT, J. R.; RODRIGUEZ, O.; CRANE, L.C. Cultivar tree growth and content a good quality index? **HortScience**, Alexandria, v.9, p.136-137, 1998.

DALRI, A. B.; CRUZ, V. F.; VIANA, T. V. de A.; ANDRADE Jr, A. S. de; HOLANDA, R. S. F.de; ALCANTARA, R. M. C. M. de. Efeito da freqüência de irrigação subsuperficial por gotejamento no desenvolvimento de cana-de-açúcar. **Irriga**, Botucatu, v.7, n.1, p.29-34, 2002

DANIELSON, R. E.; SUTHERLAND, P. L. Porosity. In: KLUTE, A. **Methods of soil analysis**. Madison: American Society of Agronomy. 1986. Part 1, p.443-461.

DEGNER, R. L.; MOSS, S. D.; CRANE, J. H. **Market development strategies for the Florida Tropical Fruit Industry**. 1997, 154p.

DONADIO, L. C. Carambola growing in Brazil. In: **INTERAMERICAN SOCIETY FOR TROPICAL HORTICULTURE**, 33, p.26-9, 1989.

DONADIO, L. C.; SILVA, J. A. A.; ARAÚJO, P. S. R.; PRADO, R. M. **Caramboleira (Averrhoa carambola L.)**. Jaboticabal: Sociedade Brasileira de Fruticultura. 2001. 81p.

ELOI, W. M.; SOUZA, V. F.de; VIANA, T. V. de A.; ANDRADE Jr, A. S. de; HOLANDA, R. S. F.de; ALCANTARA, R. M. C. M. de. Distribuição espacial do sistema radicular da

gravioleira em função de diferentes doses de nitrogênio e potássio aplicados via fertirrigação. **Irriga**, Botucatu, v.9, n.3, p.256-269, 2004.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados. **Relatório Técnico Anual, 5**. Planaltina-DF. 190p.1981.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Rio de Janeiro, 1999. 412 p. (Documentos, 15).

ENGELS, C.; MARSCHNER, H. Plant uptake and utilization of nitrogen. In: BACON, P. E. (Ed.). **Nitrogen fertilization in the environment**. New York: M. Dekker, 1995. p.41-81.

EPSTEIN, E.; BLOOM, A. J. **Nutrição mineral de plantas, princípios e perspectivas**. NUNES, M. E. T. (Trad.) Londrina. 2006. 86p.

ESTAT: **sistema para análises estatísticas (v.2.0)**. Polo computacional, departamento de ciências exatas. Jaboticabal. Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho” - UNESP, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – FCAV, Câmpus Jaboticabal, 1992.

FAO - Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação. **FAOSTAT** Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/567/default.aspx>>. Acesso em 06 de junho de 2008.

FAO. - Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação. **Under-Utilized tropical fruits of Thailand**, Roma, 2001.77p.

FARIA, R. T. de; SIQUEIRA, R. Produtividade do cafeeiro e cultivos intercalares sob diferentes regimes hídricos. **Bragantia**, Campinas, v.64, n.4, p.583-590, 2005.

FAVORETTO, P. **Parâmetros de crescimento e marcha de absorção de nutrientes na produção de minitubérculos de batata cv. Atlantic**. 2005. 98f. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

FAYAD, J. A.; FONTES, P. C. R.; CARDOSO, A. A.; FINGER, F. L.; FERREIRA, F. A. Absorção de nutrientes pelo tomateiro cultivado sob condições de campo e de ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**. v.20, n.1, p.90-94, 2002.

FERGUNSON, J. J.; CRANE, J. H. **The carambola (Star fruit)**. Florida Cooperative Extension Service/Institute of Food and Agricultural Science, 1995. 80 p.

FERNANDES, M. S. Perspectivas de mercado da fruta brasileira. In: CARVALHO, A. J. C. de; VASCONCELLOS, M. A. da S; MARINHO, C. S; CAMPOSTRINI, E. Frutas do Brasil: Saúde para o mundo. **Anais... XIX CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA**, Cabo Frio-RJ, p.4-12, 2006.

FLETCHER, R. **Australian new crops**: Listing of useful plants of the world (Previously known as listing of potential new crops for Australia), 2001. Disponível em: <<http://www.newcrops.uq.edu.au/listing/listingindex.htm#Intro>>. Acesso em: 17 de setembro de 2008.

FORATTO, L. C. **Distribuição de fósforo no bulbo molhado, aplicado via fertirrigação por gotejamento com ácido fosfórico, em diferentes frequências de aplicação**. 2006. 72f. Monografia (Trabalho de graduação em Agronomia). Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho” - UNESP, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – FCAV, Câmpus Jaboticabal, 2006.

FRANCO, C. F.; PRADO, R. de M.; BRAGHIROLI, L. F.; ROZANE, D. E. Curva de crescimento e marcha de absorção de macronutrientes em mudas de goiabeira. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v.31, n.6, p.1429-1437, 2007.

FRANCO, C. F.; PRADO, R. de M.; BRAGHIROLI, L. F.; ROZANE, D. E. Marcha de absorção dos micronutrientes para mudas de goiabeiras cultivares Paluma e Século XXI. **Bragantia**. Campinas, v.67, n.1, p.83-90, 2008.

FREITAS, N. **Curva de crescimento e marcha de absorção de nutrientes em mudas de caramboleira ‘Nota-10’**. 2008. 81f. Monografia (Trabalho de graduação em Agronomia). Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho” - UNESP, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – FCAV, Câmpus Jaboticabal, 2008.

FURLANI, P. R.; SILVEIRA, L. C. P.; BOLONHEZI, D.; FAQUIN, V. **Cultivo hidropônico de plantas**. Campinas: Instituto Agronômico de Campinas. 1999. 52 p. (Boletim Técnico, 180).

GABRIELSEN, E. K. Effects of different chlorophyll concentrations of photosynthesis in foliage leaves. **Physiology**, Copenhagen, v.1, n.1, p.5-37, 1948.

GALÁN SAÚCO, V.; MENINI, U. G.; TIDALL, H. D. **Carambola cultivation**. Roma: FAO, 1993. 74p.

GARDNER, F. P.; PEARCE, R. B.; MITCHELL, R. L. **Physiology of crop plants**. Ames: Iowa State University. 1985. 327p.

GARDNER, W. H. Water content. In: KLUTE, A. **Methods of soil analysis**: part 1 – Physical and mineralogical methods. Madison: American Society of Agronomy, 1986. p.493-541.

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

GERLOFF, G. C.; GABELMAN, W. H. Genetic basis of inorganic plant nutrition. In: LAÜCHLI, A.; BIELESKI, R.L. (Ed.). **Inorganic plant nutrition**. Encyclopedia of plant physiology. Berlin: Springer-Verlag. 1983. v.15B, p.453-486.

GREEN, J. G. Carambola production in Malaysia and Taiwan. **Proceedings Florida State Horticultural Society**, Gainesville, v.100, n. 1, p.275-278, 1987.

GUERRA, A. F.; ROCHA, O. C.; RODRIGUES, G. C. Manejo da irrigação do cafeeiro, com estresse hídrico controlado, para uniformização da florada. In: ZAMBOLIM, L. (Org.) **Boas práticas agrícolas na produção de café**. Viçosa: UFV-DFP, 2006, p.83-115.

HAAG, P. H.; OLIVEIRA, G. D.; BARBOSA, V.; SILVA NETO, J. M. de. Marcha de absorção de nutrientes pelo tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill) destinado ao

processamento industrial. In: HAAG, H.P.; MINAMI, K. **Nutrição mineral de hortaliças**. Campinas: Fundação Cargill, 1981. p.447-474.

HANWAY, J. J. Corn growth and composition in relation to soil fertility: I. Growth of different plant parts and relation between leaf weight and grain yield. **Agronomy Journal**, Madison, v.54, n.2, p.145-148, 1962.

HAY, R. E.; EATLEY, E. B.; DETURK, E. E. Concentration and translocation of nitrogen compounds in the corn plant (*Zea mays*, L.) during grain development. **Plant Physiology**, Rockville, v.28, n.4, p.606-621, 1953.

HAYNES, R. J. Competitive aspects of the grass-legume association. **Advances in Agronomy**, San Diego, v.33, p.227-261, 1980.

HOFFMAM, R.; VIEIRA, S. **Análise de regressão**, São Paulo, Ed. Huitec-Edusp, 1977. 339p.

HSIAO, T. C. Plant responses to water stress. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, Palo Alto, v.4, p.519-570, 1973.

HUSBERTI, J. A. F. **Avaliação de germoplasma de milho (*Zea mays*, L.) em relação a densidade de plantio e níveis de fertilizantes**. 1972. 152f. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1972.

IBRAF – Instituto Brasileiro de Frutas. **Releases**. Disponível em: <<http://www.ibraf.org.br>>. Acesso em 04 de junho de 2008.

JUNQUEIRA, A. M. R.; OLIVEIRA, C. A. S.; VALADÃO, L. T. Fabricação “caseira” de tensiômetros de boa performance e baixo custo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 27., 1998, Poços de Caldas. **Anais...** Lavras: Universidade Federal de Lavras/SBEA, v.1, 1998. p.253-255.

KLUTE, A. Water retention: laboratory methods. In: KLUTE, A. **Methods of soil analysis**. Madison: American Society of Agronomy, 1986, p.635-662.

KNIGHT, J. R. Response of carambola seedling populations to Dade County's oolitic limestone soil. **Proceedings Florida State Horticultural Society**, Tallahassee, v.95, p.121-122, 1982.

KNIGHT, J. R.; CRANE, J.H. The 'Arkin' carambola in Florida. **Proceedings Florida State Horticultural Society**, Gainesville, v.115, n.1, p.93-93, 2002.

KOHOUT, M. P.; CRANE, J. H. The influence of within tree position on 'Arkin' carambola (*Averrhoa carambola*) fruit quality and number. **Proceedings of the Florida State Horticultural Society**, Gainesville, v.117, n.1, p.220-223, 2004.

LANDON, J. R. **Booker tropical soil manual**: A handbook for soil survey and agricultural land evaluation in the tropics and subtropics. London: 1984, 450p.

LEAL, R.M.; NATALE, W.; PRADO, R. de M.; ZACCARO, R. P. Adubação nitrogenada na implantação e na formação de pomares de caramboleira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.42, n.8, p.1111-1119, 2007.

LENNOX, A.; RAGOONATH, J. **Carambola and bilimbi**. Fruits, Paris, v.45, n.5, p.497-508, 1990.

LIMA FILHO, O. F. **Distúrbios nutricionais, marcha de absorção de nutrientes, análise do crescimento e teor de esteviosídeo em estévia (*Stevia rebaudiana* (Bert.) Bertoni)**. 1995. 212f. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1995.

LIMA FILHO, O. F.; MALAVOLTA, E.; SENA, J. O. A.; CARNEIRO, J. W. P. Absorção e acumulação de nutrientes em estévia (*Stevia rebaudiana* (Bert.) Bertoni): II. Micronutrientes. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.54, n.1-2, p.23-30, 1997b.

LIMA FILHO, O. F.; MALAVOLTA, E.; SENA, J. O. A.; CARNEIRO, J. W. P. Absorção e acumulação de nutrientes em estévia (*Stevia rebaudiana* (Bert.) Bertoni): I. Macronutrientes. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.54, n.1-2, p.14-22, 1997a.

LOBO, F. de A.; CAMPELO JÚNIOR, J. H.; ORTÍZ, C. E. R.; LUCENA, I. C. de; VOURLITIS, G. L. Leaf and fruiting phenology and gas exchange of Mangabeira in

response to irrigation. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, Pelotas, v.20, n.1, p.1-10, 2008.

LOPES, A. S.; PAVANI, L. C.; CORÁ, J. E.; ZANINI, J. R.; MIRANDA, H. A. Manejo da irrigação (tensiometria e balanço hídrico climatológico) para a cultura do feijoeiro em sistemas de cultivo direto e convencional. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.24, n.1, p.89-100, 2004.

LUCCHESI, A. A. Fatores da produção vegetal. In: CASTRO, P. C. R.; FERREIRA, S. O.; YAMADA, T. (Ed.) **Ecofisiologia da produção agrícola**, Piracicaba, POTAFÓS, 1987. p.1-2.

MACHADO, C. C.; PRATA NETO, I.; COELHO, R. D. Consumo de soluções de fertilizantes em plantas adultas de lima ácida 'Tahiti' sobre limão 'Cravo' nas condições de irrigação localizada. **Irriga**, Botucatu, v.9, n.3, p.235-247, 2004.

MACLEOD, G.; AMES, J. M. Volatile components of star fruit. **Phytochemistry**, Oxford, v.29, n.1, p.165-172. 1990.

MAGALHÃES, A. C.; ANGELOCCI, L. R. Sudden alteration in water balance associated with flower bud opening in coffee plants. **Journal of Horticultural Science**, Littlehampton, v.51, n.3, p.419-423, 1976.

MAGALHÃES, J. R. **Nutrição e adubação da batata**. São Paulo: Nobel, 1985. 51p.

MAHATTANATAWEE, K.; GOODNER, K. L.; BALDWIN, E. A. Volatile constituents and character impact compounds of selected Florida's tropical fruit. **Proceedings of Florida State Horticultural Society**, Gainesville, v.118, n.2, p.414-418, 2006.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. Piracicaba: Ceres, 2006. 631p.

MALAVOLTA, E.; LEÃO, H. C.; OLIVEIRA, S. C.; LAVRES JÚNIOR, J.; MORAES, J. F.; CABRAL, C. P.; MALAVOLTA, M. Repartição de nutrientes nas flores, folhas e ramos da laranjeira cultivar natal. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.28, n.3, p.506-511, 2006.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas**: princípios e aplicações. Piracicaba: POTAFÓS, 1997. 319p.

MANIPON, S. T. Balimbing (*Averhoa carambola* Linn., Oxalidaceae). In: **Cultural Directions for Philippine agricultural crops**, Manila, v.1, 1972. p.43-46. (Series Fruits)

MANTOVANI, E. C.; ZINATO, C. E.; SIMÃO, F. R. Manejo da irrigação e fertirrigação na cultura da goiabeira. In: ROZANE, D. E.; COUTO, F. A. D. (Ed.) **Cultura da goiabeira**: tecnologia e mercado, Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2003. p.243-302.

MARINHO, A. B. **Respostas dos mamoeiros cultivar golden e do híbrido UENF/CALIMAN01 sob diferentes lâminas de irrigação e doses de potássio**. 2007. 112f. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias. Campos dos Goytacazes, 2007.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2. ed. San Diego: Academic Press, 1995. 889p.

MARTIN, L. C.; CARAMORI, J. S. T.; BARRETTI, P.; SOARES, V. A. Solução intratável desencadeado por ingestão de carambola (*Averrhoa carambola* L.) em portadores de insuficiência renal crônica. **Jornal Brasileiro de Nefrologia**, v.15, n.1, p.92-94, 1993.

MARTINEZ, H. E. P.; SILVA FILHO, J. B. **Introdução ao cultivo hidropônico de plantas**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1997. 52p.

MATTOS JÚNIOR., D.; QUAGGIO, J. A.; CANTARELLA, H.; ALVA, A. K. Nutrient content of biomass components of hamlin sweet orange tress. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.60, n.1, p.155-160, 2003.

MAZAK, L. M. ; R. L. DEGNER. Market Development Strategies for Selected Tropical Fruits. **Proceedings Florida State Horticultural Society**, Gainesville, v.107, n.2, p.319-322. 1994.

MELO, A. S.; GOIS, M. P. P.; BRITO, M. E. B.; VIÉGAS, P. R. A.; ARAÚJO, F. P.; MÉLO, D. L. M. F.; MENDONÇA, M. C. Desenvolvimento de porta-enxertos de

umbuzeiro em resposta à adubação com nitrogênio e fósforo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.35, n.2, p.324-331, 2005.

MILLER, A. J.; CRAMER, M. D. Root nitrogen acquisition and assimilation. **Plant and Soil**, Netherlands, v.274, n.1, p.1-36. 2004.

MILLER-IHLI, N. J. Atomic absorption and atomic emission spectrometry for the determination of the trace element content of selected fruits consumed in the United States. **Journal of Food Composition and Analysis**, Orlando, v.9, n.2, p.301-311, 1996.

MIRANDA, N. O.; OLIVEIRA, T. S.; MEDEIROS, J. F.; LEVIEN, S. L. A. Causas de variação em produtividade e qualidade do melão em um Latossolo Vermelho-amarelo fertirrigado. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.36, n. 2, p.487-493, 2006.

MONTEITH, J. L. The photosynthesis and transpiration of crop. **Experimental Agriculture**, Cambridge, v.2, n.1, p.1-14, 1966

MORTON, J. **Carambola**. In: MORTON, J.F. Fruits of warm climates. Miami:Flórida, 1987. p.125–128.

MOYSÉS NETO, M.; CAROLINO, R.O.G.; CAIRASCO, N.G. **Aspectos da intoxicação por carambola (*Averrhoa carambola* L.) em pacientes com insuficiência renal crônica**. 2005. Disponível em:

<http://www.todafruta.com.br/todafruta/mostra_conteudo.sp?conteudo=8327>. Acesso em: 14 de outubro de 2008.

MOYSÉS NETO, M.; COSTA, J. A. C.; GARCIA–CAIRASCO, N.; NETTO, J. C.; NAKAGAWA, B.; DANTAS, M. Intoxication by star fruit (*Averrhoa carambola*) in 32 uraemic patients: treatment and outcome. **Nephrology Dialysis Transplantation**, v.18, n.1, p. 120-125, 2003.

MURAYAMA, S. J. **Fruticultura**. 2. ed. Campinas: Instituto Agronômico, 1973. 386p.

NAKASONE, H. Y. ; PAULL, R. E. **Tropical Fruits**. Crop Production Science in Horticulture. New York: Cab International, 1998. 445p.

NARAIN, N.; BORA, P.S.; HOLSCHUH, H.J.; VASCONCELOS, M.A.S.; SANTOS, C.M.G. Caracterização física dos frutos da caramboleira oriundas do trópico semi-árido da Paraíba. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 9, 1988, Campinas. **Anais...** Campinas: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 1988. p.205-208.

NATALE, W.; COUTINHO, E. L. M. Avaliação da eficiência agrônômica de frações granulométricas de um calcário dolomítico. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.18, n.1, p.55-62, 1994.

NATALE, W.; PRADO, R. de M.; ROZANE, D. E.; ROMUALDO, L. M.; SOUZA, H. A.; HERNANDES, A. Resposta da caramboleira à calagem. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.30, n.4, p.1136-1145, 2008.

NGAH, W. B. A.; AHMAD, I.; HASSAN, A. Carambola production, processing and marketing in Malaysia. **Proceedings Florida State Horticultural Society**, Tallahassee, v.33, n.1, p.30-43, 1989.

NI, B.; PALLARDY, S. G. Stomatal and nonstomatal limitations to net photosynthesis in seedlings of wood angiosperms. **Plant Physiology**, Maryland, v.99, n.1, p.1502-1508, 1992.

NOVAIS, R. F.; SMYTH T. J. **Fósforo em solo e planta em condições tropicais**. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa:DPS, 1999. 399p.

NÚÑEZ-ELISA, R.; CRANE, J. H. Selective pruning and crop removal increase early-season fruit production of carambola (*Averrhoa carambola*). **Science Horticulturae**. v.86, n.1, p.115-126, 2000.

OCHSE, J. J.; SOULE JÚNIOR, M. J.; DIJKMAN, M. J.; WEHLBURG, C. **Tropical and subtropical agriculture**. 2. ed. New York: The Macmillan Company, 1966, p.684-686 1446p.

OLIVEIRA, E. L.; PARRA, M. S.; COSTA, A. Resposta da cultura do milho, em um Latossolo Vermelho álico, à calagem. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.21, n.1, p.65-70, 1997.

OLIVEIRA, F. C.; COELHO, E. F.; VASCONCELOS, L. F. L.; ARAÚJO, E. C. E. Produção de manga sob diferentes regimes de irrigação, em condições subúmidas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.6, n.3, p.390-396, 2002.

OLIVEIRA, M. N. S. **Comportamento fisiológico de plantas jovens de acerola, carambola, pitanga, cupuaçu, graviola, pupunha e biribá, em função da baixa disponibilidade de água no solo**. 1996. 67f. Lavras: Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura de Lavras, 1996.

OLIVEIRA, M. N.; MAIA, G. A.; GUEDES, Z. B. L.; GUIMARÃES, A. C. L.; FIGUEIREDO, R. W. de. Características químicas e físico-químicas da carambola (*Averrhoa carambola* L). **Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v.20, n.2, p.129-133, 1989.

OLIVEIRA, M. T. R. **Secagem, armazenamento e qualidade fisiológica de sementes de carambola (*Averrhoa carambola* L.)**. 2007. 93f. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Campos dos Goytacazes, 2007.

OLSON, R. A.; KURTZ, L. T. Crop nitrogen requirements, utilization, and fertilization. In: STEVENSON, F. J. (Ed.) **Nitrogen in agricultural soils**. Madison: ASA/CSSA/ Soil Science Society of American, 1982. p.567-604.

PAIVA, R.; OLIVEIRA, L. M. **Fisiologia e produção vegetal**. Lavras: Editora UFLA, Universidade Federal de Lavras, 2006. 104p.

PASSIOURA, J. B. Roots signals control leaf expansion in wheat seedlings growing in drying soil. **Australian Journal of Plant Physiology**, Victoria, v.15, p.687-963, 1988.

PAZ, V. P. S.; TEODORO, R. E. F.; MENDONÇA, F. C. Recursos Hídricos, Agricultura Irrigada e Meio Ambiente. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.4, n.3, p.465-473. 2000.

PIZA JÚNIOR, C. T. **A poda da goiabeira de mesa**. Campinas: Coordenadoria de Assistência Técnica Integral, 1994, 30p. (Boletim Técnico, 222).

POPENOE, W. **Manual of tropical and subtropical fruits**. New York: The Macmillan, 1924. p.429-431: (Miscellaneous fruits: the carambola).

PRADO, R. de M. ; NATALE, W. Leaf sampling in carambola trees. **Fruits**, Paris, v.59, n.4, p.281-289, 2004.

PRADO, R. de M. **Efeito da calagem no desenvolvimento, no estado nutricional e na produção de frutos da goiabeira e da caramboleira**. 2003. 68f. Jaboticabal. Tese (Doutorado) Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho” - UNESP, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – FCAV, Câmpus Jaboticabal, 2003.

PRADO, R. de M.; NATALE, W; ROZANE, D.E. Soil-liming effects on the development and nutritional status of the carambola tree and its fruit-yielding capacity. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, Philadelphia, v.38, n.2, p.493-511, 2007.

QUAGGIO, J. A. **Acidez e Calagem em solos tropicais**. Campinas, Instituto Agronômico de Campinas, 2000. 111p.

QUAGGIO, J. A.; DECHEN, A. R.; RAIJ, B. van. Efeitos da aplicação de calcário e gesso sobre a produção de amendoim e lixiviação de bases no solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.6, n.1, p.189-194, 1982.

QUAGGIO, J. A.; MATTOS JÚNIOR, D.; SOUZA, T. R.; BOARETTO, R.M. Equilíbrio químico na solução do solo em sistemas de adubação sólida e fertirrigação na citricultura. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 31., 2007, Gramado-RS, **Anais...** CD-ROM, 2007.

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

RAIJ, B. van; ANDRADE, J. C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. (Ed.) **Análise química para a avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas: Instituto Agronômico, 2001. 285p.

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

RAIJ, B. van; QUAGGIO, J. A.; GUIMARÃES, P. T. C. Adubação do café irrigado: Reflexões. In: ZAMBOLIM, L. **Efeitos da irrigação sobre a qualidade e produtividade do café**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2004. cap. 4, p.109-148.

REICHARDT, K. **A água na produção agrícola**. São Paulo, McGraw-Hill do Brasil, 1978. 119p.

REISENAUER, H. M. Absorption and utilization of ammonium nitrogen by plants. In: NIELSEN, D.R.; McDONALD, J.G. **Nitrogen in the environment**. London, Academic Press, 1978. v.2, p.157-170.

RICHARDS, L. A. Pressure-membrane apparatus, construction and use. **Agronomy Engineering**, Madison, n.28, p.451-454, 1947.

ROZANE, D. E.; OLIVEIRA, D. A. de; LIRIO, V.S. Importância Econômica da Cultura da goiabeira. In: ROZANE, D. E.; COUTO, F. A. D`A. **Cultura da goiabeira: tecnologia e mercado**, Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2003. p.01-20.

ROZANE, D. E.; PRADO, R. de M.; FRANCO, C. F.; NATALE, W. Eficiência de absorção, transporte e utilização de macronutrientes por porta-enxertos de caramboleira, cultivados em soluções nutritivas. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras,v.31, n.4, p.1020-1026, 2007.

SAAD, A. M.; LIBARDI, P. L. **Uso prático do tensiômetro pelo agricultor irrigante**. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, 27p. 1992. (IPT, Comunicação Técnica).

SALISBURY, F. B.; ROSS, C. W. **Plant physiology**. 3 ed. Wadsworth:Belmont, California, 1985. 540p.

SAS. **Statistical Analysis System Institute**. SAS/STAT: Procedure guide for personal computers. Version 5. Cary, 1999.

SAYRE, J. D. Mineral accumulation in corn. **Plant Physiology**, Rockville, v.23, n.3, p.267-281, 1948.

SEKIYA, R. F. M.; CUNHA, R. J. P. Influência do método de extração e do

armazenamento na germinação de sementes da caramboleira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.21, n.1, p.57-59,1999.

SILVA, H.; SILVA, A. Q.; CAVALCANTI, A. T.; MALAVOLTA, E. Composição mineral das folhas de algumas fruteiras do Nordeste. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 7., 1984, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: EMPASC/SBF, 1984. v.1, p.320-325.

SILVA, J. G. F. da; FERREIRA, P. A.; COSTA, L. C.; MELENDES, R. R. V.; CECOM, P. R. Efeitos de diferentes lâminas e freqüências de irrigação sobre a produtividade do mamoeiro (*Carica papaya* L.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.23, n. 3, p.597-601, 2001.

SILVA, M. A. G. **Efeitos do nitrogênio em potássio na produção e nutrição do pimentão em ambiente protegido**. 1998. 86f. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1998.

SILVEIRA, P. M.; STONE, L. F. **Manejo da irrigação do feijoeiro**: uso do tensiômetro e avaliação do desempenho do pivô central. Goiânia: EMBRAPA. 1994. 46p. (Circular Técnica, 27).

SILVEIRA, R. L. V. A.; LUCA, E. F.; SILVEIRA, L. V. A.; LUZ, H. F. Massa da matéria seca, concentração e acúmulo de nutrientes em mudas de *Eucalyptus grandis* em função da idade. **Scientia Forestalis**, n.64, p.136-149, 2003.

SIMÃO, A. H.; MANTOVANI, E. C.; SIMÃO, F. R. Irrigação e fertirrigação na cultura da mangueira. In: ROZANE, D. E.; DAREZZO, R. J.; AGUIAR, R. L.; AGUILERA, G. H. A.; ZAMBOLIM, L. (Ed.) **Manga**: produção integrada, industrialização e comercialização. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2004. p.233-302.

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

SIMONNE, A.; BOBROFF, L. B.; COOPER, A. POIRIER, S.; MURPHY, M.; OSWALD, M.J.; PROCISE, C. **South Florida Tropical's**: carambola, source: USDA NDB Number 09060, 2007.

SIQUEIRA, O. J. F.; SHERER, E. E.; TASSINARI, G.; ANGHINONI, I.; PATELLA, J. F.; TEDESCO, M. J.; MILAN, P. A.; ERNANI, P. R. **Recomendações de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. Passo Fundo: EMBRAPA/CNPT, 1987. 100p.

SMIT, J. Root growth and water use efficiency of douglas-fir (*Pseutsuga menziestri* (Mirb.) Franco) and lodgepole pine (*Pinus contorta* Dougl.) seedlings. **Tree Physiology**, Victoria, v.11, n.4, p.401-410, 1992.

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.

SPADOTTO, C. A.; RIBEIRO, W. C. **Gestão de resíduos na agricultura e agroindústria**. Botucatu: Fundação de Estudos e Pesquisas Agrícolas e Florestais, 2006. 319 p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3 ed. Porto Alegre:Artmed, 2004. 719 p.

TEIXEIRA, G. H. de A.; DURIGAN, J. F. Controle do amadurecimento de carambolas com 1-MCP. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.28, n. 3, p.339-342, 2006.

TESCARO, M. D. Eficiência do método da saturação de bases para a correção da acidez de um solo Álico. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 23, 1998. Caxambu. **Resumos**, p.103.

THREADGILL, E. D. Chemigation via sprinkler irrigation: curreents status and future development. **Applied Engineering in Agriculture**,v.1, n.1, p.16-23, 1985.

TISDALE, S. L.; NELSON, W. L.; BEATON, J. D. **Soil fertility and fertilizers**. 4. ed. New York: Macmilan, 1985. 745p.

TSE, K. C., YIP, P. S., LAM, M. F., CHOY, B. Y., LI, F. K., LUI, S. L., LO, W. K., CHAN, T. M., LAI, K. N. Star fruit intoxication in uraemic patients: case series and review of literature. **Internal Medicine Journal**, v.33, Issue 7, p.314-316, 2003.

TUNER, N.C. Crop water deficits: a decad of progress. **Advances in Agronomy**, New York, v.39, n.1, p.1-51, 1986.

USDA – United States Department of Agriculture - Classification for Kingdom Plantae Down to Species *Averrhoa carambola* L. Natural Resources Conservation Service – **PLANTS Database, 2006**. Disponível em: < <http://plants.usda.gov/index.html>>. Acesso em 10 de agosto de 2007.

VASCONCELLOS, C. A.; BARBOSA, J. V. A.; SANTOS, H. L.; FRANÇA, G. E. Acumulação de massa seca e de nutrientes por dois híbridos de milho com e sem irrigação suplementar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.18, n.8, p.887-901, 1983.

WEIRICH NETO, P. H.; CAIRES, E. F.; JUSTINO, A.; DIAS, J. Correção da acidez do solo em função de modos de incorporação de calcário. **Ciência Rural**, v.30, n.2, p.257-261, 2000.

WELBANK, P. J. The effects of competition with *Agropyron repens* and of nitrogen and water supply on the nitrogen content of *Impatiens parviflora*. **Annals of Botany**, v.26, n.103, p.361-373, 1962.

WILSON C. W.; SHAW, P. E.; KNIGHT, R. J.; NAGY, S.; KLIM, M. Volatile constituents of *carambola* (*Averrhoa carambola* L.). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.33, n.2, p.199-201. 1985.

ZANINI, J. R.; PAVANI, L. C.; SILVA, J. A. A. **Irrigação em citros**. Jaboticabal: FUNEP, 1998. 35p.

8. APÊNDICES

Tabela 32. Dados meteorológicos mensais dos anos de 2007 e 2008 obtidos da área experimental em Jaboticabal-SP¹.

Mês	Pressão	Tmax	Tmin	Tmed	UR	P	ND	Insolação	ETP	ARM	ETR	DEF	EXC
	hPa	°C			%	mm		h	mm				
2007													
janeiro	941,3	28,9	21,0	23,9	88,4	644,6	25	114,5	121	100	121	0	524
fevereiro	942,0	31,1	19,8	24,4	78,6	154,7	12	223,5	111	100	111	0	44
março	943,4	31,7	20,0	24,9	73,9	156,3	13	250,6	123	100	123	0	33
abril	944,2	30,5	18,7	23,6	75,1	53,7	07	258,5	99	63	91	8	0
maio	945,6	26,5	14,2	19,5	73,7	105,7	06	236,7	60	100	60	0	9
junho	947,2	27,7	13,5	19,5	69,1	2,5	01	268,4	57	58	45	12	0
julho	946,5	26,4	12,8	18,5	68,8	87,7	05	248,5	54	92	54	0	0
agosto	947,0	29,6	14,1	21,0	58,1	0,0	0	311,4	77	42	50	27	0
setembro	946,0	32,7	17,3	24,3	50,8	0,4	02	287,1	111	13	29	82	0
outubro	942,6	33,4	19,2	25,7	56,0	38,2	07	246,9	133	5	46	87	0
novembro	941,1	30,3	18,5	23,7	72,0	137,5	16	196,4	111	32	111	0	0
dezembro	940,9	31,5	20,0	24,8	71,7	204,4	13	233,2	135	100	135	0	1
2008													
janeiro	941,2	29,2	20,1	23,5	83,7	325,0	22	152,5	117	100	117	0	208
fevereiro	941,9	30,3	19,8	23,9	81,9	302,7	20	187,4	109	100	109	0	194
março	942,2	29,6	18,8	23,2	79,1	108,4	14	223,3	104	100	104	0	4
abril	942,2	28,8	18,1	22,3	82,3	131,4	13	184,6	90	100	90	0	41
maio	945,7	26,1	14,2	19,1	74,7	73,1	04	224,9	54	100	54	0	19
junho	946,9	27,0	14,0	19,4	74,3	11,3	04	234,2	57	62	49	8	0
julho	948,2	28,2	12,3	19,1	57,7	0,0	0	282,5	54	36	26	28	0
agosto	945,2	30,1	15,4	21,8	58,4	24,2	05	271,8	86	19	41	45	0
setembro	945,0	30,2	14,9	21,8	59,6	15,1	08	250,1	87	9	25	62	0
outubro	943,9	31,6	19,2	24,6	68,3	60,5	11	192,3	120	5	65	55	0

Pressão: pressão atmosférica; Tmax: temperatura máxima; Tmin: temperatura mínima; Tmed: temperatura média; UR: umidade relativa do ar; P: precipitação média mensal; ND: número de dias com chuva; ETP: evapotranspiração potencial, estimada pelo método de Thornthwaite; ARM: armazenamento de água no solo; ETR: evapotranspiração real; DEF: deficiência; EXC: excedente.

¹ Dados obtidos na Estação Agroclimatológica do Departamento de Ciências Exatas da FCAV.

Tabela 33. Resultados da massa da matéria seca das raízes, do caule das folhas, do caule das folhas, do diâmetro do caule, da área foliar e da altura de hipobiotos de caramboleira, em função do tempo de cultivo, em hidroponia

Avaliações dias	Repetições					
	1	2	3	4	5	6
	Raízes (g)			Diâmetro (mm)		
25	0,302	0,251	0,270	0,352	0,273	0,311
50	0,522	0,366	0,502	0,451	0,583	0,531
75	1,323	1,633	1,405	1,320	1,435	1,315
100	3,060	3,610	2,648	3,003	3,015	3,023
125	4,091	4,852	4,362	4,497	4,195	4,986
	Caule (g)			Área Foliar (cm ²)		
25	0,140	0,123	0,147	0,144	0,142	0,140
50	0,364	0,361	0,374	0,372	0,399	0,364
75	1,424	1,297	1,312	1,410	1,349	1,424
100	2,865	2,815	2,688	3,050	2,910	2,865
125	6,156	5,393	4,984	5,702	5,693	6,156
	Folhas (g)			Altura (cm)		
25	0,399	0,469	0,404	0,497	0,505	0,541
50	1,434	1,387	1,426	1,150	1,420	1,503
75	4,275	4,801	4,455	4,456	4,730	4,014
100	8,281	8,773	8,635	7,438	8,313	8,248
125	12,953	13,877	12,336	12,198	13,341	12,841
	Repetições			Diâmetro (mm)		
	1	2	3	4	5	6
	1,99	1,88	1,79	2,14	1,80	2,06
	2,83	2,96	3,07	3,20	2,92	2,98
	3,84	4,17	3,46	4,13	4,27	3,94
	5,63	5,45	5,38	5,51	5,91	5,42
	6,53	6,93	6,59	6,73	6,68	6,70
	Repetições			Área Foliar (cm ²)		
	87,477	102,733	84,140	104,932	104,912	116,950
	448,403	345,153	473,213	347,135	461,830	415,160
	1026,343	1223,783	1099,247	1195,880	1132,338	917,890
	2218,144	2647,185	2624,280	1695,993	2049,645	2073,618
	2469,110	2536,623	2538,028	3101,780	2239,145	2576,937
	Repetições			Altura (cm)		
	11,50	10,67	10,33	13,50	12,33	15,00
	25,75	29,25	29,00	26,25	24,50	27,00
	46,75	55,50	41,75	51,75	54,25	52,25
	64,50	67,00	69,75	68,00	72,50	75,00
	89,25	102,25	85,75	89,50	91,25	101,50

Tabela 34. Resultados do teor de nutrientes nas raízes de hipobiotos de caramboleira, em função do tempo de cultivo, em hidroponia

Avaliações	Repetições											
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
dias	----- g kg ⁻¹ -----						----- mg kg ⁻¹ -----					
	N						B					
25	23,1	20,3	20,3	24,5	26,3	21,7	24	28	26	25	23	26
50	28,4	28,7	25,2	25,9	27,7	30,1	31	36	35	34	32	34
75	32,9	32,6	23,5	25,2	26,3	26,3	22	20	20	23	24	21
100	30,5	27,7	31,2	30,5	23,8	21,7	16	11	10	13	16	17
125	25,6	27,0	26,6	29,8	24,9	27,3	14	16	15	15	14	15
	P						Cu					
25	5,5	5,0	4,8	5,6	6,6	5,1	10	12	13	11	12	12
50	6,8	6,9	6,5	6,9	6,9	7,3	25	20	26	26	27	25
75	5,9	5,8	5,8	6,2	5,5	6,5	12	13	8	8	8	10
100	7,9	7,1	6,5	6,2	6,3	6,1	10	11	12	12	9	9
125	6,0	6,0	5,9	6,4	7,0	5,5	6	6	8	9	9	7
	K						Fe					
25	10,5	10,3	10,4	10,1	10,7	12,3	563	647	686	691	645	684
50	14,4	12,3	13,6	12,7	13,6	13,8	947	939	652	938	992	987
75	16,1	18,4	15,8	16,3	15,9	16,9	438	454	365	369	419	445
100	14,5	14,2	14,8	14,8	14,8	14,3	505	517	520	538	525	500
125	13,8	14,1	14,1	15,3	15,2	15,4	430	420	450	415	426	371
	Ca						Mn					
25	1,8	2,0	2,2	1,9	2,3	2,0	38	35	34	25	30	26
50	3,6	3,2	3,7	3,5	3,5	3,0	34	37	39	35	29	30
75	2,5	2,7	2,0	2,3	2,3	2,6	23	22	18	22	15	20
100	2,0	2,5	1,8	2,1	2,0	2,2	30	32	31	30	25	24
125	2,2	2,3	2,4	2,7	2,3	2,3	22	24	20	21	26	23
	Mg						Zn					
25	1,5	2,5	1,6	1,5	1,6	1,6	31	27	29	24	32	27
50	2,0	1,4	1,8	1,9	2,0	1,8	41	48	43	42	43	41
75	2,4	2,7	3,0	2,6	2,7	2,2	24	24	22	23	21	27
100	3,2	2,6	2,4	2,5	2,6	2,6	29	32	29	28	27	23
125	2,7	2,9	2,7	2,6	2,3	3,1	24	22	21	24	24	22
	S											
25	2,9	2,8	2,9	2,8	3,3	2,9						
50	4,7	4,1	4,8	3,8	4,3	4,3						
75	4,6	4,6	3,5	3,7	3,6	4,5						
100	5,2	4,8	5,0	4,2	3,6	3,8						
125	4,2	4,2	4,2	4,5	4,5	4,6						

Tabela 35. Resultados do teor de nutrientes no caule de hipobiotos de caramboleira, em função do tempo de cultivo, em hidroponia

Avaliações	Repetições						Repetições					
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
dias	----- g kg ⁻¹ -----						----- mg kg ⁻¹ -----					
	N						B					
25	13,7	15,7	15,8	15,4	16,1	17,5	37	35	34	33	36	35
50	19,3	19,3	18,2	20,7	22,4	18,6	41	44	40	45	46	47
75	16,5	16,8	17,5	17,9	17,2	18,2	16	14	16	17	14	17
100	18,6	19,6	19,3	16,5	17,2	17,5	17	15	14	16	14	13
125	19,6	18,2	19,3	19,3	18,6	17,2	10	10	11	12	13	11
	P						Cu					
25	3,7	4,2	3,6	4,3	4,9	4,5	6	7	6	6	6	6
50	6,3	6,8	6,4	6,4	6,4	6,4	7	5	7	6	6	6
75	4,4	5,3	5,5	4,7	4,0	5,1	4	5	4	4	4	5
100	4,7	5,5	4,8	4,7	4,7	4,5	6	5	5	5	4	5
125	3,7	3,4	4,5	3,7	5,1	3,3	5	5	5	5	6	6
	K						Fe					
25	13,8	11,8	12,3	13,2	13,6	13,9	38	45	35	38	27	44
50	22,4	29,7	29,7	29,6	31,0	29,2	29	25	29	28	27	29
75	24,4	23,1	20,0	23,1	18,6	21,5	17	20	24	18	17	22
100	13,8	11,5	12,3	12,1	13,1	11,6	30	28	28	31	18	23
125	9,3	9,8	10,7	10,5	10,4	10,2	30	32	37	35	31	27
	Ca						Mn					
25	10,7	13,4	10,2	10,1	11,6	11,2	32	37	39	32	35	36
50	9,4	12,0	9,8	11,6	12,0	10,0	45	42	46	46	42	45
75	7,2	5,3	6,6	5,9	5,8	7,1	11	11	14	13	10	16
100	6,1	6,7	6,2	5,7	5,7	6,1	20	24	22	25	24	19
125	6,9	6,4	6,9	6,7	6,0	6,3	14	10	14	11	15	12
	Mg						Zn					
25	3,3	3,5	3,0	3,3	3,3	3,7	37	49	39	41	38	55
50	5,2	4,7	4,8	4,5	4,9	4,9	63	56	63	54	62	61
75	4,0	4,7	4,5	3,8	4,0	4,7	33	38	39	37	35	49
100	4,6	5,3	4,5	4,7	4,0	4,5	54	55	46	50	45	42
125	4,0	3,6	4,6	3,9	3,8	4,0	43	36	43	34	44	30
	S											
25	2,8	3,3	2,6	2,7	2,7	2,9						
50	4,4	4,0	4,4	3,9	3,9	3,9						
75	2,8	3,0	3,0	2,9	2,7	2,9						
100	2,9	3,1	2,9	3,1	2,9	3,2						
125	3,0	2,3	3,2	3,2	3,3	2,8						

Tabela 36. Resultados do teor de nutrientes nas folhas de hipobiotos de caramboleira, em função do tempo de cultivo, em hidroponia

Avaliações	Repetições											
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
dias	----- g kg ⁻¹ -----						----- mg kg ⁻¹ -----					
	N						B					
25	36,4	32,6	37,8	37,5	39,6	38,5	69	70	64	74	70	70
50	37,5	37,8	38,2	39,9	38,5	37,8	73	73	69	79	71	67
75	37,8	35,7	37,8	39,9	36,8	37,8	51	56	44	43	41	60
100	33,6	37,5	34,3	33,3	31,9	33,6	45	60	44	63	48	47
125	29,4	30,1	34,3	32,9	35,7	27,7	53	46	49	59	55	45
	P						Cu					
25	5,0	5,4	5,2	5,4	5,2	5,0	6	5	5	5	4	5
50	4,4	4,4	4,9	5,4	5,5	4,7	5	4	4	4	5	4
75	3,3	2,9	3,7	3,4	3,1	3,7	3	4	4	4	4	3
100	3,5	4,2	3,6	3,7	3,4	3,3	3	2	3	2	2	2
125	2,7	2,7	3,0	4,0	2,5	2,6	2	2	3	3	3	2
	K						Fe					
25	22,5	19,9	20,5	22,4	23,2	21,8	74	78	89	82	81	76
50	23,0	22,5	35,1	27,1	31,8	28,0	101	104	108	119	98	104
75	26,7	19,5	18,8	25,3	26,7	18,7	59	63	62	50	57	66
100	20,6	22,1	20,9	21,2	20,4	19,9	93	95	94	75	74	85
125	17,5	19,9	19,3	19,9	21,1	16,9	52	56	67	58	58	55
	Ca						Mn					
25	13,4	11,5	10,9	9,5	9,8	8,7	118	170	134	142	155	131
50	9,0	10,2	7,9	8,9	10,0	10,8	185	144	163	172	151	166
75	10,6	9,9	8,8	7,9	10,9	8,7	182	180	173	177	184	188
100	7,5	11,6	10,6	9,8	8,7	8,7	193	211	208	205	213	152
125	8,9	9,4	10,7	9,2	9,3	8,7	165	162	171	135	178	105
	Mg						Zn					
25	6,1	6,0	4,5	5,1	4,9	4,4	71	60	58	62	58	73
50	5,1	4,4	4,1	4,4	4,7	4,9	53	49	64	47	54	54
75	5,6	5,5	6,0	5,2	5,9	5,4	35	38	47	35	31	39
100	4,5	6,8	5,8	5,8	5,3	5,2	43	45	41	44	39	31
125	5,4	5,7	5,8	5,7	5,4	5,3	35	36	35	33	43	28
	S											
25	5,8	6,0	5,5	5,5	5,5	5,3						
50	6,1	5,9	6,0	5,2	4,9	5,2						
75	5,3	5,3	5,1	4,8	4,8	5,4						
100	4,6	5,5	5,0	5,1	5,3	4,6						
125	4,6	4,1	5,1	5,3	5,5	4,1						

Tabela 37. Resultados da massa da matéria seca das raízes, do caule das folhas, do caule das folhas, do diâmetro do caule, da área foliar e da altura de hipobiotos de caramboleira, em função do tempo de cultivo, em hidroponia

Avaliações Repetições	'B-10'			'Golden Star'			'B-10'			'Golden Star'		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
dias	Raízes (g)											
208	5,77	5,14	4,52	4,17	4,45	4,36	6,81	8,08	8,19	8,11	8,79	7,48
233	5,19	6,15	5,67	4,88	4,42	5,34	7,66	9,13	8,03	8,38	10,03	8,48
258	5,04	7,76	5,38	9,77	9,13	9,66	8,47	9,44	8,50	9,76	8,58	10,70
283	6,47	6,58	6,71	10,78	10,13	11,37	9,93	10,62	8,79	9,14	10,42	9,66
308	9,01	9,18	9,09	10,75	11,73	10,47	10,87	10,48	10,67	9,71	10,73	11,95
	Caule (g)											
208	4,40	4,67	4,57	3,72	4,89	4,31	332,20	500,17	764,93	570,59	1020,75	574,16
233	7,09	8,01	7,94	5,69	4,94	6,01	1118,56	1695,48	1990,17	1324,72	2098,86	1801,55
258	9,18	10,94	7,41	12,13	12,51	13,17	2094,50	2644,59	2216,05	2289,26	2157,16	2210,28
283	13,67	16,25	14,49	13,22	15,36	13,31	3267,34	4069,33	2933,85	3250,13	3877,33	2996,86
308	22,06	20,68	19,29	18,19	21,77	19,98	5085,56	3487,99	4286,77	4306,57	4808,18	5948,59
	Folhas (g)											
208	2,26	1,74	2,78	4,11	4,00	4,14	34,75	42,75	52,25	42,00	63,25	43,50
233	9,46	9,63	9,08	8,28	7,91	8,65	58,00	72,50	77,50	67,50	80,00	79,75
258	11,00	12,38	13,18	12,78	14,58	11,53	75,00	80,00	80,00	80,00	77,50	80,00
283	21,50	23,86	22,68	19,96	24,28	21,52	115,50	128,00	104,25	108,75	121,25	110,50
308	32,08	29,45	27,26	26,55	29,94	28,25	138,75	108,25	123,50	131,75	135,00	142,75
	Altura (cm)											
208	2,26	1,74	2,78	4,11	4,00	4,14	34,75	42,75	52,25	42,00	63,25	43,50
233	9,46	9,63	9,08	8,28	7,91	8,65	58,00	72,50	77,50	67,50	80,00	79,75
258	11,00	12,38	13,18	12,78	14,58	11,53	75,00	80,00	80,00	80,00	77,50	80,00
283	21,50	23,86	22,68	19,96	24,28	21,52	115,50	128,00	104,25	108,75	121,25	110,50
308	32,08	29,45	27,26	26,55	29,94	28,25	138,75	108,25	123,50	131,75	135,00	142,75

Tabela 38. Resultados do teor de nutrientes nas raízes de mudas de caramboleira, em função do tempo de cultivo, em hidroponia

Avaliações	'B-10'			'Golden Star'			'B-10'			'Golden Star'		
	Repetições	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2
dias	g kg ⁻¹						mg kg ⁻¹					
	N						B					
208	22,8	22,8	23,8	21,0	23,5	22,4	23	21	22	20	15	18
233	27,0	24,1	25,6	22,1	24,9	21,4	20	19	22	21	19	19
258	26,6	23,8	25,9	25,9	25,9	21,0	21	18	22	18	19	15
283	31,2	28,0	32,2	29,8	25,6	24,9	28	23	25	22	20	21
308	28,0	32,6	30,8	28,1	24,5	27,3	20	20	24	24	21	24
	P						Cu					
208	5,2	5,5	5,0	5,2	5,1	5,4	25	23	27	14	12	13
233	5,9	6,2	4,7	4,8	4,4	4,9	31	35	33	21	22	19
258	6,1	5,8	6,0	5,2	5,1	4,9	37	39	38	15	20	13
283	6,1	5,9	6,1	6,6	6,0	5,4	36	34	39	30	24	35
308	5,7	5,9	5,5	5,8	6,2	6,0	78	75	75	35	33	37
	K						Fe					
208	12,4	12,4	13,7	9,7	11,9	10,7	717	643	832	658	575	690
233	13,3	14,7	11,5	10,4	10,0	12,8	765	687	722	638	560	599
258	12,8	12,9	12,4	12,8	12,2	11,9	708	741	817	524	508	500
283	15,9	15,9	16,8	12,1	12,2	12,8	897	796	797	780	755	682
308	14,6	14,1	14,7	13,9	12,9	12,6	852	815	904	827	678	669
	Ca						Mn					
208	5,7	4,0	3,5	4,1	4,2	4,0	29	28	27	18	17	15
233	4,1	5,5	4,6	4,2	4,3	3,4	28	30	25	17	14	14
258	4,2	4,7	4,9	5,6	4,3	5,3	23	26	36	17	19	16
283	5,6	6,4	3,9	6,3	4,4	4,7	45	36	35	25	17	23
308	4,4	4,8	5,4	3,9	6,6	6,1	28	39	36	30	28	26
	Mg						Zn					
208	2,4	2,6	2,3	2,5	2,6	2,4	26	26	27	25	24	23
233	2,5	2,6	2,3	2,3	2,0	2,7	28	26	20	21	21	22
258	2,4	2,7	3,2	2,8	2,9	3,3	28	25	29	19	20	21
283	3,1	3,2	3,2	3,3	3,1	2,6	25	27	26	18	19	17
308	3,0	3,2	3,1	3,2	3,4	3,3	20	21	20	25	25	18
	S											
208	3,6	3,5	3,7	3,7	3,1	3,5						
233	4,7	4,0	5,3	3,6	4,2	4,2						
258	5,4	4,7	5,1	4,1	4,7	3,7						
283	4,2	4,4	4,0	4,6	3,6	4,0						
308	4,8	4,9	4,7	4,5	3,9	3,8						

Tabela 39. Resultados do teor de nutrientes no caule de mudas de caramboleira, em função do tempo de cultivo, em hidroponia

Avaliações Repetições dias	'B-10'			'Golden Star'			'B-10'			'Golden Star'		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
	----- g kg ⁻¹ -----						----- mg kg ⁻¹ -----					
	N						B					
208	18,6	16,5	17,5	18,2	17,0	18,9	17	14	19	14	15	18
233	21,4	18,2	18,6	18,2	15,1	17,2	11	10	9	19	14	18
258	17,9	18,2	16,8	15,8	17,2	16,1	12	9	10	8	11	8
283	20,0	17,5	19,3	16,5	15,4	15,1	19	23	19	14	16	13
308	15,1	17,0	16,1	17,5	16,1	14,7	16	15	13	18	10	12
	P						Cu					
208	3,8	3,8	3,8	5,1	3,9	4,9	29	25	23	14	11	12
233	5,2	5,2	5,1	4,9	3,8	3,9	17	18	19	14	12	16
258	4,7	4,1	4,3	3,8	3,7	3,6	15	18	20	13	18	14
283	3,9	3,7	4,0	3,5	3,4	4,0	21	30	32	36	35	32
308	2,8	3,2	3,1	3,4	3,1	3,2	28	30	32	40	42	41
	K						Fe					
208	12,4	9,1	11,5	12,1	12,4	11,8	74	78	64	52	45	49
233	15,7	14,5	15,7	15,0	13,7	16,3	55	46	58	38	34	42
258	13,3	12,1	13,2	13,4	13,1	10,5	50	48	40	33	31	29
283	10,8	11,4	10,9	10,7	12,2	10,5	81	74	97	43	46	50
308	12,3	11,1	11,9	10,5	13,2	12,0	60	56	68	35	37	33
	Ca						Mn					
208	15,5	10,4	13,8	12,1	8,5	10,5	43	40	45	24	21	23
233	10,8	11,2	9,7	11,9	10,3	8,9	29	25	23	17	17	19
258	9,3	8,2	9,3	9,3	12,0	5,5	25	21	26	17	14	10
283	9,6	9,4	10,0	8,9	6,3	10,3	16	14	15	18	17	17
308	6,4	8,3	8,1	7,7	6,7	6,9	14	18	17	16	13	14
	Mg						Zn					
208	4,0	3,0	3,6	3,6	3,3	3,3	75	73	70	50	48	46
233	5,0	4,8	4,7	4,1	4,2	4,4	66	65	63	39	35	38
258	4,2	3,8	4,3	4,2	4,9	3,1	53	54	57	35	27	19
283	4,2	3,9	3,8	3,8	3,6	3,9	34	31	48	30	36	38
308	3,4	4,5	4,1	4,2	3,7	3,9	26	27	28	27	24	25
	S											
208	3,6	3,7	3,6	3,5	2,9	3,4						
233	3,7	3,8	2,7	3,4	2,7	2,2						
258	3,2	2,6	2,9	2,4	2,3	1,9						
283	2,5	2,3	2,6	2,1	1,8	2,2						
308	1,7	1,8	1,9	2,0	1,3	1,2						

Tabela 40. Resultados do teor de nutrientes nas folhas de mudas de caramboleira, em função do tempo de cultivo, em hidroponia

Avaliações	'B-10'			'Golden Star'			'B-10'			'Golden Star'		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Repetições	g kg ⁻¹						mg kg ⁻¹					
dias												
	N						B					
208	35,4	38,2	37,5	36,4	37,1	35,0	56	48	42	43	42	37
233	35,4	37,5	33,6	37,8	31,9	35,0	43	46	42	49	38	43
258	32,2	32,2	32,6	32,9	35,0	34,3	50	40	38	48	42	42
283	30,8	29,4	30,5	29,1	28,7	29,4	55	51	51	51	50	51
308	29,4	27,0	29,1	29,4	28,0	25,2	48	57	53	56	45	44
	P						Cu					
208	3,8	4,3	3,4	4,7	4,5	4,3	6	6	6	7	6	5
233	2,5	2,6	2,3	2,3	2,4	2,2	8	6	5	5	4	4
258	2,1	1,9	1,8	1,6	1,8	1,9	12	10	11	8	9	10
283	1,7	1,7	1,9	1,8	1,7	1,9	16	15	14	15	13	12
308	1,8	1,6	1,7	1,6	1,7	1,5	13	11	12	12	11	11
	K						Fe					
208	31,0	33,4	30,7	34,2	30,0	33,0	90	93	87	77	75	78
233	30,0	29,7	27,7	32,2	26,5	27,4	89	84	93	93	76	74
258	26,9	27,8	25,8	15,5	24,9	24,9	68	76	67	64	65	64
283	19,9	22,0	22,1	20,6	18,8	22,3	138	133	134	143	142	146
308	17,4	18,6	18,0	18,9	20,5	18,7	125	111	129	110	122	121
	Ca						Mn					
208	7,1	8,6	9,8	6,0	8,3	6,0	173	177	175	110	119	127
233	10,1	11,1	12,6	11,4	11,7	11,5	180	201	159	125	119	132
258	10,7	13,5	9,9	7,1	8,6	10,0	145	143	144	129	141	118
283	7,4	8,3	8,1	9,3	9,3	8,4	118	104	129	133	121	126
308	9,0	8,4	8,6	8,4	8,1	7,1	91	98	93	115	101	107
	Mg						Zn					
208	6,9	5,8	5,5	5,7	5,1	4,9	75	75	74	79	73	66
233	6,1	6,3	6,9	6,4	6,0	6,0	40	34	36	48	51	53
258	5,6	6,3	5,2	3,5	4,8	5,3	28	27	31	31	33	34
283	4,5	4,7	4,7	4,9	5,2	4,6	28	26	27	25	26	25
308	4,8	5,1	4,8	5,2	4,7	4,1	22	23	22	22	20	19
	S											
208	7,0	5,3	4,3	4,6	3,5	4,0						
233	5,5	5,2	5,2	5,1	4,4	4,2						
258	5,2	4,7	4,8	2,0	3,3	3,6						
283	3,5	3,3	3,8	3,7	3,5	3,7						
308	2,9	3,0	2,8	3,6	3,2	3,0						

Tabela 41. Resultados da massa da matéria seca das folhas e do caule de caramboleiras, cultivadas em regime irrigado e não irrigado, em condições de campo

Irrigação ⁽¹⁾	Cultivares ⁽²⁾	Avaliações						Repetições					
		1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
dias		Folhas (g)						Caule (g)					
1	1	4,50	4,01	3,45	4,43	4,14	4,64	5,93	7,01	9,72	11,54	9,70	8,01
1	1	45,92	52,26	48,10	56,01	54,96	51,88	33,22	43,53	47,62	29,11	48,91	34,37
1	1	109,85	92,52	83,50	88,72	78,66	105,56	98,98	96,11	71,57	80,93	63,02	80,87
1	1	227,80	219,90	200,30	210,50	241,90	232,00	335,00	293,00	312,20	347,90	356,30	344,20
1	1	490,70	555,20	583,20	517,30	526,50	556,76	571,80	675,90	534,70	595,40	596,80	660,80
1	1	557,02	585,71	552,81	583,71	602,14	625,91	948,21	993,61	897,24	1079,11	980,27	1050,70
1	2	4,15	7,65	5,19	5,35	7,98	5,64	7,24	12,77	12,12	12,59	10,77	9,36
1	2	22,46	15,18	11,62	20,35	19,42	46,55	34,96	27,45	30,80	33,08	26,01	50,78
1	2	57,38	61,61	58,14	46,81	50,20	61,20	31,62	43,88	39,60	50,72	43,38	43,77
1	2	156,70	190,30	148,30	143,40	206,80	169,10	247,25	279,10	235,20	267,58	277,80	205,60
1	2	615,00	606,90	570,60	599,40	555,10	617,50	887,56	811,70	761,10	755,30	750,20	867,52
1	2	835,50	997,11	822,81	955,51	792,90	820,57	1488,91	1564,61	1370,80	1507,02	1390,80	1258,68
2	1	4,06	4,07	3,22	3,78	4,40	3,99	4,78	6,54	5,00	5,44	9,08	5,55
2	1	39,52	46,95	40,58	48,92	43,98	37,31	28,79	55,67	48,57	19,11	49,89	35,40
2	1	84,08	71,63	68,41	71,21	73,76	80,87	48,92	123,77	27,48	48,91	63,33	48,71
2	1	285,64	344,70	293,90	316,50	272,10	290,00	317,40	430,58	330,20	400,00	307,20	358,70
2	1	507,00	475,20	440,78	494,00	445,90	475,80	336,40	334,10	401,20	424,90	386,70	458,35
2	1	123,03	133,51	150,00	120,00	118,02	138,55	954,71	891,81	719,21	806,81	736,71	874,35
2	2	4,50	5,66	5,83	5,33	6,32	5,66	8,69	12,81	10,34	10,61	10,91	10,71
2	2	20,62	50,60	38,22	25,33	20,09	10,23	32,25	45,64	40,39	50,72	44,25	45,08
2	2	58,52	64,08	69,50	36,81	16,41	63,04	63,88	78,14	95,38	26,35	28,46	22,21
2	2	234,66	267,59	252,90	263,50	274,60	234,70	315,47	318,20	373,30	382,10	325,10	328,30
2	2	390,16	377,59	414,20	371,60	384,67	428,40	398,90	350,58	375,24	373,40	311,14	315,30
2	2	190,81	188,26	215,50	234,81	199,70	203,60	866,31	720,51	878,51	980,50	765,20	914,61

⁽¹⁾ 1 e 2 – Regime irrigado e regime não irrigado, respectivamente; ⁽²⁾ 1 e 2 - 'B-10' e 'Golden Star', respectivamente.

Tabela 42. Resultados do diâmetro do caule a 0,1 e 0,4 m do solo de caramboleiras, cultivadas em regime irrigado e não irrigado, em condições de campo

Irrigação ⁽¹⁾	Cultivares ⁽²⁾	Avaliações	Repetições											
			0,1 m (mm)						0,4 m (mm)					
		dias	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
1	1	1	8,29	9,29	8,91	7,44	8,30	8,50	7,00	4,37	5,60	6,51	5,87	7,60
1	1	120	15,10	11,17	13,58	11,06	13,03	11,41	8,39	6,25	11,68	8,10	9,81	10,71
1	1	240	20,16	20,07	15,75	17,78	15,77	14,61	16,54	16,25	11,98	17,29	11,49	10,16
1	1	360	26,63	26,20	32,57	27,57	24,46	27,50	25,60	22,22	25,99	27,23	21,33	25,20
1	1	480	28,00	32,15	30,72	30,33	33,65	39,10	26,90	27,17	30,68	30,45	30,10	38,25
1	1	600	32,70	38,37	33,81	42,29	48,33	59,18	33,59	31,55	29,81	39,62	48,42	40,73
1	2	1	8,29	9,29	8,91	7,44	8,30	8,50	5,14	7,15	7,30	6,15	7,01	7,65
1	2	120	13,62	14,98	13,51	13,70	14,69	11,78	9,52	8,21	9,42	8,63	9,41	12,50
1	2	240	14,51	14,36	15,66	14,32	14,43	15,23	8,50	11,50	11,17	10,13	10,74	11,36
1	2	360	23,86	26,82	27,18	22,22	29,49	23,94	26,64	24,30	18,41	20,36	26,04	21,27
1	2	480	34,55	35,47	31,69	30,62	29,60	43,70	32,43	34,23	31,32	29,23	28,90	42,01
1	2	600	40,81	52,11	43,35	50,39	41,75	36,02	45,98	53,72	43,40	45,67	39,78	34,57
2	1	1	7,56	8,24	7,30	8,46	8,83	8,08	5,56	4,66	5,25	6,73	6,53	6,79
2	1	120	16,61	10,05	10,86	13,27	16,94	12,55	9,23	6,38	12,61	7,80	9,70	10,30
2	1	240	14,58	21,34	13,03	15,08	17,52	13,21	11,59	14,50	8,54	11,20	12,22	10,48
2	1	360	28,08	31,25	25,89	29,50	27,07	25,81	27,16	29,07	24,64	28,07	24,19	24,73
2	1	480	38,90	28,50	28,60	28,44	25,88	32,05	36,40	25,33	27,65	27,06	22,60	30,97
2	1	600	39,04	42,14	42,39	39,98	39,94	37,35	36,73	34,78	42,35	30,65	36,27	33,73
2	2	1	8,25	9,45	9,93	8,46	8,83	8,08	4,22	7,43	7,88	6,16	5,66	6,67
2	2	120	14,57	15,73	12,16	13,43	15,13	12,02	10,63	13,04	13,89	7,96	9,91	9,57
2	2	240	15,82	18,90	20,48	10,17	12,75	12,40	9,10	12,57	10,39	10,84	10,95	12,16
2	2	360	20,50	22,00	28,00	28,06	27,08	25,85	19,14	20,60	25,24	25,00	27,67	24,28
2	2	480	29,00	23,11	29,48	26,55	24,48	24,61	28,90	20,58	31,81	26,25	27,02	23,72
2	2	600	36,07	29,53	42,75	38,02	34,83	35,88	34,94	25,76	36,51	38,70	31,55	36,73

⁽¹⁾ 1 e 2 – Regime irrigado e regime não irrigado, respectivamente; ⁽²⁾ 1 e 2 - 'B-10' e 'Golden Star', respectivamente.

Tabela 43. Resultados da altura das plantas de caramboleiras, cultivadas em regime irrigado e não irrigado, em condições de campo

Irrigação ⁽¹⁾	Cultivares ⁽²⁾		Repetições						
	Avaliações			1	2	3	4	5	6
			dias	----- Altura (m) -----					
1	1	1	1	0,45	0,49	0,44	0,51	0,55	0,48
1	1	1	120	1,50	1,50	1,00	1,30	1,40	1,41
1	1	1	240	1,55	1,20	1,60	1,45	1,33	1,13
1	1	1	360	1,70	1,90	1,70	1,55	1,60	2,00
1	1	1	480	1,60	1,60	1,60	1,80	1,70	2,40
1	1	1	600	2,10	1,75	1,90	2,20	2,10	2,60
1	2	1	1	0,47	0,43	0,44	0,51	0,47	0,48
1	2	1	120	1,20	1,13	1,08	1,03	0,89	1,20
1	2	1	240	1,58	1,28	1,35	1,20	1,27	1,30
1	2	1	360	1,50	2,11	1,40	1,55	1,80	1,42
1	2	1	480	2,00	1,80	2,10	2,20	1,90	2,40
1	2	1	600	1,70	2,55	2,30	2,40	2,00	2,00
2	1	1	1	0,46	0,43	0,42	0,47	0,45	0,51
2	1	1	120	1,20	1,60	1,30	1,27	1,25	1,15
2	1	1	240	1,61	1,24	1,63	1,52	1,41	1,18
2	1	1	360	1,67	1,95	1,80	1,80	1,90	1,65
2	1	1	480	2,15	1,80	1,50	1,80	1,80	2,00
2	1	1	600	2,00	2,40	2,30	2,60	1,90	1,60
2	2	1	1	0,46	0,43	0,40	0,49	0,46	0,51
2	2	1	120	1,30	1,45	1,40	1,10	1,00	0,98
2	2	1	240	1,63	1,33	1,40	1,27	1,36	1,34
2	2	1	360	1,35	1,60	1,70	1,60	1,76	1,95
2	2	1	480	2,00	1,70	1,50	1,80	1,90	1,60
2	2	1	600	2,40	1,80	2,50	2,30	2,30	2,20

⁽¹⁾ 1 e 2 – Regime irrigado e regime não irrigado, respectivamente; ⁽²⁾ 1 e 2 - 'B-10' e 'Golden Star', respectivamente.

Tabela 44. Resultados do teor de nitrogênio e fósforo nas folhas de caramboleiras, cultivadas em regime irrigado e não irrigado, em condições de campo

Irrigação ⁽¹⁾	Cultivares ⁽²⁾	Avaliações	Repetições											
			1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
		dias	N (g kg ⁻¹)						P (g kg ⁻¹)					
1	1	1	20,0	17,9	16,1	20,7	16,5	18,6	2,1	2,2	2,2	1,8	1,3	1,3
1	1	120	24,2	27,1	24,9	22,4	25,1	25,0	2,7	3,4	2,7	2,4	2,8	2,8
1	1	240	25,6	25,6	23,7	26,6	24,5	27,3	1,8	1,5	2,5	1,8	1,8	1,7
1	1	360	24,5	24,2	21,0	21,4	23,1	25,2	1,2	1,2	1,2	1,5	1,3	1,4
1	1	480	17,5	20,0	20,0	20,0	20,7	19,3	1,1	1,2	1,2	1,1	1,2	1,1
1	1	600	21,7	21,4	20,3	22,1	22,4	20,7	1,2	1,2	1,2	1,4	1,2	1,2
1	2	1	18,2	18,1	18,2	22,5	20,0	20,3	2,4	2,1	1,9	1,8	2,9	2,0
1	2	120	28,4	23,4	24,3	22,1	25,9	23,8	2,9	2,4	2,9	2,5	2,7	2,0
1	2	240	19,6	23,8	22,7	24,2	20,7	20,3	2,5	1,9	2,3	2,2	2,3	1,8
1	2	360	22,8	23,8	25,6	24,9	25,9	25,9	1,4	1,4	1,4	1,6	1,8	1,5
1	2	480	18,2	18,6	20,7	19,3	22,4	19,6	1,2	1,2	1,3	1,2	1,3	1,2
1	2	600	20,3	21,7	22,8	21,4	20,7	23,8	1,3	1,2	1,4	1,2	1,3	1,5
2	1	1	19,6	19,5	15,8	16,8	18,6	17,7	3,1	3,1	4,9	2,0	3,7	3,5
2	1	120	23,5	27,1	22,7	23,8	27,0	25,8	2,6	3,1	2,5	2,6	3,1	2,9
2	1	240	25,2	25,6	28,0	28,4	29,8	25,1	1,8	1,7	1,9	2,0	1,8	2,0
2	1	360	23,5	23,5	21,7	23,1	23,8	24,9	1,3	1,2	1,4	1,2	1,0	1,2
2	1	480	18,2	20,3	19,3	20,3	18,9	18,9	1,0	1,3	1,3	1,2	1,3	1,2
2	1	600	28,4	28,7	29,1	26,6	29,1	29,8	1,8	3,0	1,6	1,6	1,8	2,1
2	2	1	18,1	16,5	15,2	17,8	16,6	16,6	3,3	2,2	2,3	2,6	3,2	4,7
2	2	120	24,2	22,6	26,0	24,7	25,6	23,1	2,5	2,4	2,7	2,7	2,7	2,2
2	2	240	25,2	21,7	24,7	26,3	23,1	24,5	2,5	1,7	2,2	2,1	2,1	2,6
2	2	360	23,8	24,9	22,1	23,8	22,1	25,9	1,4	1,6	1,5	1,3	1,2	1,4
2	2	480	23,1	24,6	21,3	21,7	22,8	23,7	1,4	1,5	1,4	1,4	1,7	1,4
2	2	600	29,1	29,8	27,7	26,8	29,8	28,4	2,5	2,7	1,9	1,9	2,4	2,3

⁽¹⁾ 1 e 2 – Regime irrigado e regime não irrigado, respectivamente; ⁽²⁾ 1 e 2 - 'B-10' e 'Golden Star', respectivamente.

Tabela 45. Resultados do teor de potássio e cálcio nas folhas de caramboleiras, cultivadas em regime irrigado e não irrigado, em condições de campo

Irrigação ⁽¹⁾	Cultivares ⁽²⁾	Avaliações	Repetições											
			K (g kg ⁻¹)						Ca (g kg ⁻¹)					
dias			1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
1	1	1	19,0	17,5	20,4	18,4	18,7	18,4	6,0	6,0	5,1	6,2	5,8	6,3
1	1	120	26,6	25,3	24,0	24,2	25,0	24,5	2,5	2,1	2,0	2,2	2,2	2,1
1	1	240	24,2	24,4	27,2	28,0	26,9	28,7	8,8	10,4	8,3	11,2	9,5	7,2
1	1	360	18,1	18,2	19,4	20,3	19,8	20,1	6,9	9,2	7,6	8,8	8,2	6,8
1	1	480	12,0	12,0	11,5	12,6	12,6	11,4	5,0	7,9	6,9	6,4	6,8	6,4
1	1	600	15,3	15,2	12,9	12,1	12,9	11,4	4,9	5,9	5,0	5,8	7,6	7,6
1	2	1	23,3	23,2	21,9	20,6	20,4	19,9	9,0	7,0	8,4	7,5	5,2	7,1
1	2	120	26,2	28,1	27,4	27,8	28,1	27,2	2,6	3,8	2,5	2,7	2,6	2,3
1	2	240	34,1	33,6	30,9	35,4	32,0	34,8	9,2	5,7	5,4	8,0	9,6	6,7
1	2	360	25,1	24,2	22,4	25,8	23,9	24,6	7,7	5,7	6,3	7,6	7,3	6,2
1	2	480	16,1	14,8	13,8	16,2	15,7	14,4	6,1	5,7	7,1	7,2	5,0	5,6
1	2	600	14,7	16,0	16,9	14,8	13,8	16,3	7,8	7,8	5,9	8,0	7,9	7,4
2	1	1	20,3	18,5	22,4	17,2	20,4	20,0	5,9	6,4	5,2	5,4	5,8	5,5
2	1	120	24,6	25,2	22,3	24,6	27,2	26,6	2,2	2,2	1,9	2,2	2,4	2,4
2	1	240	27,2	26,9	25,7	27,7	25,7	30,3	7,7	6,4	5,2	9,1	6,4	6,9
2	1	360	20,3	20,7	19,4	21,2	20,1	20,7	7,9	6,8	5,8	7,1	5,3	6,8
2	1	480	13,3	14,4	13,0	14,6	14,5	11,0	8,0	7,2	6,4	5,0	4,2	6,6
2	1	600	10,4	16,1	13,5	11,7	13,4	12,0	7,4	5,6	7,9	7,1	9,7	5,8
2	2	1	27,2	26,3	24,7	22,8	26,0	23,5	9,7	9,4	8,9	6,8	9,4	8,4
2	2	120	23,8	26,6	26,8	28,4	27,4	23,7	2,4	3,2	2,6	2,9	2,7	2,4
2	2	240	29,5	29,8	27,1	30,4	31,1	31,8	2,5	3,5	3,0	4,6	6,7	5,3
2	2	360	22,5	22,6	20,7	23,2	23,3	24,4	4,2	5,2	5,0	4,6	7,1	5,5
2	2	480	15,5	15,4	14,3	15,9	15,4	17,0	5,8	6,8	6,9	4,6	7,5	5,7
2	2	600	13,8	13,8	11,8	11,2	14,5	13,0	5,6	6,8	8,7	8,7	5,9	6,3

⁽¹⁾ 1 e 2 – Regime irrigado e regime não irrigado, respectivamente; ⁽²⁾ 1 e 2 - 'B-10' e 'Golden Star', respectivamente.

Tabela 46. Resultados do teor de magnésio e enxofre nas folhas de caramboleiras, cultivadas em regime irrigado e não irrigado, em condições de campo

Irrigação ⁽¹⁾	Cultivares ⁽²⁾	Avaliações						Repetições					
		1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
		dias						S (g kg ⁻¹)					
		1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
1	1	4,0	4,1	3,8	4,8	3,7	4,9	3,0	2,6	2,7	2,5	2,3	2,3
1	1	2,7	2,9	2,8	2,3	2,7	2,7	2,0	2,3	2,2	1,9	2,1	2,2
1	1	3,1	3,8	5,1	4,8	3,5	3,4	2,9	2,6	3,2	2,7	2,3	2,4
1	1	3,0	3,8	4,2	3,9	3,9	3,5	2,4	2,2	2,1	2,4	2,7	2,3
1	1	2,8	3,8	3,2	3,0	4,2	3,6	1,0	1,4	1,2	1,1	1,3	1,5
1	1	2,4	3,0	2,6	4,0	3,5	3,7	2,1	1,9	1,8	2,1	2,0	2,1
1	2	5,5	4,5	5,4	5,5	4,1	5,6	2,9	2,6	4,0	3,0	2,3	3,6
1	2	3,0	3,0	2,8	2,9	2,9	2,1	2,3	2,3	2,4	2,1	2,2	1,6
1	2	4,3	4,1	5,2	4,3	4,2	3,1	1,9	1,7	2,8	2,3	1,6	2,1
1	2	3,8	3,8	4,8	3,8	3,8	3,1	2,5	2,5	2,3	2,1	2,5	2,4
1	2	3,2	3,5	4,3	3,3	3,4	3,1	1,2	1,1	1,3	1,7	1,5	1,5
1	2	3,7	3,6	3,7	3,4	4,1	3,6	1,7	2,0	1,9	1,8	1,8	2,1
2	1	3,5	4,8	3,5	3,9	3,9	3,8	3,4	3,0	2,9	2,3	3,1	2,8
2	1	2,6	2,8	2,5	2,5	2,8	2,9	2,0	2,2	2,0	2,0	2,2	2,2
2	1	2,6	2,4	2,3	3,1	3,6	3,5	2,8	2,8	2,7	3,0	2,9	2,4
2	1	2,6	2,6	2,5	2,8	2,8	3,5	2,3	2,0	2,3	1,9	1,9	1,7
2	1	2,5	2,7	2,6	2,4	2,0	3,4	0,9	1,5	1,5	1,5	1,3	1,6
2	1	4,5	4,9	5,0	4,4	4,9	4,4	2,8	3,2	2,6	3,4	3,0	2,7
2	2	5,3	5,7	5,4	4,7	5,5	5,2	2,5	3,5	4,4	2,8	3,5	3,6
2	2	2,6	2,8	2,8	3,0	2,9	2,3	2,0	2,2	2,3	2,2	2,2	1,8
2	2	3,0	2,6	3,0	3,2	3,9	3,9	2,2	1,5	2,1	2,0	1,8	1,7
2	2	3,3	3,2	3,3	2,8	4,1	3,9	2,1	2,4	2,0	1,7	1,6	1,4
2	2	3,6	3,8	3,6	2,3	4,2	3,9	1,5	1,4	1,5	1,5	1,8	1,4
2	2	4,7	3,1	5,8	5,1	3,9	5,0	2,7	4,3	2,5	2,7	2,6	2,7

⁽¹⁾ 1 e 2 – Regime irrigado e regime não irrigado, respectivamente; ⁽²⁾ 1 e 2 - 'B-10' e 'Golden Star', respectivamente.

Tabela 47. Resultados do teor de boro e cobre nas folhas de caramboleiras, cultivadas em regime irrigado e não irrigado, em condições de campo

Irrigação ⁽¹⁾	Cultivares ⁽²⁾	Avaliações						Repetições					
		1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
		dias											
		B (mg kg ⁻¹)						Cu (mg kg ⁻¹)					
1	1	63	62	62	58	68	63	6	6	7	4	5	5
1	1	26	31	30	28	31	30	6	7	5	6	7	6
1	1	41	43	48	44	45	44	4	4	6	5	5	6
1	1	38	34	34	32	30	35	7	6	5	8	6	8
1	1	32	29	31	32	27	30	5	4	6	4	5	4
1	1	30	26	29	34	25	27	5	4	3	5	4	5
1	2	68	58	61	56	57	64	5	5	7	5	5	6
1	2	30	28	31	36	29	30	9	8	9	7	9	7
1	2	66	46	48	52	54	49	6	6	5	6	6	5
1	2	31	27	32	30	34	29	9	10	8	8	10	11
1	2	31	27	29	30	29	29	7	8	7	7	7	8
1	2	29	33	32	35	28	34	3	4	3	3	3	4
2	1	70	59	68	65	68	66	9	7	9	7	9	8
2	1	27	36	30	30	34	29	6	4	5	7	7	6
2	1	48	44	43	42	38	43	4	5	5	6	7	5
2	1	37	33	28	34	31	31	8	7	7	7	6	5
2	1	29	30	27	34	25	28	7	7	7	7	8	6
2	1	18	23	21	25	22	21	4	5	3	4	5	5
2	2	89	83	86	85	91	88	5	6	8	5	6	6
2	2	27	27	30	34	28	28	8	8	9	8	9	7
2	2	52	52	51	50	54	56	7	6	6	5	5	4
2	2	33	34	38	38	33	34	6	7	6	4	5	4
2	2	28	31	28	29	29	28	7	1	1	1	1	1
2	2	22	24	25	23	23	20	7	5	4	5	4	4

⁽¹⁾ 1 e 2 – Regime irrigado e regime não irrigado, respectivamente; ⁽²⁾ 1 e 2 - 'B-10' e 'Golden Star', respectivamente.

Tabela 48. Resultados do teor de ferro e manganês nas folhas de caramboleiras, cultivadas em regime irrigado e não irrigado, em condições de campo

Irrigação ⁽¹⁾	Cultivares ⁽²⁾	Avaliações	Repetições											
			Fe (mg kg ⁻¹)						Mn (mg kg ⁻¹)					
dias			1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
1	1	1	39	35	35	37	37	33	350	294	400	298	400	348
1	1	120	45	44	43	38	45	44	364	380	270	328	373	321
1	1	240	144	153	143	143	141	153	864	750	670	703	690	669
1	1	360	80	83	96	86	92	97	1008	984	1030	1019	1073	991
1	1	480	111	111	115	108	104	105	933	947	981	920	1042	915
1	1	600	262	274	267	266	252	261	857	910	931	821	1010	838
1	2	1	41	35	41	38	34	36	492	600	500	400	450	350
1	2	120	48	53	44	51	48	33	510	440	540	560	500	340
1	2	240	160	144	119	142	150	149	536	500	528	506	613	622
1	2	360	139	132	127	133	137	139	622	770	823	625	747	633
1	2	480	117	119	135	124	124	128	862	960	978	970	804	987
1	2	600	227	263	250	247	230	250	612	904	956	750	676	787
2	1	1	50	36	40	36	45	40	449	360	472	401	370	401
2	1	120	43	48	40	41	48	46	454	376	292	316	436	447
2	1	240	138	139	153	150	141	151	804	811	825	979	998	860
2	1	360	86	85	83	80	74	75	760	758	895	757	758	717
2	1	480	110	119	112	111	106	94	1598	1287	1299	1214	1272	1200
2	1	600	188	182	182	190	194	173	1188	808	807	1104	1005	820
2	2	1	45	40	44	35	43	40	650	664	639	452	711	601
2	2	120	43	49	45	51	48	38	451	452	511	548	496	391
2	2	240	149	143	132	144	164	152	446	421	574	426	476	377
2	2	360	70	71	80	81	74	73	693	657	751	738	818	698
2	2	480	104	120	100	117	118	112	980	1016	1031	1089	1199	1026
2	2	600	179	204	210	220	219	209	699	987	1013	1020	1160	987

⁽¹⁾ 1 e 2 – Regime irrigado e regime não irrigado, respectivamente; ⁽²⁾ 1 e 2 - 'B-10' e 'Golden Star', respectivamente.

Tabela 49. Resultados do teor de zinco nas folhas de caramboleiras, cultivadas em regime irrigado e não irrigado, em condições de campo

Irrigação ⁽¹⁾	Cultivares ⁽²⁾		Repetições					
	Avaliações		1	2	3	4	5	6
		dias	Zn (mg kg ⁻¹)					
1	1	1	84	83	80	72	81	81
1	1	120	37	48	36	31	38	37
1	1	240	91	74	82	86	71	84
1	1	360	53	47	44	62	50	46
1	1	480	51	43	34	39	45	37
1	1	600	54	76	59	61	55	54
1	2	1	125	115	121	100	106	101
1	2	120	39	37	45	45	40	39
1	2	240	88	98	100	116	117	108
1	2	360	64	68	71	62	79	59
1	2	480	47	51	37	36	45	43
1	2	600	36	36	48	36	44	42
2	1	1	108	89	98	94	98	91
2	1	120	36	43	34	35	41	38
2	1	240	131	116	120	120	108	129
2	1	360	86	91	78	67	68	74
2	1	480	88	80	75	94	77	73
2	1	600	69	73	57	55	54	72
2	2	1	137	139	138	131	141	126
2	2	120	37	39	43	54	41	34
2	2	240	86	79	79	83	85	89
2	2	360	87	88	75	76	85	88
2	2	480	71	88	72	78	79	74
2	2	600	81	82	92	90	95	87

⁽¹⁾ 1 e 2 – Regime irrigado e regime não irrigado, respectivamente; ⁽²⁾ 1 e 2 - 'B-10' e 'Golden Star', respectivamente.

Tabela 50. Resultados do teor de nitrogênio e fósforo no caule de caramboleiras, cultivadas em regime irrigado e não irrigado, em condições de campo

Irrigação ⁽¹⁾	Cultivares ⁽²⁾	Avaliações	Repetições											
			N (g kg ⁻¹)						P (g kg ⁻¹)					
dias			1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
1	1	1	8,1	9,8	8,1	9,5	8,1	9,8	2,2	1,7	2,4	1,7	2,7	1,8
1	1	120	25,0	24,6	24,3	21,8	23,7	25,3	2,8	3,2	3,2	2,8	3,0	3,1
1	1	240	14,7	13,0	11,8	12,3	11,5	11,2	1,9	2,5	2,6	2,5	1,7	2,4
1	1	360	7,4	7,4	8,1	8,8	8,4	7,4	0,9	1,0	0,8	1,2	1,2	1,0
1	1	480	8,7	9,5	7,7	7,7	8,4	7,7	1,1	1,0	0,9	0,8	1,0	0,9
1	1	600	8,1	7,4	8,1	7,4	8,8	7,0	0,6	0,5	0,6	0,7	0,5	0,5
1	2	1	11,6	8,8	10,2	8,8	9,8	9,1	2,0	2,7	1,8	2,3	2,3	1,6
1	2	120	22,1	23,5	25,6	25,0	25,6	25,6	2,6	2,5	2,9	3,0	3,1	3,0
1	2	240	9,8	9,1	10,5	9,8	9,5	10,5	1,7	1,2	2,0	2,2	2,1	2,3
1	2	360	6,7	8,8	10,5	8,4	8,4	8,1	1,1	1,6	1,5	1,4	1,7	1,2
1	2	480	7,7	8,8	8,5	6,3	9,5	8,4	0,9	1,0	1,3	0,7	1,2	1,0
1	2	600	6,7	6,3	8,4	6,3	7,0	8,8	0,8	0,5	0,6	0,7	0,7	0,8
2	1	1	7,5	11,0	8,1	8,2	8,9	8,4	2,6	1,3	3,0	1,9	2,3	2,4
2	1	120	24,0	25,0	27,4	24,2	26,8	25,9	2,6	2,9	3,2	2,8	3,0	3,0
2	1	240	12,6	15,4	12,8	14,0	13,0	13,0	2,7	2,5	2,0	3,6	3,4	3,4
2	1	360	8,4	8,4	8,1	9,1	8,8	7,7	1,4	1,5	1,4	1,1	1,2	1,4
2	1	480	7,0	9,8	9,8	10,2	9,8	9,1	0,6	1,0	0,9	0,8	0,9	1,0
2	1	600	8,8	10,5	9,8	9,8	10,2	12,2	0,4	0,7	0,4	0,4	0,5	0,4
2	2	1	10,7	9,1	12,0	8,9	11,3	10,7	2,6	2,6	1,8	1,9	2,3	2,0
2	2	120	22,3	25,4	24,6	26,2	24,3	26,0	2,6	2,8	2,8	3,0	2,9	3,0
2	2	240	13,5	11,9	12,7	12,8	10,2	11,8	2,9	2,9	1,9	1,8	2,3	1,8
2	2	360	8,1	8,8	8,4	8,4	8,8	7,7	1,2	1,5	1,9	1,6	1,6	1,4
2	2	480	9,8	10,4	9,8	11,2	8,1	8,4	1,0	1,5	1,2	1,1	1,1	0,9
2	2	600	12,6	12,3	11,9	11,7	14,4	10,5	1,0	1,0	0,8	0,7	0,8	0,9

⁽¹⁾ 1 e 2 – Regime irrigado e regime não irrigado, respectivamente; ⁽²⁾ 1 e 2 - 'B-10' e 'Golden Star', respectivamente.

Tabela 51. Resultados do teor de potássio e cálcio no caule de caramboleiras, cultivadas em regime irrigado e não irrigado, em condições de campo

Irrigação ⁽¹⁾	Cultivares ⁽²⁾	Avaliações	Repetições											
			K (g kg ⁻¹)						Ca (g kg ⁻¹)					
dias			1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
1	1	1	7,2	10,2	7,7	7,1	6,9	7,0	10,7	13,4	12,2	11,2	11,5	13,0
1	1	120	26,5	27,5	24,7	28,1	27,0	27,2	11,6	14,3	13,8	12,7	11,9	13,3
1	1	240	13,0	13,7	14,0	14,2	10,4	12,6	12,4	15,2	15,4	14,1	12,2	13,5
1	1	360	6,5	8,0	6,3	7,5	8,1	7,2	7,4	6,7	6,5	7,7	8,8	7,1
1	1	480	5,4	5,6	2,3	6,0	5,4	5,8	6,6	8,6	6,5	6,2	7,3	6,2
1	1	600	0,5	4,1	4,2	3,6	3,8	3,2	6,1	6,2	7,1	6,0	6,6	5,8
1	2	1	7,7	7,1	8,2	8,5	8,4	6,7	13,0	12,7	12,0	11,3	13,3	12,7
1	2	120	25,8	25,4	25,7	25,6	26,0	23,6	13,5	13,4	13,1	14,1	14,1	12,7
1	2	240	10,3	6,8	9,1	9,3	9,3	11,0	14,0	14,1	14,1	16,9	14,8	12,6
1	2	360	6,4	9,0	6,4	7,3	7,2	6,9	6,5	5,8	6,4	7,0	6,5	7,0
1	2	480	6,0	6,0	7,4	5,6	6,8	6,5	7,1	7,7	7,7	6,0	5,9	5,1
1	2	600	4,1	3,1	4,2	3,8	3,6	4,1	8,5	4,9	7,0	8,3	7,7	7,6
2	1	1	8,3	11,3	8,9	7,1	9,5	8,5	11,7	14,5	14,0	11,0	12,9	12,7
2	1	120	24,3	25,9	27,2	27,3	27,0	26,8	13,1	13,7	14,2	12,0	12,6	13,4
2	1	240	16,1	16,4	15,1	17,3	13,9	15,4	14,5	13,0	14,3	12,9	12,3	14,2
2	1	360	7,2	8,0	8,9	8,9	8,9	8,2	6,6	5,7	5,6	6,2	5,8	6,1
2	1	480	5,4	5,7	5,5	6,0	6,3	5,8	6,5	8,0	8,0	5,5	5,4	5,7
2	1	600	2,8	3,2	1,8	2,5	3,4	2,9	7,7	6,9	8,0	7,7	7,9	9,7
2	2	1	9,2	6,9	8,1	7,1	8,1	7,8	15,2	13,2	16,1	14,5	16,2	14,8
2	2	120	24,6	28,6	25,2	26,0	25,1	25,5	14,0	11,5	13,9	13,3	15,0	13,9
2	2	240	14,3	14,1	15,0	12,4	12,9	13,0	12,7	9,7	11,7	12,1	13,7	13,1
2	2	360	7,1	8,6	9,1	7,8	9,0	9,0	6,8	7,2	7,4	6,5	6,0	5,0
2	2	480	6,5	7,4	6,4	6,7	5,7	6,0	7,4	7,8	6,7	9,6	9,6	6,3
2	2	600	3,3	4,8	3,1	3,6	4,2	3,3	8,2	7,8	8,3	7,4	6,7	6,5

⁽¹⁾ 1 e 2 – Regime irrigado e regime não irrigado, respectivamente; ⁽²⁾ 1 e 2 - 'B-10' e 'Golden Star', respectivamente.

Tabela 52. Resultados do teor de magnésio e enxofre no caule de caramboleiras, cultivadas em regime irrigado e não irrigado, em condições de campo

Irrigação ⁽¹⁾	Cultivares ⁽²⁾	Avaliações	Repetições											
			Mg (g kg ⁻¹)						S (g kg ⁻¹)					
dias			1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
1	1	1	3,3	4,4	3,2	3,1	3,2	3,8	1,1	1,4	1,1	0,9	1,0	1,1
1	1	120	2,8	3,1	3,1	2,8	3,0	3,0	2,3	2,6	2,4	2,3	2,4	2,5
1	1	240	3,4	4,9	4,1	4,8	3,3	4,0	1,2	1,5	1,5	1,6	1,1	1,4
1	1	360	2,6	2,7	2,5	3,0	3,2	2,7	0,9	0,8	0,8	0,9	0,9	0,8
1	1	480	2,6	2,7	2,6	2,4	2,7	2,5	0,7	0,9	0,8	0,6	0,8	0,7
1	1	600	2,3	2,5	2,5	2,7	2,3	2,3	0,8	0,9	0,8	0,9	0,9	0,7
1	2	1	4,4	3,4	3,8	3,0	3,5	3,2	1,6	1,0	1,0	0,8	1,0	0,6
1	2	120	2,8	2,7	2,8	2,8	3,4	2,6	2,0	2,2	2,2	2,3	2,1	2,3
1	2	240	3,3	2,9	2,8	3,6	4,0	3,6	1,0	1,1	1,3	1,5	1,1	1,1
1	2	360	2,9	2,9	2,6	3,2	3,0	2,9	0,8	0,8	0,9	0,7	0,7	0,6
1	2	480	2,7	2,6	3,4	2,4	2,8	2,4	0,7	0,7	1,0	0,9	0,8	0,6
1	2	600	2,8	2,2	2,7	2,4	2,9	2,3	0,8	0,7	0,7	0,8	0,8	0,9
2	1	1	3,2	4,9	3,9	3,2	4,0	3,7	1,2	1,6	1,4	1,0	1,4	1,3
2	1	120	2,6	2,9	3,2	2,8	3,0	3,0	2,1	2,4	2,5	2,3	2,4	2,4
2	1	240	4,6	3,1	2,4	4,1	4,2	4,6	1,6	1,3	1,3	1,7	1,7	1,4
2	1	360	3,0	2,5	2,4	2,2	2,4	2,2	1,0	0,8	0,8	0,7	0,8	0,8
2	1	480	2,1	2,6	2,3	2,1	2,5	2,4	0,6	0,9	0,9	0,9	1,0	0,9
2	1	600	2,1	2,5	2,5	2,3	2,4	3,0	0,8	0,9	0,7	0,7	0,7	0,6
2	2	1	5,0	3,6	4,7	3,3	4,4	4,1	2,1	1,1	1,3	0,9	1,5	1,3
2	2	120	2,7	2,9	2,8	2,9	3,0	2,8	2,0	2,3	2,1	2,3	2,1	2,3
2	2	240	3,6	3,2	3,2	3,1	3,9	2,4	1,3	0,8	1,1	1,2	1,0	0,8
2	2	360	2,8	3,4	2,8	2,8	2,7	2,5	0,8	1,0	0,8	0,8	0,7	0,7
2	2	480	2,8	3,5	2,6	2,8	2,7	2,5	0,9	1,4	1,0	0,9	0,8	0,7
2	2	600	3,0	3,2	2,7	2,6	2,6	3,0	1,0	1,4	1,0	0,9	1,0	0,9

⁽¹⁾ 1 e 2 – Regime irrigado e regime não irrigado, respectivamente; ⁽²⁾ 1 e 2 - 'B-10' e 'Golden Star', respectivamente.

Tabela 53. Resultados do teor de boro e cobre no caule de caramboleiras, cultivadas em regime irrigado e não irrigado, em condições de campo

Irrigação ⁽¹⁾	Cultivares ⁽²⁾	Avaliações	Repetições											
			1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
		dias	B (mg kg ⁻¹)						Cu (mg kg ⁻¹)					
1	1	1	28	27	30	25	28	28	46	48	45	45	46	45
1	1	120	28	36	36	26	32	34	9	9	9	8	10	9
1	1	240	27	32	36	28	32	34	9	10	10	12	9	12
1	1	360	10	11	10	14	12	10	7	5	3	6	5	6
1	1	480	10	12	12	11	11	8	3	4	4	3	3	3
1	1	600	8	6	9	7	6	7	6	3	4	5	6	4
1	2	1	21	21	23	24	25	28	54	52	51	50	49	51
1	2	120	38	29	27	28	27	34	9	6	8	8	9	9
1	2	240	15	18	19	19	21	17	8	13	10	13	11	11
1	2	360	14	12	12	14	16	13	4	5	5	4	6	3
1	2	480	9	11	11	11	11	11	2	3	2	1	1	2
1	2	600	7	6	7	6	6	6	3	3	4	2	3	3
2	1	1	22	25	27	25	25	28	43	47	46	43	48	47
2	1	120	27	32	36	28	32	34	8	8	10	10	9	9
2	1	240	19	16	18	16	19	18	9	10	9	8	9	10
2	1	360	12	11	11	11	11	11	1	2	1	1	2	3
2	1	480	12	11	11	11	10	12	2	4	1	3	1	2
2	1	600	6	6	5	6	7	6	3	4	3	2	4	4
2	2	1	22	21	25	22	21	23	79	73	76	75	77	72
2	2	120	27	27	30	34	28	28	8	7	8	8	8	9
2	2	240	16	17	12	17	18	18	10	8	9	8	11	11
2	2	360	10	12	10	11	10	10	3	3	1	2	2	1
2	2	480	11	11	10	11	14	10	1	3	2	4	3	1
2	2	600	6	8	7	6	6	6	4	4	4	4	3	2

⁽¹⁾ 1 e 2 – Regime irrigado e regime não irrigado, respectivamente; ⁽²⁾ 1 e 2 - 'B-10' e 'Golden Star', respectivamente.

Tabela 54. Resultados do teor de ferro e manganês no caule de caramboleiras, cultivadas em regime irrigado e não irrigado, em condições de campo

Irrigação ⁽¹⁾	Cultivares ⁽²⁾	Avaliações	Repetições											
			Fe (mg kg ⁻¹)						Mn (mg kg ⁻¹)					
dias			1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
1	1	1	54	63	58	61	68	52	300	282	297	291	300	284
1	1	120	50	54	56	50	50	52	290	296	320	290	303	278
1	1	240	103	105	116	111	99	109	274	265	252	240	248	283
1	1	360	60	37	49	39	48	42	213	217	219	195	218	200
1	1	480	37	39	32	27	39	28	214	215	206	218	202	204
1	1	600	78	88	99	83	81	81	197	194	203	191	197	184
1	2	1	45	50	55	59	67	58	360	340	337	349	355	363
1	2	120	66	57	52	40	50	58	305	289	284	287	304	304
1	2	240	235	268	235	246	223	216	250	238	231	225	253	245
1	2	360	47	42	48	77	66	58	190	197	210	172	169	170
1	2	480	32	35	38	35	38	24	174	210	217	212	191	208
1	2	600	74	60	92	72	66	93	159	162	181	170	187	197
2	1	1	66	86	81	56	78	72	370	357	393	374	396	376
2	1	120	45	49	56	43	52	51	296	286	328	289	302	294
2	1	240	108	101	128	126	110	117	323	291	307	314	317	300
2	1	360	44	40	33	42	46	38	197	205	204	189	197	210
2	1	480	31	47	55	35	46	40	285	296	299	290	287	278
2	1	600	60	55	47	56	58	67	197	196	190	200	199	198
2	2	1	72	58	60	55	59	58	287	260	264	273	273	278
2	2	120	56	57	46	47	49	57	275	260	268	262	261	258
2	2	240	135	140	152	185	143	167	263	261	272	250	250	238
2	2	360	90	54	50	41	34	48	171	170	151	160	175	162
2	2	480	50	93	43	78	77	57	318	330	290	330	324	321
2	2	600	57	94	63	69	72	82	250	276	255	279	284	290

⁽¹⁾ 1 e 2 – Regime irrigado e regime não irrigado, respectivamente; ⁽²⁾ 1 e 2 - 'B-10' e 'Golden Star', respectivamente.

Tabela 55. Resultados do teor de zinco no caule de caramboleiras, cultivadas em regime irrigado e não irrigado, em condições de campo

Irrigação ⁽¹⁾	Cultivares ⁽²⁾		Repetições					
	Avaliações			1	2	3	4	5
dias			Zn (mg kg ⁻¹)					
1	1	1	168	165	162	160	175	163
1	1	120	151	147	150	154	144	149
1	1	240	134	128	137	148	112	135
1	1	360	59	57	49	50	58	53
1	1	480	59	51	47	42	59	38
1	1	600	68	74	73	65	53	46
1	2	1	170	151	156	166	196	158
1	2	120	145	132	143	161	173	143
1	2	240	120	113	129	155	150	127
1	2	360	58	56	62	73	71	52
1	2	480	35	47	51	32	44	29
1	2	600	33	34	42	38	32	61
2	1	1	178	170	182	175	187	184
2	1	120	183	174	177	179	183	190
2	1	240	188	177	171	182	180	197
2	1	360	75	72	77	74	80	78
2	1	480	81	88	84	96	89	59
2	1	600	58	66	45	43	41	56
2	2	1	218	195	210	209	211	205
2	2	120	164	151	159	162	163	155
2	2	240	140	134	137	146	144	134
2	2	360	77	67	51	60	56	64
2	2	480	72	78	93	81	85	78
2	2	600	60	67	78	64	73	54

⁽¹⁾ 1 e 2 – Regime irrigado e regime não irrigado, respectivamente; ⁽²⁾ 1 e 2 - 'B-10' e 'Golden Star', respectivamente.