

**MARIA IRISVALDA LEAL GONDIM CAVALCANTI**

**EFEITO DA DENSIDADE DE PLANTIO EM MANGUEIRAS 'TOMMY  
ATKINS' NA MICRORREGIÃO DE TERESINA**

TERESINA – PI

MAIO – 2009

**MARIA IRISVALDA LEAL GONDIM CAVALCANTI**

**EFEITO DA DENSIDADE DE PLANTIO EM MANGUEIRAS 'TOMMY  
ATKINS' NA MICRORREGIÃO DE TERESINA**

Orientador: Prof. Dr. José Algaci Lopes da Silva

Coorientador: Dr. Carlos Antonio Ferreira de Sousa

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Piauí, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Agronomia na área de Produção Vegetal.

TERESINA – PI

MAIO – 2009

**EFEITO DA DENSIDADE DE PLANTIO EM MANGUEIRAS 'TOMMY  
ATKINS' NA MICRORREGIÃO DE TERESINA**

**MARIA IRISVALDA LEAL GONDIM CAVALCANTI**

Agrônoma

Aprovada em \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

**Comissão Julgadora:**

---

Prof. Dr. José Algaci Lopes da Silva – Presidente  
DPPA/CCA/UFPI

---

Pesq. Dr. Carlos Antonio Ferreira de Sousa – Titular  
Embrapa Meio-Norte

---

Pesq. Dr. Humberto Umbelino de Sousa – Titular  
Embrapa Meio-Norte

---

Pesq. Dr. Eugênio Celso Emérito Araújo – Titular  
Embrapa Meio-Norte

Se as coisas são inatingíveis... Ora!  
Não é motivo para não querê-las...  
Que tristes os caminhos, se não fora  
A presença distante das estrelas!

Mário Quintana

## EU DEDICO

Ao meu querido esposo, José Leite.

Aos meus queridos filhos, Filipe e Matheus.

Aos meus queridos pais, João e Carmelita.

Aos meus queridos irmãos, Edvaldo, Iolanda, Iracema, Iraídes e Edvarton.

Aos meus queridos sobrinhos e cunhados.

## AGRADECIMENTOS

A Deus, pela luz concedida, que me permitiu enxergar as respostas necessárias à minha condução nesta etapa da minha vida.

À Universidade Federal do Piauí, ao Centro de Ciências Agrárias e, em especial, ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, pela oportunidade de realizar este curso e contribuir com meu desenvolvimento profissional.

À CAPES, pela concessão da bolsa de estudos.

À Embrapa Meio-Norte, pela parceria com a Universidade Federal do Piauí, que me proporcionou a realização desta dissertação, permitindo a execução do projeto nas suas instalações.

Ao BNB, pelo apoio financeiro ao projeto.

Ao Prof. Dr. José Algaci Lopes da Silva, pela orientação, prontidão em atender-me, pelos ensinamentos, incentivo e, principalmente, pela confiança depositada em mim. Os seus valiosos ensinamentos levarei comigo para sempre.

Ao pesquisador Dr. Carlos Antonio Ferreira de Sousa pela orientação, por toda a aprendizagem proporcionada com a convivência diária, pelo respeito, paciência, amizade e por todo o tempo dedicado ao nosso projeto. Obrigada por abrir as portas da sua casa e proporcionar-me a convivência com sua linda família. Meu mestre, obrigada por tudo!

À Coordenação do PPGA, pelo comprometimento junto a este programa de pós-graduação e acessibilidade aos mestrandos.

À Comissão Examinadora, pela disponibilidade e contribuição ao trabalho.

Aos professores do Mestrado em Agronomia da UFPI, pela formação. O crescimento proporcionado pelos seus ensinamentos é algo irreversível.

Aos funcionários da pós-graduação, em especial ao Vicente, pelo respeito e carinho que sempre me dispensaram.

Aos pesquisadores e funcionários da Embrapa Meio-Norte.

Ao pesquisador da Embrapa Meio-Norte, Dr. Valdenir Queiroz Ribeiro, pela sua valiosa contribuição nas análises estatísticas e principalmente pela prontidão com que sempre me atendeu.

Ao técnico da Embrapa Meio-Norte, Erisvaldo Bispo Cardoso, pelos momentos dedicados e compartilhados no campo.

À laboratorista da Embrapa Meio-Norte, Clenilda Tolentino, e às estagiárias do Laboratório de Fisiologia Vegetal da Embrapa Meio-Norte, em especial Sully, Mônica e Ellen pela prontidão em colaborar nas análises dos frutos.

À bibliotecária da Embrapa Meio-Norte, Orlane da Silva Maia, por todas as orientações prestadas nas referências bibliográficas.

À Dr<sup>a</sup>. Sandra (Sandrinha), bolsista da Embrapa Meio-Norte, pelos ensinamentos, dicas e brincadeiras compartilhadas no nosso convívio diário.

Aos pesquisadores da Embrapa Meio-Norte Dr. Luís Fernando, Dr. Edvaldo Sagrilo, Dr<sup>a</sup>. Marissônia e Dr<sup>a</sup>. Mariana, pelos ensinamentos, e pela agradável convivência.

À Universidade Estadual do Piauí, que me proporcionou a realização do estágio supervisionado.

À Prof<sup>a</sup>. Emília Ordones Saleh, pela aprendizagem proporcionada, carinho e agradável convivência quando na realização do estágio na disciplina de Fitofisiologia sob sua supervisão.

Aos amigos da pós-graduação, pelos ensinamentos e sonhos compartilhados, pela força nas dificuldades, pelos momentos de descontração. A amizade de vocês é eterna para mim.

À querida Lílian, pelos inesquecíveis finais de semana dedicados conjuntamente à Fertilidade dos Solos, pela contribuição valiosa em assuntos de informática e pelas “conversas e cafés filosóficos”.

À querida Nadine, por compartilharmos inesquecíveis momentos (principalmente as noites fisiológicas) de estudo e crescimento.

Às amigas, Simone, Ruty e Joseane pelo “Clima” que vivenciamos, principalmente aquele aos domingos.

Aos queridos amigos, Jadson, Douglas, Antônio Almeida, Fabrício, Francisco Ferreira, Adriana, pelos ricos momentos de aprendizagem compartilhados ao longo do curso.

Aos meus queridos amigos Clemilton e Fernando. A nossa amizade levarei comigo para sempre.

À querida Paula Verena, pela companhia nas noites dedicadas à disciplina Técnicas Experimentais em Agronomia e pelas “viagens” e “mergulhos” que fizemos juntas na Fisiologia Vegetal.

**À FAMÍLIA**

Ao meu querido esposo, José Leite Gondim Cavalcanti, pelo incentivo, por acreditar na minha capacidade, entender a minha ausência e pela paciência. Obrigada por estarmos juntos nesta caminhada. O seu amor e o seu apoio fizeram toda a diferença, sem você eu não conseguiria.

Aos meus filhos Filipe e Matheus. Com vocês ao meu lado eu sou, eu tenho, eu posso tudo.

Aos meus amados pais, João e Carmelita, pelos ensinamentos que desde cedo guiam meus passos, e aos meus irmãos, sobrinhos e cunhados, que sempre me amaram e estiveram presentes em todas as decisões da minha vida.



## SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	x
LISTA DE TABELAS.....	xii
RESUMO.....	xiii
ABSTRACT.....	xv
1.0 INTRODUÇÃO.....	1
2.0 OBJETIVO.....	3
2.1 GERAL:.....	3
2.2 ESPECÍFICOS:.....	3
3.0 REVISÃO DE LITERATURA.....	4
3.1 PRINCÍPIOS E BENEFÍCIOS DO ADENSAMENTO DE PLANTAS.....	4
3.2 ADENSAMENTO DE PLANTAS E CRESCIMENTO VEGETATIVO.....	5
3.3 ADENSAMENTO DE PLANTAS E PRODUTIVIDADE.....	6
3.4 ADENSAMENTO DE PLANTAS E QUALIDADE DOS FRUTOS.....	8
3.5 ADENSAMENTO DE PLANTAS, NUTRIENTES MINERAIS NAS FOLHAS E PARTICIONAMENTO DE ASSIMILADOS.....	9
4.0 MATERIAL E MÉTODOS.....	12
4.1 CARACTERIZAÇÃO DA REGIÃO.....	12
4.2 MATERIAL VEGETAL.....	13
4.3 TRATOS CULTURAIS.....	13
4.4 MANEJO DE ADUBAÇÃO.....	14
4.5 MANEJO DE IRRIGAÇÃO.....	16
4.6 PROCESSO DE INDUÇÃO FLORAL.....	16
4.7 TRATAMENTOS E DELINEAMENTO EXPERIMENTAL.....	16
4.8 CARACTERÍSTICAS AVALIADAS.....	17
4.8.1 Características vegetativas.....	17
4.8.2 Características reprodutivas.....	18
4.8.3 Qualidade dos frutos.....	18
4.8.4 Teores de nutrientes minerais nas folhas.....	19
4.8.5 Análises estatísticas.....	19
5.0 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	21
5.1 CARACTERÍSTICAS VEGETATIVAS.....	21
5.2 CARACTERÍSTICAS REPRODUTIVAS.....	26

5.3	QUALIDADE DOS FRUTOS.....	28
5.4	CONCENTRAÇÃO DE NUTRIENTES MINERAIS NAS FOLHAS.....	29
6.0	CONCLUSÕES.....	32
7.0	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	33
	APÊNDICES .....	43

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Precipitações pluviométricas (A) e média de evaporação do tanque Classe “A” (B) registradas durante o período experimental na estação meteorológica instalada na base física da Embrapa Meio-Norte, em Teresina, PI..... 12
- Figura 2.** Temperaturas registradas nos anos de 2007 (A) e 2008 (B) na estação meteorológica instalada na base física da Embrapa Meio-Norte, em Teresina, PI..... 12
- Figura 3.** Altura média das mangueiras ‘Tommy Atkins’ submetidas a diferentes densidades populacionais em Teresina, PI, nos anos de 2007 (A) e 2008 (B)..... 21
- Figura 4.** Diâmetro médio do caule na região do porta-enxerto em mangueiras ‘Tommy Atkins’ submetidas a diferentes densidades populacionais em Teresina, PI, nos anos de 2007 (A) e 2008 (B)..... 22
- Figura 5.** Diâmetro médio do caule na região do enxerto em mangueiras ‘Tommy Atkins’ submetidas a diferentes densidades populacionais em Teresina, PI, nos anos de 2007 (A) e 2008 (B)..... 22
- Figura 6.** Espessura média da copa em mangueiras ‘Tommy Atkins’ submetidas a diferentes densidades populacionais em Teresina, PI..... 22
- Figura 7.** Diâmetro médio da copa no sentido da linha de plantio, em mangueiras ‘Tommy Atkins’ submetidas a diferentes densidades populacionais em Teresina, PI, nos anos de 2007 (A) e 2008 (B)..... 23
- Figura 8.** Diâmetro médio da copa no sentido da entrelinha de plantio, em mangueiras ‘Tommy Atkins’ submetidas a diferentes densidades populacionais em Teresina, PI, nos anos de 2007 (A) e 2008 (B)..... 23
- Figura 9.** Número (A) e comprimento (B) médios dos brotos apicais em mangueiras ‘Tommy Atkins’ submetidas a diferentes densidades populacionais em Teresina, PI, no ano de 2007..... 23
- Figura 10.** Porcentagem média de ramos compactados (A) e que não emitiram brotação (B) em mangueiras ‘Tommy Atkins’ submetidas a diferentes densidades populacionais em Teresina, PI..... 24
- Figura 11.** Número (A) e porcentagem (B) médios de brotos florais em mangueiras ‘Tommy Atkins’ submetidas a diferentes densidades populacionais em Teresina, PI..... 26
- Figura 12.** Comprimento médio das panículas em mangueiras ‘Tommy Atkins’ submetidas a diferentes densidades populacionais em Teresina, PI..... 26
- Figura 13.** Número médio (A) e massa média total (B) dos frutos por planta em mangueiras ‘Tommy Atkins’ submetidas a diferentes densidades populacionais em Teresina, PI..... 27

- Figura 14.** Massa do epicarpo+endocarpo+semente (A) e diâmetro ventral (B), dos frutos de mangueiras 'Tommy Atkins' submetidas a diferentes densidades populacionais em Teresina, PI..... 29
- Figura 15.** Firmeza dos frutos de mangueiras 'Tommy Atkins' submetidas a diferentes densidades populacionais em Teresina, PI..... 29
- Figura 16.** Teores de fósforo (A), boro (B), cobre (C) e zinco (D) em folhas de mangueiras 'Tommy Atkins' submetidas a diferentes densidades populacionais em Teresina, PI..... 30

**LISTA DE TABELAS**

- Tabela 1.** Resultados das análises químicas do solo no pomar de mangueira 'Tommy Atkins' instalado na Embrapa Meio-Norte, Teresina, PI, abril/2007. ... 14
- Tabela 2.** Resultados das análises físicas do solo no pomar de mangueira 'Tommy Atkins' instalado na Embrapa Meio-Norte, Teresina, PI, abril/2007. ... 15
- Tabela 3.** Resultados das análises químicas do solo no pomar de mangueira 'Tommy Atkins' instalado na Embrapa Meio-Norte, Teresina, PI, março/2008. .... 15
- Tabela 4.** Resultados das análises físicas do solo no pomar de mangueira 'Tommy Atkins' instalado na Embrapa Meio-Norte, Teresina, PI, março/2008. .... 15
- Tabela 5.** Teores médios de macronutrientes e micronutrientes nas folhas das mangueiras, 'Tommy Atkins' no pomar instalado na Embrapa Meio-Norte, Teresina, PI. .... 15
- Tabela 6.** Estimativas do número de frutos por planta (NFP), da massa dos frutos por planta (MFP) e da produção de frutos por área (MFA) em mangueiras 'Tommy Atkins' submetidas a diferentes densidades populacionais. .... 28

## RESUMO

A mangueira (*Mangifera indica* L.) é uma das principais espécies frutíferas tropicais cultivadas no Brasil seja pela área plantada e quantidade de frutos produzidos e comercializados, seja pelo volume de recursos gerados. Entre os estados brasileiros produtores de manga, destacam-se a Bahia, São Paulo e Pernambuco. No Nordeste brasileiro, no Trópico Semiárido, especialmente no Vale do Rio São Francisco, são produzidos mais de 90 % da manga exportada pelo País. Parte da competitividade da mangicultura nordestina deve-se a uma política de crédito oficial, abundante e acessível, voltada para o investimento em fruticultura irrigada, tendo como foco o mercado externo. O Estado do Piauí também foi beneficiado por essa política, tendo sido implantados quase 2.000 ha com mangueiras, principalmente na microrregião de Teresina. A cultivar Tommy Atkins representou cerca de 80 % das árvores nos pomares instalados no estado, reproduzindo a proporção dessa cultivar em relação às demais nas principais regiões produtoras de manga do Brasil. No entanto, o sucesso da mangueira 'Tommy Atkins' na Região Nordeste do Brasil se restringiu ao Semiárido, pois a mesma apresentou sérios problemas nas áreas com precipitações pluviométricas e temperaturas mais elevadas. Na microrregião de Teresina essa cultivar apresentou crescimento vegetativo excessivo e dificuldades na indução floral, que culminaram em baixa produção de frutos. Esses problemas, juntamente com as questões relativas ao mercado, foram decisivos para o insucesso da atividade nessa microrregião. Para contorná-los, a pesquisa tem buscado várias alternativas, que incluem o melhoramento genético, a melhoria do processo de indução floral, a substituição da copa por cultivares mais adaptadas e produtivas, além do adensamento do plantio. Como parte dos esforços para atender a essa última alternativa listada, planejou-se este experimento com o objetivo de estudar o adensamento populacional da mangueira 'Tommy Atkins' nas condições edafoclimáticas da microrregião de Teresina, PI, e suas implicações sobre o crescimento vegetativo e reprodutivo das plantas, os teores de nutrientes nas folhas, a produção e a qualidade dos frutos. Os tratamentos consistiram em cinco densidades de plantio: 250 (testemunha), 357, 555, 1.000 e 1.250 plantas.ha<sup>-1</sup>, correspondendo aos espaçamentos de 8 m x 5 m, 7 m x 4 m, 6 m x 3 m, 5 m x 2 m e 4 m x 2 m respectivamente. Foram avaliadas características vegetativas (altura das

plantas, diâmetro do caule 10 cm acima e 10 cm abaixo do ponto de enxertia, espessura da copa, diâmetro da copa no sentido da linha e da entrelinha de plantio, número total de brotos apicais, ramos compactados, ramos que não emitiram brotação e comprimento dos brotos vegetativos) e reprodutivas (número e porcentagem de brotos florais, comprimento das panículas, número e massa total de frutos por planta), qualidade dos frutos (massa do fruto, massa do epicarpo+endocarpo+semente, massa da polpa, comprimento do fruto, diâmetro ventral e dorsal, firmeza, °Brix, acidez total titulável e pH) e teores de macro (N, P, K, Ca, Mg, S) e micronutrientes (B, Cu, Fe, Mn, Na, Zn) nas folhas. O adensamento de plantio da mangueira 'Tommy Atkins' na microrregião de Teresina provocou, de maneira geral, uma tendência de redução das dimensões individuais das características vegetativas e reprodutivas das plantas. Entretanto, o adensamento até 357 plantas.ha<sup>-1</sup> (7 m x 4 m), apesar de resultar em diminuição do crescimento das plantas e da produção de frutos por planta, aumentou em 30 % a produção de frutos por área em relação à densidade de plantio tradicional, com estande de 250 plantas.ha<sup>-1</sup> (8 m x 5 m). A partir de 555 plantas.ha<sup>-1</sup> (6 m x 3 m) em diante, a diminuição do crescimento das plantas se acentuou, juntamente com a redução da porcentagem de florescimento, da produção de frutos por planta e da produção de frutos por área. À medida que se aumentou o adensamento do pomar ocorreu aumento da firmeza e da massa do epicarpo+endocarpo+semente, e diminuição do diâmetro ventral nos frutos. Nas folhas ocorreram aumento dos teores de P, B e Zn, e redução do teor de Cu.

## ABSTRACT

The mango tree is one of the main tropical fruit species cultivated in Brazil in terms of the large areas planted, where great amounts of fruit are produced and commercialized, or due to the financial resources. The Brazilian states that are known for the production of mangoes are Bahia, São Paulo and Pernambuco . In the semi-arid tropics of the Brazilian Northeast, specifically in the São Francisco River Valley, more than 90 % of the mangoes exported by the country are produced. Part of the competitiveness among mango growers in the Northeast is due to a policy which offers abundant and accessible lines of credit to be used in irrigated fruit orchards, with the external market as their prime objective. The state of Piauí has also benefitted from this system, 2000 hectares of mango orchards were planted, principally in the micro-region of Teresina. Eighty percent of the orchards in the state are composed of the cv Tommy Atkins - reproducing a larger proportion of this cultivar compared to other regions that are important contributors in produce of mango in Brazil. However, the success of the mango tree in the Northeast of Brazil is limited to the semi-arid region. It presented serious problems in areas of heavy rainfall and high temperatures. In the micro-region of Teresina, this plant presented excessive vegetative growth and a difficulty of floral induction, which culminated in low production of the fruit. These problems together with questions relative to the market, were decisive in the failure of this activity in this micro-region. In order to solve this situation, various alternatives have been researched, including- genetic breeding, the floral induction process, changing the crown for more adapted and productive cultivars and high density planting. As part of efforts to meet this last alternative listed, this experiment was carried out to study the planting density of mango 'Tommy Atkins' in the micro-region of Teresina, PI, and their implications on the vegetative and reproductive growth plants, the nutrient content in leaves and fruit quality. The treatments consisted in five planting densities: 250 (control, 357, 555, 1000 and 1250 plants.ha<sup>-1</sup>. This corresponds to spacing of 8 m x 5 m, 7 m x 4 m, 6 m x 3 m, 5 m x 2 m e 4 m x 2 m, respectively. Vegetative (plant height, stem diameter 10 cm above and 10 cm below the point of grafting, the crown thickness, diameter of the crown on the line and between the line of planting, the total number of branches, branches compressed, branches not sprouting and length of the shoots) and



reproductive (number and percentage of flower shoots, length of panicle, number and weight of fruits per plant) characteristics, fruit quality (fruit weight, weight of the epicarp + stone, weight of the pulp, fruit length, fruit diameter dorsal and ventral, fruit firmness, °Brix, titratable acidity and pH) and the levels of macro (N, P, K, Ca, Mg, S) and micronutrients (B, Cu, Fe, Mn, Na, Zn) in the leaves were evaluated. The planting density of 'Tommy Atkins' mangoes triggered in the microregion of Teresina, in general, a trend of reduction in size of the individual characteristics of vegetative and reproductive plants. However, the density up to 357 plants.ha<sup>-1</sup> (7 m X 4 m), although results in reduction in plant growth and fruit yield per plant, increased by 30% the fruit yield per area compared with the traditional planting density, which had a stand of 250 plants.ha<sup>-1</sup> (8 m X 5 m). From 555 plants.ha<sup>-1</sup> (6 m X 3 m) on, the decrease in plant growth was accentuated with the reduction in the flowerig percentage and fruit yield per plant, resulting in a drastic reduction on fruit production per area. When the density of the orchard was increased, there was a heightening in firmness and weight of epicarp+stone+seed, and decrease in the ventral fruit diameter. In the leaves, there were increases in levels of P, B and Zn, and reduction in levels of Cu.

## 1.0 INTRODUÇÃO

A mangueira (*Mangifera indica* L.) é uma das principais espécies frutíferas tropicais cultivadas no Brasil. Em 2007, a produção brasileira alcançou 1.272.184 t de frutos em uma área de 79.246 ha, gerando R\$ 657.451.000,00 (IBRAF, 2008). Entre os estados brasileiros produtores de manga, destacam-se a Bahia, São Paulo e Pernambuco (IBRAF, 2008). Em 2008, tomando-se como base os recursos e o volume exportado no segmento de frutas frescas, a manga ocupou o terceiro e o segundo lugar respectivamente, com receitas da ordem de US\$ 118.703.985 referentes a 133.724 t de frutos. Os principais compradores da manga produzida no Brasil são a União Europeia, os Estados Unidos e países da Ásia. Mais de 90 % da manga exportada pelo Brasil é produzida no Vale do Rio São Francisco (ANUÁRIO BRASILEIRO..., 2007), em plena região semiárida do Nordeste, onde predominam os pomares instalados com a cv. Tommy Atkins (COSTA e FERNANDES, 2004; LIRIO, 2004). Pelo fato de possuir as características demandadas pelo mercado, essa cultivar tornou-se a mais produzida e a mais comercializada no mundo (COSTA e FERNANDES, 2004; ROZANE et al., 2004).

Muito da competitividade da mangicultura nordestina deve-se a uma política de crédito oficial de fácil acesso e abundante, voltada para o investimento em fruticultura irrigada, tendo como foco o mercado externo, a qual ocorreu entre o final da década de 1980 e o início da década de 1990. A cultura da manga foi uma das mais beneficiadas tanto em área quanto em volume de recursos aplicados, impulsionada pelo aumento da demanda interna e pelo interesse crescente dos mercados internacionais. Durante esse período foram plantados, aproximadamente, 1.870 ha com mangueiras no Estado do Piauí, principalmente na microrregião de Teresina, onde a cv. Tommy Atkins representa cerca de 80 % das árvores nos pomares instalados (VASCONCELOS et al., 1998), a exemplo do que ocorre em outras regiões produtoras de manga do Brasil (LIRIO, 2004).

O sucesso da mangueira 'Tommy Atkins' na Região Nordeste do Brasil se restringiu ao Semi árido, uma vez que a mesma apresentou sérios problemas nas áreas com precipitações pluviométricas e temperaturas mais elevadas. No Piauí, passada a euforia inicial, os produtores logo perceberam as dificuldades de adaptação dessa cultivar às nossas condições edafoclimáticas, que se refletiram em

crescimento vegetativo excessivo, manejo nutricional inadequado, dificuldade de indução floral, falta de definição de um manejo para a condução da parte aérea e do espaçamento apropriado para a região. Todos esses problemas culminaram em baixa produção de frutos e, juntamente com as questões relativas ao mercado, foram decisivos para o insucesso da atividade.

De acordo com a literatura, parte dos problemas listados acima poderia ser previsível para a cultivar em questão, quando submetida às condições tropicais úmidas (CAMPBELL e WASIELEWSKY, 2000; DAVENPORT e NUÑEZ-ELISEA, 1997; KULKARNI e HAMILTON, 1997). Independentemente dos erros cometidos, que redundaram nos problemas atuais, as instituições de pesquisa agrícola que atuam na região têm buscado alternativas para contorná-los. Entre os trabalhos de pesquisa em andamento, estão o melhoramento genético, a melhoria do processo de indução floral, a mudança da copa por cultivares mais adaptadas e mais produtivas e o adensamento dos plantios. Esse último parece ser o mais viável em curto prazo, pois demanda menos tempo por parte da pesquisa para se concretizar e necessita de menor investimento.

O adensamento de plantio, como forma de aumentar a produção por área e reduzir custos, é uma técnica que vem sendo empregada largamente na fruticultura com manga (GIL-ALBERT, 1997; IYER e KURIAN, 1992; KULKARNI e HAMILTON, 1997; MISTRY e PATEL, 2006; NATH et al., 2007; RAM, 1996), maçã (GOEDEGEBURE, 1980; KREUZ et al., 2006; WINTER, 1986), goiaba (SINGH et al., 2007), banana (PEREIRA et al., 2000; ZONETTI et al., 2002), pera (POLICARPO et al., 2006), citros (STUCHI, 2005), uva (REYNOLDS et al., 2004a, 2004b), figo (YAMAKURA et al., 2008) nas culturas de grãos (ALMEIDA et al., 2000; CASAL et al., 1985; STRIEDER et al., 2008), e na floricultura (GOWDA et al., 1994). Em manga surgiram vários estudos que embasaram a utilização dessa tecnologia em diferentes países, com relatos de produtividades de frutos que se aproximam de 40 t.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup> (OOSTHUYSE, 1993a,b; 1994; RAM e SIROHI, 1991), valor, no mínimo, cinco vezes superior à produtividade média mundial (FIVAZ e STASSEN, 1997; NATH et al., 2007). A tendência de aumento da densidade de plantio é uma realidade observada também no Brasil, não apenas para aumentar a produção de frutos por área, mas também porque a terra começa a se tornar um recurso caro e

escasso, cuja incorporação de novas áreas ao processo produtivo esbarra em limitações legais, econômicas e ambientais.

Os efeitos da densidade de plantio sobre as plantas, no entanto, dependem das variáveis extrínsecas, como as condições de solo e clima, e intrínsecas, que dizem respeito às plantas, como porta-enxerto, vigor da copa e idade (POLICARPO et al., 2006; YAMAKURA et al., 2008). Consequentemente, os estudos para embasar o adensamento de plantio devem ser conduzidos em cada região produtora. Sendo assim, diante do volume de trabalhos publicados e da consistência das informações sobre o aumento da densidade de plantio e o conseqüente aumento da produtividade dos pomares, conduziu-se um experimento para se estudar o adensamento populacional da mangueira 'Tommy Atkins' nas condições edafoclimáticas da microrregião de Teresina, no Estado do Piauí.

## **2.0 OBJETIVO**

### **2.1 GERAL:**

Avaliar o adensamento populacional da mangueira 'Tommy Atkins' nas condições edafoclimáticas da microrregião de Teresina, PI.

### **2.2 ESPECÍFICOS:**

- Avaliar o efeito do adensamento sobre o crescimento vegetativo e produtivo das plantas.
- Avaliar o efeito do adensamento sobre a qualidade dos frutos.
- Avaliar o efeito do adensamento sobre os teores de nutrientes nas folhas.
- Determinar qual espaçamento favorece maior produção de frutos por área.

### 3.0 REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1 PRINCÍPIOS E BENEFÍCIOS DO ADENSAMENTO DE PLANTAS

O adensamento de plantas é uma técnica que serve para utilizar a terra de forma mais rentável e eficiente. Sua função básica é limitar a zona de exploração disponível a cada planta no que diz respeito à luz, água e nutrientes, para que uma maior produção seja alcançada na menor área possível (LICHTEMBERG, 1984; SINGH et al., 2007). Atualmente, é o método mais utilizado para aumentar a produtividade em pomares. Seus princípios baseiam-se no preenchimento do espaço destinado a cada planta o mais rapidamente possível (NATH et al., 2007). Entretanto, deve-se ter cuidado no ajuste do espaçamento, o qual não pode ser pequeno demais, a ponto de promover o estiolamento da planta e dificultar a circulação de ar, e não pode ser muito grande, a ponto de favorecer o aparecimento de muitas espécies daninhas (SOUTO et al., 1997).

De acordo com Pavan e Chaves (1996), o adensamento de plantas é um sistema conservacionista que protege o solo, diminui as perdas por erosão e lixiviação, diminui a oxidação da matéria orgânica e proporciona melhorias no sistema de reciclagem de nitrogênio e outros nutrientes. Adicionalmente, o sistema adensado proporciona maior aproveitamento da água e nutrientes, diminui as perdas e melhora a eficiência do uso de fertilizantes, além de contribuir na melhoria da capacidade produtiva do solo por meio de aumento do pH, Ca, Mg, K, P e C orgânico, estabilidade de agregados, retenção de água e diminuição de alumínio tóxico (PAVAN e CHAVES, 1996; SANTOS, 1999).

Uma vez que novas áreas para cultivo estão cada vez mais escassas, os custos da terra e de produção estão cada vez mais altos e o retorno mais rápido do capital investido torna-se uma necessidade, há uma tendência mundial para o plantio em alta densidade (SINGH et al., 2007). No entanto, a discussão sobre a viabilidade econômica da ampliação da densidade de plantio em pomares não é recente. A partir de estudos conduzidos em vários países, com diferentes fruteiras (GOEDEGEBURE, 1980; KREUZ, 2002; WINTER, 1986), inclusive mangueiras (NATH et al., 2007; PARR, 1995; RAM e SIROHI, 1991), é possível afirmar que a ampliação da densidade de plantio, independentemente da cultivar, não obstante o

incremento dos desembolsos necessários à sua viabilização, reflete em ganhos de rentabilidade (KREUZ et al., 2006; NATH et al., 2007; ZONETTI et al., 2002).

A adoção de sistemas de plantio em alta densidade é um progresso esperado para o cultivo da mangueira. Entretanto, na prática, essa técnica tem sido limitada pela dificuldade de se desenvolverem árvores de pequeno porte, adequadas ao plantio adensado. O controle da altura em mangueira por meio da enxertia não tem obtido o sucesso esperado, ao contrário do que ocorre com maçã em clima temperado (IYER e KURIAN, 1992). A poda oferece alguma possibilidade de restrição do crescimento em mangueiras (IYER E SUBRAMANYAM, 1973) e, embora tenha suas desvantagens e limitações por remover reservas nutricionais (POLICARPO et al., 2006), ainda se constitui no meio mais eficaz para se manter baixo o porte da planta (IYER e KURIAN, 1992).

### 3.2 ADENSAMENTO DE PLANTAS E CRESCIMENTO VEGETATIVO

A densidade de plantas em uma determinada área tem uma profunda influência sobre o crescimento e a produção vegetal (HIRANO, 1989), constituindo-se em um dos temas de investigação básica na agronomia (KURODA et al., 1996). De maneira geral, quando se adensam plantas, observam-se reduções individuais das variáveis de crescimento (ALMEIDA et al., 2000; SINGH et al., 2007; YAMAKURA et al., 2008) e, conseqüentemente, das variáveis de produção (REYNOLDS et al., 2004a,b; NATH et al., 2007). Por outro lado, via de regra, ocorre aumento da produção por área (ALMEIDA et al., 2000; NATH et al., 2007; PEREIRA et al., 2000; POLICARPO et al., 2006; RAM e SIROHI, 1991; SINGH et al., 2007; ZONETTI et al., 2002). O desafio, no caso, é encontrar a densidade ideal em que a produção por área seja maximizada e a qualidade do produto seja mantida (CORELLI e SANSAVINI, 1989; HAMPSON et al., 2002; LICHTEMBERGER, 1984; NATH et al., 2007; POLICARPO et al., 2006; SOUTO et al., 1997; WEBER, 2001; YAMAKURA et al., 2008).

Segundo Yamakura et al. (2008), o aumento da densidade promoveu diminuição do peso dos órgãos vegetativos em duas cultivares de figo. Nessa mesma linha, trabalhando com goiaba, Singh et al. (2007) verificaram que a altura das árvores e a área de circunferência da copa foram significativamente afetadas

pelas diferentes densidades. Nesse caso, as árvores mais adensadas apresentaram maior crescimento em altura, enquanto as árvores menos adensadas alcançaram maior área de circunferência do dossel e do caule. Resultados semelhantes foram observados por Lichtemberg et al. (1997), trabalhando com bananeira, e por Policarpo et al. (2006), trabalhando com pera. Segundo esses últimos autores, o aumento do crescimento, quando se aumentou o espaçamento, ou a diminuição, quando se restringiu o espaçamento, podem ser explicados pela competição por luz e recursos do solo. De outro lado, Pereira et al. (2000) não observaram diferenças significativas nos valores das variáveis de crescimento de bananeira com o adensamento de plantio.

Em trabalho específico com manga, Ram e Sirohi (1991), estudando o adensamento em um pomar da cv. Dashehari, observaram que as plantas submetidas a altas densidades apresentaram valores de altura, número de ramos primários, diâmetro e circunferência do caule e comprimento e circunferência da copa, inferiores aos valores dessas mesmas variáveis nas plantas submetidas à baixa densidade. Os autores atribuíram os resultados ao sombreamento nas plantas mais adensadas. Esses resultados foram confirmados por Ram (1996), após oito anos de plantio, trabalhando com a mesma cultivar de manga. De outro lado, Nath et al. (2007), estudando a cv. Amrapali em plantio de alta densidade, verificaram aumento da altura das plantas adensadas, após oito anos do plantio, em relação às plantas menos adensadas.

### 3.3 ADENSAMENTO DE PLANTAS E PRODUTIVIDADE

A cultura da manga apresenta produtividade potencial de frutos estimada em  $40 \text{ t.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$  (OOSTHUYSE, 1993b), portanto, muito acima da sua produtividade mundial, que se situa próximo de  $7,7 \text{ t.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$  (LIRIO, 2004) e também da produtividade dos pomares brasileiros, que é de, aproximadamente,  $8 \text{ t.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$  (ROZANE et al., 2007). A baixa produtividade obtida nos pomares de mangueira, especialmente nos anos iniciais, pode ser atribuída, em parte, à baixa densidade de plantio e ao subsequente longo intervalo de tempo para o preenchimento do espaço alocado para cada árvore (FIVAZ e STASSEN, 1997; MISTRY e PATEL, 2006; OOSTHUYSE, 1993,b). Portanto, para se aumentar a produtividade dos pomares,

um ponto de partida, sem dúvida, é definir a densidade ideal de plantas por área (POLICARPO et al., 2006; YAMAKURA et al., 2008). No entanto, o espaçamento considerado ideal pode variar com a idade da planta, pois as podas contínuas e o envelhecimento diminuem gradualmente o vigor (POLICARPO et al., 2006).

Nas regiões tropicais da Austrália, os pomares de mangueira têm sido implantados no espaçamento 10 m x 10 m, o que corresponde a uma densidade de 100 plantas.ha<sup>-1</sup>, que é insuficiente para maximizar a produção potencial por área (JOHNSON e ROBINSON, 2000). Nesses casos, o que ocorre, principalmente nos primeiros anos após o plantio, é que grande parte da radiação solar incidente sobre o pomar não é interceptada pela cultura, uma vez que as copas das árvores ainda não cobriram as áreas que lhes foram destinadas (CORELLI e SANSAVINI, 1989; HAMPSON et al., 2002; JACKSON, 1980; WEBER, 2001). Para tentar solucionar esse tipo de problema, os pesquisadores têm buscado o aumento da densidade de plantio, obtendo sucesso com várias espécies frutíferas (MOREIRA et al., 2007), inclusive em manga, especialmente com as cultivares Kensington (PARR, 1995), Dashehari (RAM e SIROHI, 1991) e Amrapali (NATH et al., 2007).

Em estudo realizado com três cultivares de manga – Kensington, Haden e Mangovar – Johnson e Robinson (2000) observaram ganhos em produtividade com o adensamento nos primeiros anos, os quais foram seguidos de declínio. Segundo os autores, o pico e o declínio do rendimento estão diretamente ligados ao vigor da árvore e ao espaçamento. Com o crescimento das plantas, nos espaçamentos mais adensados, ocorre aumento da competição por luz, comprometendo a capacidade de realizar fotossíntese. Além disso, a forte dominância apical dos brotos em crescimento, combinada com o incremento da penetração de luz, particularmente evidente nas cultivares mais eretas e vigorosas como Kensington e Haden, concorreu para reduzir o número de brotos terminais, limitando, portanto, a capacidade de frutificação da árvore.

Em trabalho realizado por Ram e Sirohi (1991), no qual se estudou a viabilidade de adensamento da manga ‘Dashehari’ na Índia, o número de frutos por árvore foi superior nos plantios em baixa densidade, porém, a quantidade de frutos por área foi maior nos plantios em alta densidade, em razão do maior número de plantas. Em trabalho semelhante, mas com a cv. Amrapali, NATH et al. (2007) observaram que a produção de frutos por árvore durante os primeiros anos não



diferiu significativamente entre os tratamentos. Nos anos seguintes, contudo, os resultados apenas confirmaram aqueles obtidos por Ram e Sirohi (1991).

### 3.4 ADENSAMENTO DE PLANTAS E QUALIDADE DOS FRUTOS

A qualidade de um fruto reúne seus atributos sensoriais, o valor nutritivo e a segurança alimentar (CHITARRA e CHITARRA, 2005). Porém, na prática, as características avaliadas na maioria dos trabalhos para definir a qualidade dos frutos constituem-se basicamente em atributos sensoriais, os quais podem ser divididos em químicos (pH, acidez total titulável, sólidos solúveis totais (°Brix), teores de açúcares, sabor, teor de fibras, maturação) e físicos (cor, tamanho, forma, peso, altura, largura, diâmetro, peso e espessura da casca, peso e espessura da polpa, peso do caroço, resistência a danos mecânicos e às doenças e firmeza da polpa) (BENEVIDES et al., 2008; DAMASCENO JR e BEZERRA, 2002; NATH et al., 2007; POLICARPO et al., 2006; SILVA e MENEZES, 2001; SINGH et al., 2007; YAMAKURA et al., 2008).

As condições climáticas, o estágio de maturação, as diferenças varietais e a nutrição mineral das plantas exercem influência acentuada na composição química dos frutos (CHITARRA e CHITARRA, 2005). Em pomares adensados, além das mudanças na quantidade e qualidade da luz interceptada, o particionamento de assimilados entre os brotos vegetativos e reprodutivos pode ser responsável pelos efeitos provocados na qualidade dos frutos (POLICARPO et al., 2006).

A literatura que trata do efeito do adensamento do pomar na qualidade dos frutos, em diversas fruteiras, não apresenta resultados tão consistentes quanto aqueles relativos ao crescimento ou à produção de frutos. Há desde trabalhos em que a qualidade dos frutos se manteve (DAMASCENO JR e BEZERRA, 2002; KIRST e MANICA, 1995; RAM e SIROHI, 1991; RAM, 1996), ou sofreram pequenas alterações (NATH et al., 2007), até os trabalhos em que o adensamento provocou mudanças consideráveis (MOREIRA et al., 2007; REYNOLDS et al., 2004a,b; SINGH et al., 2007). Nestes últimos, o peso dos frutos encontra-se entre as variáveis que sofreram alterações mais frequentemente em razão do adensamento (MOREIRA et al., 2007; POLICARPO et al., 2006; REYNOLDS et al., 2004a,b; SINGH et al., 2007).

Em cajueiro-anão-precoce, Damasceno Jr e Bezerra (2002) estudaram o efeito do adensamento de plantas sobre as características químicas e físico-químicas de pedúnculos e concluíram que não houve diferença entre os tratamentos. O mesmo ocorreu com a mangueira 'Dashehari', em que Ram e Sirohi (1991) e Ram (1996) também concluíram que o adensamento não provocou alterações na qualidade dos frutos. De outro lado, Nath et al. (2007) observaram que, em frutos da mangueira 'Amrapali', o adensamento do pomar afetou o peso da polpa, os teores de sólidos solúveis totais, os teores de açúcares solúveis totais e açúcares redutores. Os frutos produzidos nos plantios menos adensados apresentaram maior peso de polpa e de sólidos solúveis totais (°Brix). Em goiaba, Singh et al. (2007) verificaram que as árvores plantadas em menor densidade produziram frutos mais pesados, com maiores teores de sólidos solúveis totais, açúcares solúveis totais e vitamina C. Os autores atribuíram a diferença à maior penetração de luz no dossel dessas plantas, em relação às plantas submetidas aos maiores adensamentos.

Em videiras, com a redução do espaço entre linhas, houve diminuição do tamanho, do peso e do teor de sólidos solúveis dos frutos (REYNOLDS et al., 2004a,b). No entanto, Policarpo et al. (2006), estudando duas variedades de pera submetidas ao adensamento, concluíram que os parâmetros de qualidade interna e externa dos frutos de ambas as cultivares não foram afetados pela redução do espaçamento, com exceção do peso do fruto de uma das cultivares. Os autores sugeriram que esse resultado poderia ser em razão da diminuição da penetração de luz no dossel, da diminuição da relação folha/fruto ou, ainda, do particionamento de assimilados entre brotos vegetativos e reprodutivos, na medida em que se aumentou o adensamento.

### 3.5 ADENSAMENTO DE PLANTAS, NUTRIENTES MINERAIS NAS FOLHAS E PARTICIONAMENTO DE ASSIMILADOS

De acordo com os resultados da literatura, as concentrações dos nutrientes minerais em folhas de plantas submetidas ao adensamento populacional praticamente não mudam ou sofrem pequenas variações (AUGUSTO et al., 2006; FERRARI et al., 2007; MOREIRA et al., 2007). É o caso, por exemplo, de um estudo

sobre o efeito do adensamento no teor de nutrientes nas folhas de algodoeiro, conduzido por Ferrari et al. (2007), em que apenas a concentração de potássio foi afetada. Os autores verificaram que os maiores espaçamentos proporcionaram maior concentração de potássio nas folhas. Nessa mesma linha de resposta, Moreira et al. (2007) verificaram que a densidade de plantio não interferiu na concentração de macronutrientes nas folhas da bananeira cv. Thap Maeo. Entre os micronutrientes, apenas a concentração de boro aumentou com o aumento no adensamento.

Em estudo sobre a concentração foliar de nutrientes em variedades de café, em espaçamento adensado, Augusto et al. (2006) verificaram que, aos 36 meses após o plantio, o adensamento influenciou os teores foliares de P, K e Mg. Pavan e Chaves (1996) observaram aumentos da disponibilidade de P no solo, em plantio de café, com o aumento da densidade de plantio, fato justificado pelo aumento do grau de micorrização das plantas e do pH que, por sua vez, diminui a complexação daquele elemento com óxidos de Fe e Al.

A interação entre as plantas de uma comunidade induz mudanças morfológicas e fisiológicas, que são importantes para a determinação do potencial produtivo das culturas (ALMEIDA et al., 2000). De forma semelhante, as respostas ao aumento da densidade de plantas incluem mudanças da arquitetura da comunidade, do crescimento, do desenvolvimento, na absorção e partição de assimilados (CASAL et al., 1985). Pela facilidade de se trabalhar, considerando-se o porte, e pela rapidez das respostas, em razão do ciclo, os estudos sobre o particionamento de matéria seca, sob adensamento, foram realizados principalmente utilizando-se plantas anuais (ALMEIDA et al., 2000; PEIXOTO et al., 1997).

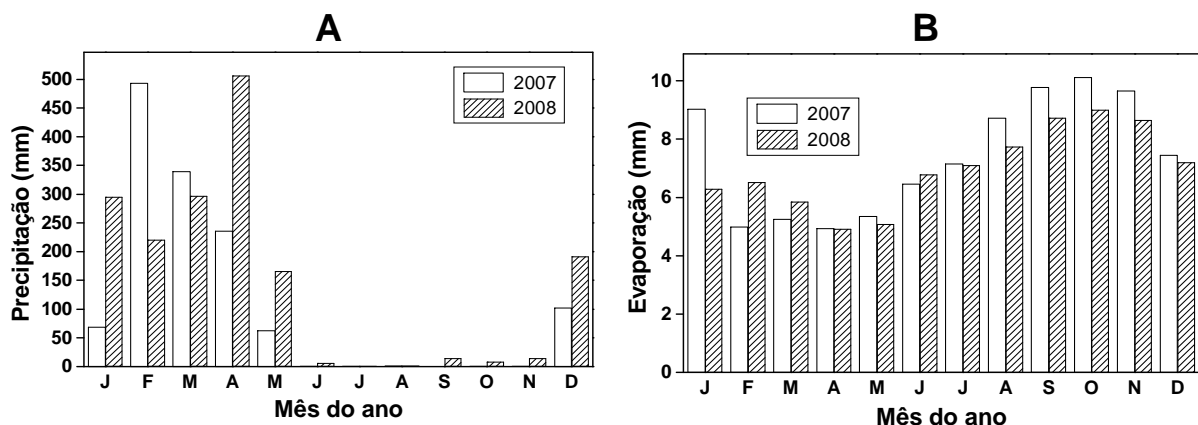
Entre os exemplos de estudos com fruteiras perenes, em adensamento, encontra-se o trabalho de Policarpo et al. (2006), em que os autores observaram diferenças no particionamento de fotoassimilados em duas variedades de pera, em razão do espaçamento. O peso de matéria seca total por área, por exemplo, aumentou até um determinado limite, atingindo o pico nos espaçamentos intermediários, pelo menos para uma das variedades. Ainda, segundo esses autores, a diminuição do espaçamento melhorou o particionamento da matéria seca para os frutos. De outro lado, a partição da matéria seca para as folhas aumentou com o aumento do espaçamento para uma das variedades. A partição de matéria

seca para as raízes, em resposta ao adensamento, seguiu uma tendência linear, mas oposta para as duas variedades, ou seja, crescente para uma e decrescente para outra. Os resultados obtidos por Policarpo et al. (2006) podem ser explicados, pelo menos em parte, pelo aumento do sombreamento nos espaçamentos mais adensados, pois em vários outros trabalhos a distribuição de matéria seca foi afetada pelo sombreamento (KASPERBAUER e KAUL, 1996; SOUZA e VALIO, 1999; VAN HEES, 1997; VAN HEES e CLERKX, 2003).

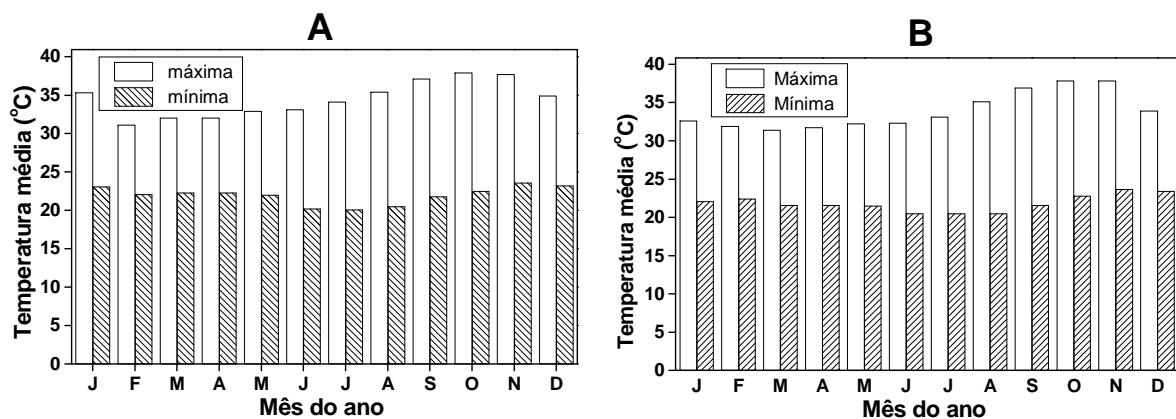
## 4.0 MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 CARACTERIZAÇÃO DA REGIÃO

O trabalho foi conduzido no campo experimental da Embrapa Meio-Norte, em Teresina, PI, (05°01'52.5"S; 042°48'00.7"W; 77 m). O clima da região é do tipo Aw, com precipitação pluviométrica média anual de 1.324 mm, concentrada nos meses de janeiro a abril. A média anual da umidade relativa do ar é de 72,7 % e as médias das temperaturas máximas e mínimas são 33,8 °C e 23,1 °C respectivamente (BASTOS e ANDRADE JR, 2006). A área experimental possui solo classificado como podzólico vermelho-amarelo, com textura franco-arenosa e topografia plana. Durante o período experimental, as precipitações pluviométricas, a média da evaporação do tanque Classe "A" e as médias mensais das temperaturas máximas e mínimas foram registradas (Figuras 1 e 2).



**Figura 1.** Precipitações pluviométricas (A) e média de evaporação do tanque Classe "A" (B) registradas durante o período experimental na estação meteorológica instalada na base física da Embrapa Meio-Norte, em Teresina, PI.



**Figura 2.** Temperaturas registradas nos anos de 2007 (A) e 2008 (B) na estação meteorológica instalada na base física da Embrapa Meio-Norte, em Teresina, PI.

## 4.2 MATERIAL VEGETAL

O experimento foi realizado em um pomar de mangueira 'Tommy Atkins', implantado em 2000. Como porta-enxerto, utilizou-se uma cultivar local, rústica, com alto teor de fibra, sem valor de mercado, denominada 'Manga de Fiapo'. As plantas foram conduzidas em formato de taça, com a copa sendo suportada por 3 a 4 pernas, a 70 cm do solo (CAMPBELL e WASIELEWSKY, 2000). A 'Tommy Atkins' é uma cultivar de manga selecionada na Flórida, Estados Unidos, plantada na maioria dos pomares comerciais de manga da América tropical, em virtude da sua adaptabilidade a uma larga faixa de condições ambientais (CAMPBELL e WASIELEWSKY, 2000) e, principalmente, pelas características de seus frutos, que possuem coloração atrativa de casca, resistência à antracnose, aos danos mecânicos e ao transporte a longa distância, polpa firme, succulenta e com médio teor de fibras (COSTA e FERNANDES, 2004).

## 4.3 TRATOS CULTURAIS

Em 2007, as plantas foram submetidas à poda da copa em janeiro, quando se iniciou o período chuvoso. Em todos os tratamentos, os galhos mais baixos foram removidos. Nos tratamentos menos adensados, 250 e 357 plantas.ha<sup>-1</sup>, foram eliminados os dois últimos fluxos de lançamento. Nos tratamentos mais adensados, 555, 1.000 e 1.250 plantas.ha<sup>-1</sup>, em que os ramos cresceram na direção vertical, executou-se uma poda mais drástica com o objetivo de corrigir o problema e fazer que as plantas reassumissem o formato de taça. Após a poda, todas as plantas emitiram um fluxo de lançamento. Em 2008, após a colheita da safra anterior, que ocorreu no final de janeiro, iniciou-se a poda pós-colheita das plantas do experimento. Executou-se uma poda leve, com a eliminação dos ramos que cresceram próximo ao solo e daqueles que cresceram verticalmente, voltando-se apenas um fluxo de lançamento nos ramos laterais para não comprometer o florescimento posterior.

As linhas de plantio foram mantidas limpas pela aplicação de herbicidas e as entrelinhas mantidas com vegetação baixa, por meio de roçagens mecânicas periódicas, intensificadas no período chuvoso.

#### 4.4 MANEJO DE ADUBAÇÃO

O manejo de adubação foi realizado com base nas análises de solo e folhas. A amostragem do solo foi executada conforme metodologia padrão, sendo retiradas amostras nas profundidades de 0 cm a 20 cm e de 20 cm a 40 cm. Os resultados das análises do solo foram interpretados de acordo com as recomendações para Minas Gerais (RIBEIRO et al., 1999), sendo utilizados para correção do solo e adubação com macronutrientes. A amostragem para análise das folhas e a interpretação dos resultados foram realizadas com base nas recomendações da Embrapa (SILVA et al., 2002), como uma ferramenta auxiliar para a nutrição das plantas. De acordo com a interpretação dos resultados das análises do solo (Tabelas 1, 2) e das folhas (Tabela 5), em meados de abril/2007, incorporou-se 1,2 t.ha<sup>-1</sup> de calcário (PRNT=100 %) para elevar a saturação por bases (V) a 80 % na camada de 0 cm a 20 cm. Em seguida, foram aplicados 50 g de ácido bórico por planta. Após o florescimento, no início de novembro/2007, procedeu-se às aplicações de gesso agrícola (1,5 kg.planta<sup>-1</sup>) e de ácido bórico (50 g.planta<sup>-1</sup>). As adubações foram realizadas novamente no final de abril/2008, tomando-se como base a interpretação das análises do solo (Tabelas 3 e 4), sendo aplicadas as seguintes doses por planta: 750 g de superfosfato simples, 100 g de cloreto de potássio e 80 g de FTE. No início de agosto/2008, foram aplicados 200 g de KCl e 150 g de ácido bórico.planta<sup>-1</sup>, levando-se em consideração também as análises das folhas (Tabela 5).

**Tabela 1.** Resultados das análises químicas do solo no pomar de mangueira 'Tommy Atkins' instalado na Embrapa Meio-Norte, Teresina, PI, abril/2007.

Identificação	M.O.	pH	P	K	Ca	Mg	Na	Al	H+Al	S	CTC	V	m
	g/kg	H <sub>2</sub> O	mg/dm <sup>3</sup>									%	
BS 0-20 cm	9,58	6,39	21,5	0,13	1,26	0,96	0,05	0,0	2,28	2,4	4,68	51,3	0,0
BS 20-40 cm	7,49	5,55	22,0	0,12	1,06	0,57	0,06	0,1	1,72	1,81	3,52	51,32	5,24
BI 0-20 cm	13,99	6,08	12,4	0,14	1,68	0,99	0,04	0,10	1,60	2,85	4,45	64,03	3,39
BI 20-40 cm	8,02	5,89	22,6	0,11	1,40	0,94	0,04	0,10	1,77	2,49	4,25	58,50	3,86

BS – Blocos superiores (II e IV); BI – Blocos inferiores (I e III); Profundidades: 0-20 cm e 20-40 cm.

**Tabela 2.** Resultados das análises físicas do solo no pomar de mangueira ‘Tommy Atkins’ instalado na Embrapa Meio-Norte, Teresina, PI, abril/2007.

Identificação	Granulometria (%)				Classe Textural
	Areia grossa	Areia fina	Silte	Argila	
BS 0- 20 cm	37,10	41,70	9,60	11,60	Areia franca
BS 20-40 cm	35,85	46,55	11,00	6,60	Areia franca
BI 0-20 cm	29,90	51,55	9,95	8,60	Areia franca
BI 20-40 cm	5,20	54,85	20,35	19,60	Areia franca

BS – Blocos superiores (II e IV); BI – Blocos inferiores (I e III); Profundidades: 0-20 cm e 20-40 cm.

**Tabela 3.** Resultados das análises químicas do solo no pomar de mangueira ‘Tommy Atkins’ instalado na Embrapa Meio-Norte, Teresina, PI, março/2008.

Identificação	M.O.	pH	P	K	Ca	Mg	Na	Al	H+Al	S	CTC	V	m
	g/kg	H <sub>2</sub> O	mg/dm <sup>3</sup>				Cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>					%	
B I 0-20 cm	9,32	6,69	14,10	0,17	1,64	0,64	0,03	0,00	0,58	2,48	3,06	81,11	0,00
B I 20-40 cm	3,38	6,18	6,70	0,14	0,62	0,47	0,02	0,03	1,09	1,25	2,34	53,44	2,34
B II 0-20 cm	10,45	6,88	29,50	0,25	2,28	0,79	0,04	0,00	0,63	3,36	3,99	84,27	0,00
B II 20-40 cm	3,87	6,13	8,30	0,17	0,92	0,43	0,02	0,04	1,96	1,54	3,50	43,96	2,53
B III 0-20 cm	9,38	7,00	21,80	0,20	2,55	0,95	0,03	0,00	0,05	3,73	3,78	98,69	0,00
B III 20-40 cm	4,52	6,67	6,40	0,18	1,14	0,73	0,04	0,02	1,30	2,09	3,39	61,59	0,95
B IV 0- 20 cm	6,91	7,04	10,80	0,20	1,69	0,76	0,04	0,00	0,03	2,69	2,72	98,79	0,00
B IV 20-40 cm	4,04	6,37	3,20	0,18	0,82	0,43	0,05	0,02	1,37	1,48	2,85	54,94	1,33

B I, B II, B III, B IV – Blocos I, II, III e IV respectivamente; Profundidades: 0-20 cm e 20-40 cm.

**Tabela 4.** Resultados das análises físicas do solo no pomar de mangueira ‘Tommy Atkins’ instalado na Embrapa Meio-Norte, Teresina, PI, março/2008.

Identificação	Granulometria (%)				Classe Textural
	Areia grossa	Areia fina	Silte	Argila	
B I 0-20 cm	28,15	57,90	7,35	6,60	Areia franca
B I 20-40 cm	35,00	51,55	5,85	7,60	Areia franca
B II 0-20 cm	35,70	47,05	9,65	7,60	Areia franca
B II 20-40 cm	41,55	41,75	7,10	9,60	Areia franca
B III 0-20 cm	31,65	49,50	11,25	7,60	Areia franca
B III 20-40 cm	33,60	47,80	10,00	8,60	Areia franca
B IV 0- 20 cm	40,40	45,20	6,80	7,60	Areia franca
B IV 20-40 cm	40,95	43,55	5,90	9,60	Areia franca

B I, B II, B III, B IV – Blocos I, II, III e IV, respectivamente; Profundidades: 0-20 cm e 20-40 cm.

**Tabela 5.** Teores médios de macronutrientes e micronutrientes nas folhas das mangueiras, ‘Tommy Atkins’ no pomar instalado na Embrapa Meio-Norte, Teresina, PI.

Época	Macronutrientes (%)						Micronutrientes (ppm)					
	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Na	Zn
Março/2007	1,83	0,12	1,15	1,78	0,38	0,12	96	11	58	145	86	21
Julho/2008	1,80	0,10	0,71	1,85	0,27	0,13	118	6,40	102	298	70	12



#### 4.5 MANEJO DE IRRIGAÇÃO

A irrigação foi necessária a partir do florescimento das plantas até os frutos atingirem a maturidade fisiológica, na prática, entre os meses de setembro e dezembro de cada ano. Utilizou-se o método de irrigação localizada, pelo sistema de microaspersão, com um emissor por planta, instalado a 0,30 m do caule, possuindo uma vazão média de 70 L. h<sup>-1</sup>. O manejo de irrigação foi realizado em função da evapotranspiração de referência (ET<sub>o</sub>), tomando-se como base 100 % da evaporação do tanque Classe A, com turno de rega de dois dias.

#### 4.6 PROCESSO DE INDUÇÃO FLORAL

Nos dois anos de experimento, o processo de indução floral foi iniciado com a aplicação de paclobutrazol (PBZ) no início de abril. O PBZ foi diluído em água, aplicado em dose única, via solo, a 50 cm do caule, na quantidade de 0,5 g do princípio ativo por metro linear de copa. A brotação das gemas foi induzida pela aplicação foliar de KNO<sub>3</sub> a 4 %, diluído em água, em três pulverizações, com intervalos de sete dias, iniciando aos 100 dias após a aplicação de PBZ. A calda de KNO<sub>3</sub> foi aplicada utilizando-se um atomizador mecanizado, trabalhando com uma pressão de 15 lb, sendo gasto 1,3 L. planta<sup>-1</sup>. Antes da primeira aplicação de KNO<sub>3</sub>, executou-se a poda pré-floral, que consistiu na remoção de brotos imaturos, inflorescências e frutos precoces. A cada aplicação de KNO<sub>3</sub>, fez-se um repasse nas plantas para a remoção da brotação vegetativa. A maior parte do florescimento ocorreu um mês após a aplicação da primeira dose de KNO<sub>3</sub>.

#### 4.7 TRATAMENTOS E DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

Os tratamentos consistiram em cinco densidades de plantio: 250 (testemunha), 357, 555, 1.000 e 1.250 plantas.ha<sup>-1</sup>, correspondendo aos espaçamentos de 8 m x 5 m, 7 m x 4 m, 6 m x 3 m, 5 m x 2 m e 4 m x 2 m respectivamente. Utilizou-se o delineamento experimental em blocos ao acaso, com quatro repetições. A unidade experimental foi composta por 3, 4, 7, 12 e 15 plantas

úteis para as densidades de plantio de 250, 357, 555, 1.000 e 1.250 plantas.ha<sup>-1</sup> respectivamente. Cada parcela mediu, aproximadamente, 120 m<sup>2</sup>.

#### 4.8 CARACTERÍSTICAS AVALIADAS

Foram avaliadas as características vegetativas e reprodutivas das plantas, a qualidade dos frutos e os teores de nutrientes nas folhas, conforme descrito a seguir:

##### 4.8.1 Características vegetativas

Avaliaram-se a altura das plantas, o diâmetro do caule medido 10 cm acima e 10 cm abaixo do ponto de enxertia, a espessura da copa, o diâmetro da copa no sentido da linha e da entrelinha de plantio, o número total de brotos apicais e o comprimento médio dos brotos vegetativos. Essas características foram medidas nas safras 2007 e 2008, com exceção das duas últimas, que foram medidas apenas em 2007, e da espessura da copa, que foi medida apenas em 2008.

A altura das plantas compreende a distância vertical do solo até a extremidade superior da copa. A espessura da copa compreende a distância entre a extremidade inferior e a superior da copa. O diâmetro da copa na linha e o diâmetro da copa na entrelinha de plantio compreendem às distâncias horizontais entre as duas extremidades inferiores da copa, ou seja, no sentido da linha e da entrelinha de plantio respectivamente. Essas medidas foram executadas utilizando-se uma trena de quatro metros de comprimento, graduada em centímetros, fixada em um suporte de madeira. As medidas de diâmetro do caule e comprimento dos brotos foram executadas utilizando-se paquímetro Digimess, com precisão de 0,04 mm. A medida de comprimento dos brotos foi tomada apenas nos brotos apicais vegetativos, sendo medidos quatro brotos por planta e utilizando-se a média. O número total de brotos na copa de cada árvore, incluindo aqueles compactados e que não emitiram brotação, foi determinado por contagem simples, tomando-se como base a altura de 2 m a partir do solo. Calculou-se a porcentagem de ramos compactados e que não emitiram brotação a partir do número total de brotos.

#### 4.8.2 Características reprodutivas

Avaliaram-se o número e a porcentagem de brotos florais, o comprimento das panículas e o número de frutos por planta. A partir do número de frutos por planta e da massa média dos frutos, estimou-se a massa total de frutos por planta. Todas as variáveis foram avaliadas apenas na safra 2007. O comprimento das panículas foi determinado com um paquímetro, com precisão de 0,04 mm. As demais medidas foram realizadas por contagem simples, tomando-se como base a altura de 2 m a partir do solo.

#### 4.8.3 Qualidade dos frutos

Avaliaram-se a massa do fruto, a massa do epicarpo+endocarpo+semente, a massa da polpa, o comprimento do fruto, o diâmetro ventral e dorsal, a firmeza, os sólidos solúveis totais ( $^{\circ}$ Brix), a acidez total titulável e o pH. Essas variáveis foram determinadas na safra 2008. Os frutos foram colhidos a partir do estágio de maturação fisiológica, em meados de dezembro. Após a coleta, tomaram-se, aleatoriamente, dez frutos de cada parcela. Em laboratório, esses frutos foram padronizados em relação ao grau de maturação, de forma que apenas quatro frutos de cada parcela foram submetidos às análises para a determinação da qualidade.

As medidas de massa dos frutos foram realizadas utilizando-se balança AND Mod. EP-22KA, com precisão de 0,1 g, enquanto as medidas de comprimento foram realizadas utilizando-se paquímetro digital Digimess, com precisão de 0,02 mm. A firmeza foi determinada em frutos sem casca, utilizando-se penetrômetro de bancada digital SoilControl Mod. PBDF, com precisão de  $\pm 0,5$  %, à temperatura ambiente. Para isso, a polpa de cada fruto, em três pontos diferentes, foi posicionada perpendicularmente ao pistão do penetrômetro, sendo submetida a uma força suficiente para fazer uma punção, obtendo-se o valor médio. O suco foi obtido a partir da homogeneização da polpa em liquidificador e posterior peneiramento, sendo determinados o pH, os sólidos solúveis totais ( $^{\circ}$ Brix) e a acidez total titulável (ATT). O pH e os sólidos solúveis totais foram determinados por medida direta, utilizando-se peagâmetro Micronal Mod. B474, com precisão de 0,1, e refratômetro digital de bancada Instrutherm Mod. RTD-45, com precisão de  $\pm 0,1$ ,

respectivamente. A acidez total titulável foi determinada por meio da titulação de 1 g do suco, diluído em 50 mL de água destilada, com NaOH 0,1N, utilizando-se fenolftaleína como indicador, sendo expressa em porcentagem de ácido cítrico (IAL, 1985).

#### 4.8.4 Teores de nutrientes minerais nas folhas

Foram avaliados os teores de macro (N, P, K, Ca, Mg, S) e micronutrientes (B, Cu, Fe, Mn, Na, Zn) nas folhas. Para isso, em 30/07/2008, antes do início da aplicação de  $\text{KNO}_3$ , em cada parcela experimental, coletaram-se folhas maduras, com aproximadamente 7 meses de idade, na posição intermediária do ramo, conforme as recomendações de Silva et al. (2002). Após a coleta, o material foi seco em estufa com circulação forçada de ar a 65 °C até atingir massa constante, sendo em seguida triturado em moinho tipo Willey e passado em peneira de 1 mm. O pó obtido a partir das folhas foi calcinado para a liberação do B, submetido à digestão sulfúrica para a liberação do N e ainda submetido à digestão nitroperclórica, para a liberação dos demais elementos. Os teores de N foram determinados a partir da destilação Kjeldhal, os teores de B e P foram determinados por colorimetria e os teores de S foram determinados por turbidimetria. Os teores dos demais elementos foram determinados por espectrofotometria de absorção atômica (BATAGLIA et al., 1983).

#### 4.8.5 Análises estatísticas

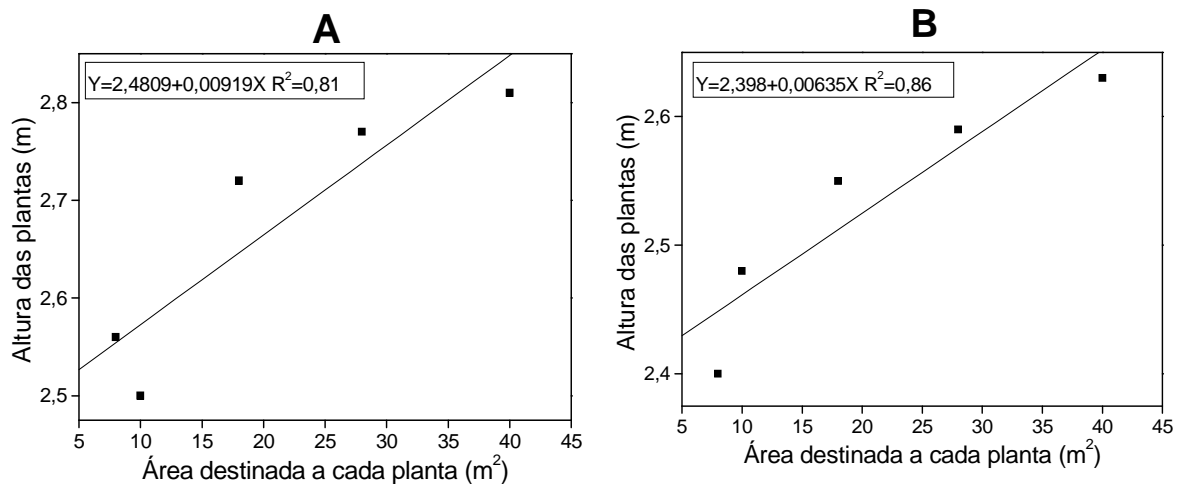
Os dados obtidos foram submetidos à análise de resíduos com o objetivo de identificar valores discrepantes. Buscou-se a homogeneidade das variâncias e uma melhor aproximação dos erros, usando-se a seleção da transferência estabilizadora da variância, com base na regressão linear entre o logaritmo da variância e logaritmo da média. O valor do coeficiente angular determinou a transformação a ser realizada, conforme Montgomery (1991). Dessa forma, para as características brotos vegetativos (%), ramos com flores (%), ramos compactados (%) e ramos que não brotaram (%), os dados foram transformados em  $\text{arc. sen. } \sqrt{x/100}$ . Para as características número de frutos por planta, número de brotos apicais e número de

brotos florais, os valores foram transformados em  $\sqrt{x}$ . Posteriormente, todos os dados, transformados ou não, foram submetidos à análise de variância, segundo Zimmermann (2004), considerando-se a média dentro de cada tratamento. Após a análise de variância, nos casos significativos, ajustou-se uma equação de regressão para as médias, utilizando-se o procedimento GLM (SAS INSTITUTE INC., 1989).

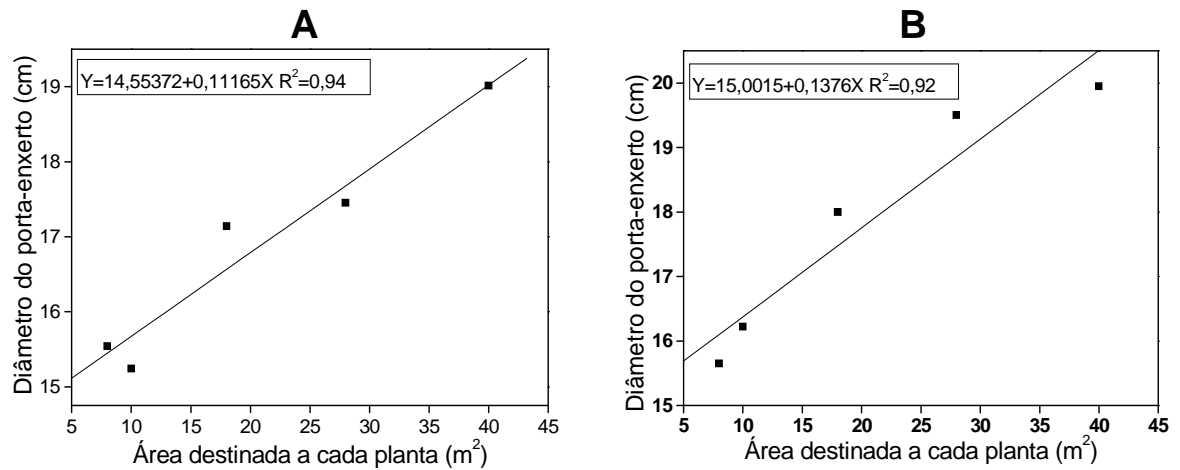
## 5.0 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 CARACTERÍSTICAS VEGETATIVAS

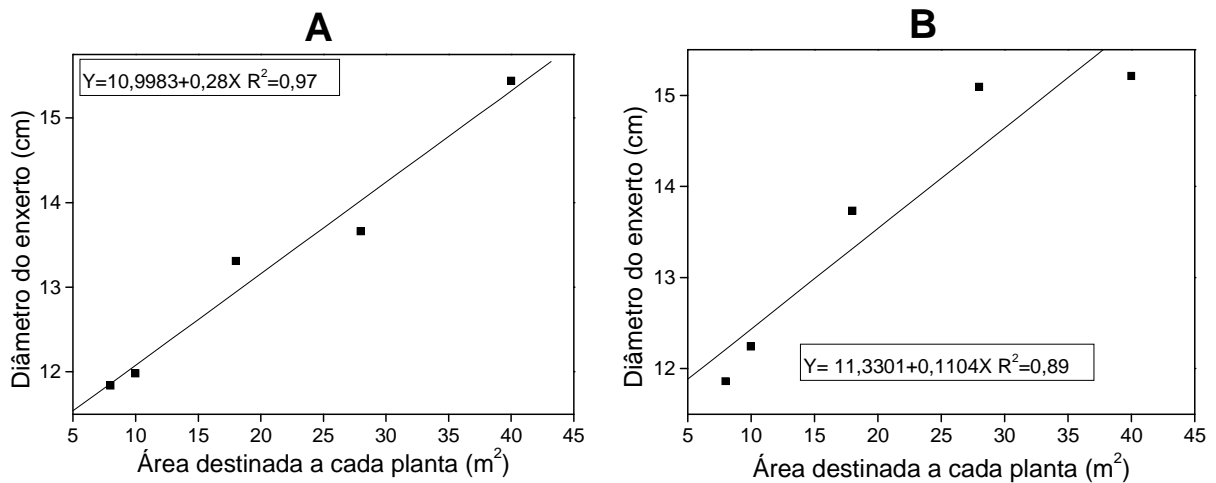
Observaram-se mudanças significativas nas variáveis de crescimento das mangueiras 'Tommy Atkins' em razão da densidade de plantio. Em geral, as plantas submetidas ao espaçamento tradicional (8 m x 5 m), que corresponde a 250 plantas.ha<sup>-1</sup>, apresentaram maior crescimento vegetativo do que aquelas submetidas à redução do espaçamento. À medida que se aumentou a área destinada a cada planta, houve aumento da altura das plantas (Figura 3-A e B), do diâmetro do caule na região do porta-enxerto (Figura 4-A e B) e do enxerto (Figura 5-A e B), da espessura (Figura 6) e do diâmetro da copa no sentido da linha (Figura 7-A e B) e da entrelinha (Figura 8-A e B) de plantio, do número e do comprimento dos brotos apicais (Figura 9-A e B). De outro lado, houve diminuição na porcentagem de ramos compactados e ramos que não emitiram brotação (Figura 10-A e B).



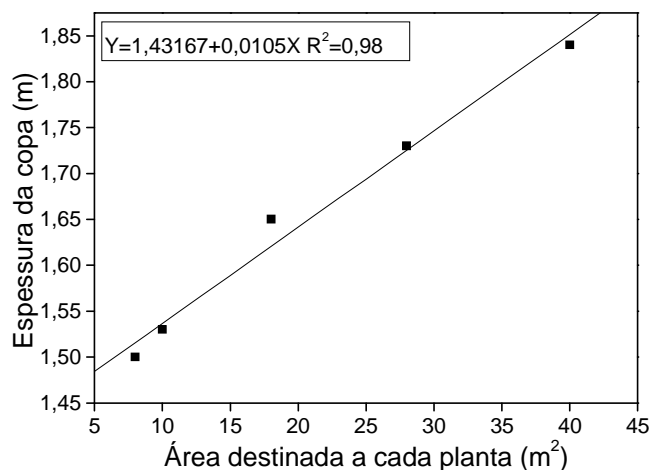
**Figura 3.** Altura média das mangueiras 'Tommy Atkins' submetidas a diferentes densidades populacionais em Teresina, PI, nos anos de 2007 (A) e 2008 (B).



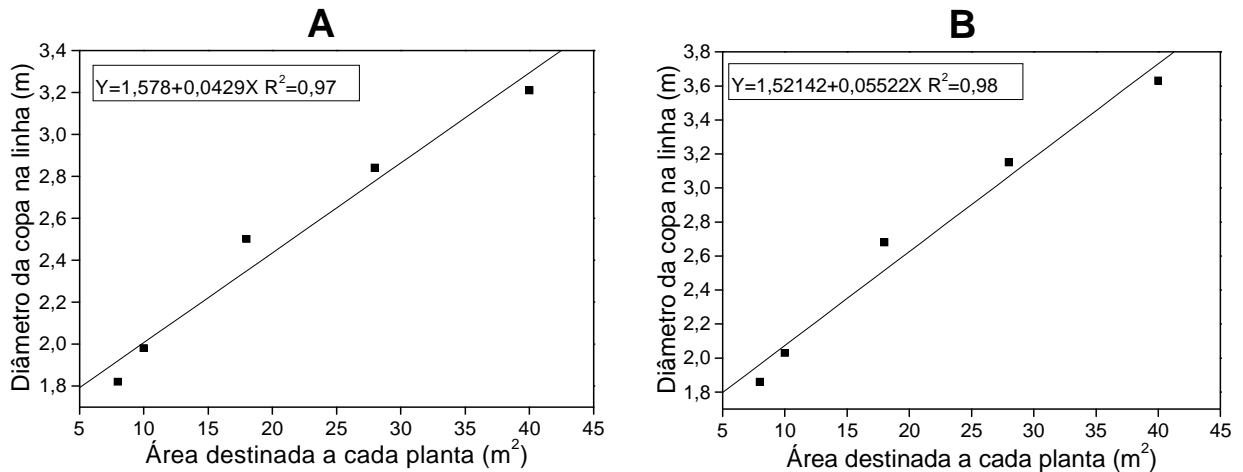
**Figura 4.** Diâmetro médio do caule na região do porta-enxerto em mangueiras 'Tommy Atkins' submetidas a diferentes densidades populacionais em Teresina, PI, nos anos de 2007 (A) e 2008 (B).



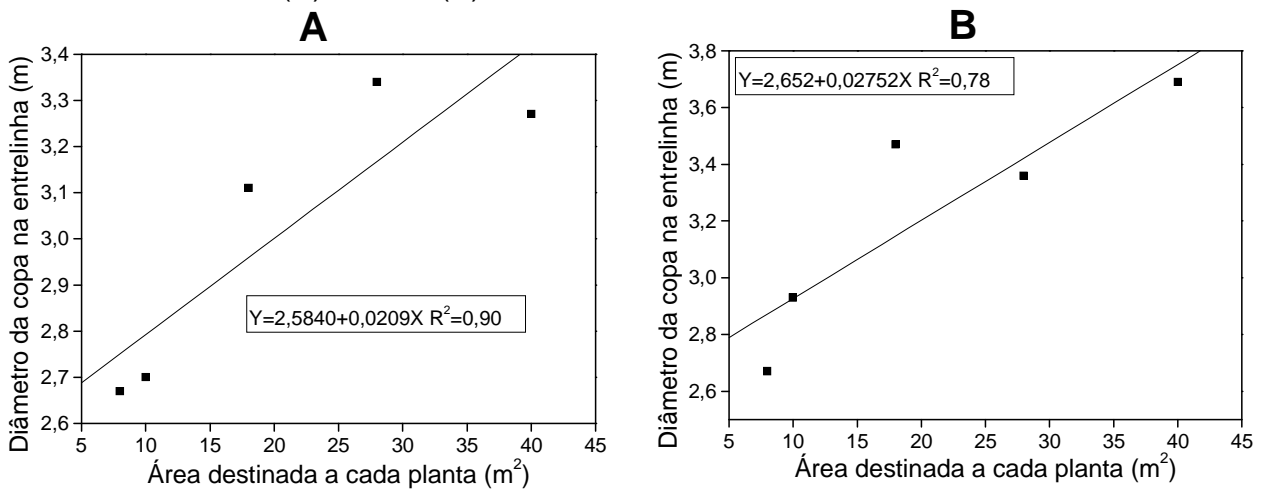
**Figura 5.** Diâmetro médio do caule na região do enxerto em mangueiras 'Tommy Atkins' submetidas a diferentes densidades populacionais em Teresina, PI, nos anos de 2007 (A) e 2008 (B).



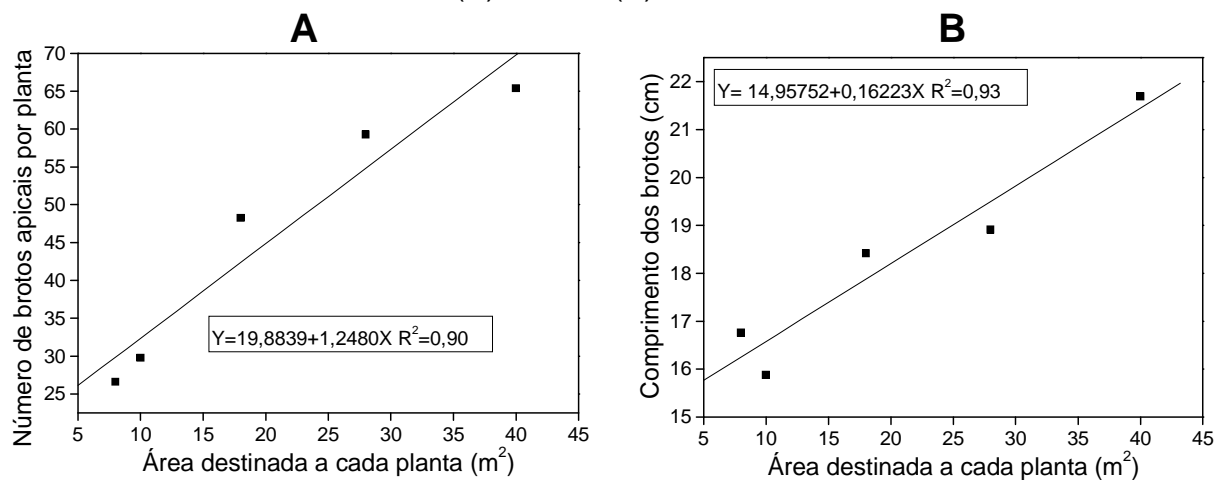
**Figura 6.** Espessura média da copa em mangueiras 'Tommy Atkins' submetidas a diferentes densidades populacionais em Teresina, PI.



**Figura 7.** Diâmetro médio da copa no sentido da linha de plantio, em mangueiras ‘Tommy Atkins’ submetidas a diferentes densidades populacionais em Teresina, PI, nos anos de 2007 (A) e 2008 (B).

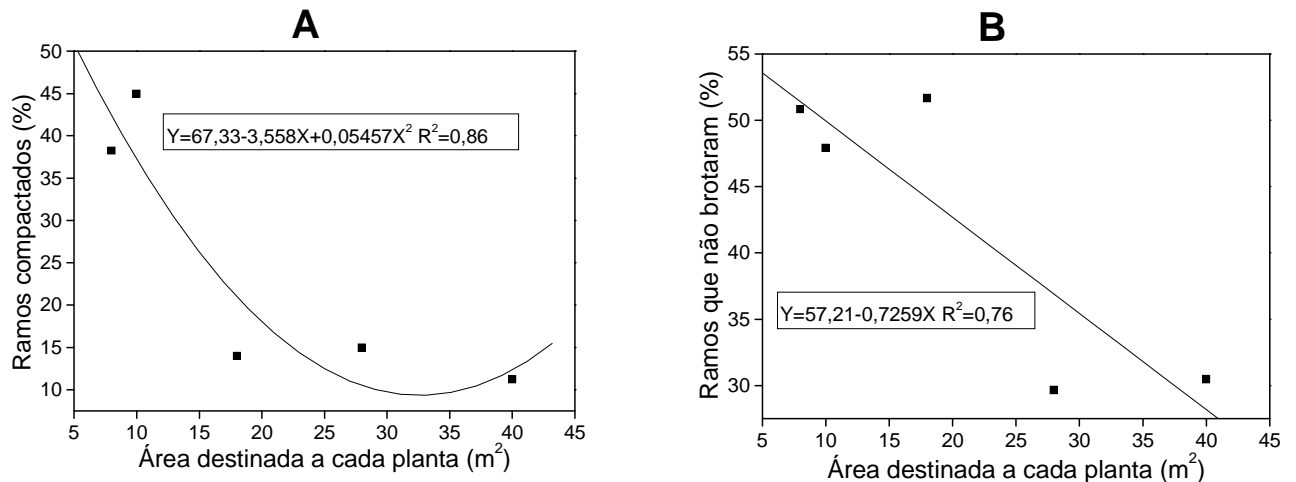


**Figura 8.** Diâmetro médio da copa no sentido da entrelinha de plantio, em mangueiras ‘Tommy Atkins’ submetidas a diferentes densidades populacionais em Teresina, PI, nos anos de 2007 (A) e 2008 (B).



**Figura 9.** Número (A) e comprimento (B) médios dos brotos apicais em mangueiras ‘Tommy Atkins’ submetidas a diferentes densidades populacionais em Teresina, PI, no ano de 2007.





**Figura 10.** Porcentagem média de ramos compactados (A) e que não emitiram brotação (B) em mangueiras ‘Tommy Atkins’ submetidas a diferentes densidades populacionais em Teresina, PI.

A redução das variáveis de crescimento das mangueiras ‘Tommy Atkins’ submetidas ao aumento da densidade de plantio (Figuras 3 a 9) também foi observada em outras espécies frutíferas, como pera (POLICARPO et al., 2006), goiaba (SINGH et al., 2007) e figo (YAMAKURA et al., 2008), e em mangueiras, especialmente nas cultivares Dashehari (RAM e SIROHI, 1991) e Amrapali (NATH et al., 2007). A explicação pode estar na competição por água e nutrientes do solo (POLICARPO et al., 2006), mas, principalmente, por luz (JOHNSON e ROBINSON, 2000; POLICARPO et al., 2006; RAM, 1996; RAM e SIROHI, 1991), uma vez que nos espaçamentos mais adensados houve sobreposição da copa das árvores no sentido da linha de plantio, reduzindo a luminosidade incidente sobre as folhas, principalmente no interior da copa. Conseqüentemente, parte da copa contribuiu pouco para a síntese de carboidratos necessários ao crescimento.

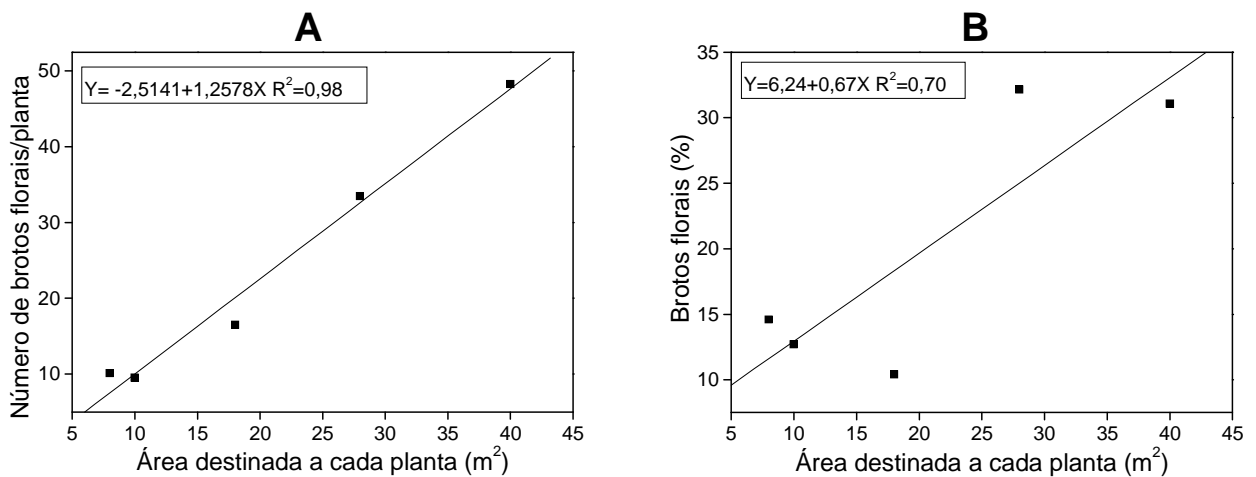
Apesar de ter-se observado diminuição do crescimento em altura das plantas de mangueira ‘Tommy Atkins’ nos tratamentos em que as plantas foram submetidas às maiores densidades de plantio (Figura 3-A e B), essa redução não pode ser inteiramente atribuída ao adensamento. As plantas submetidas aos maiores adensamentos apresentaram ramos com acentuada tendência de dominância apical, confirmando as observações de Johnson e Robinson (2000). No entanto, uma vez que o manejo da parte aérea foi realizado por meio de podas para conter o crescimento e manter uma proporção entre a altura e o diâmetro da copa, as plantas mais adensadas foram podadas mais severamente no sentido vertical do que as plantas menos adensadas.

Diferentemente de outras variáveis avaliadas, como o diâmetro do caule, que se confirmou a tendência de redução do crescimento em alta densidade de plantio, em praticamente todos os trabalhos realizados (LICHTENBERG, 1984; LICHTENBERG et al., 1997; NATH et al., 2007; SINGH et al., 2007; STRIEDER et al., 2008; YAMAKURA et al., 2008), a altura pode diminuir, como ocorreu com a mangueira 'Dashehari' (RAM e SIROHI, 1991), ou aumentar, conforme observaram Nath et al. (2007), trabalhando com a mangueira 'Amrapali'. Portanto, o efeito da densidade de plantio sobre essa característica depende da cultivar e das condições climáticas, mas a forma como a planta é conduzida também exerce a sua influência, que pode acentuar ou não a dominância apical e, conseqüentemente, o crescimento em altura à medida que se aumenta o adensamento. O diâmetro da copa no sentido da entrelinha (Figura 8-A e B), comparativamente às demais características avaliadas, apresentou reduções do crescimento menos pronunciadas com o adensamento. A explicação pode estar no fato de que, nessa direção, as copas das mangueiras não estavam submetidas às restrições de luminosidade.

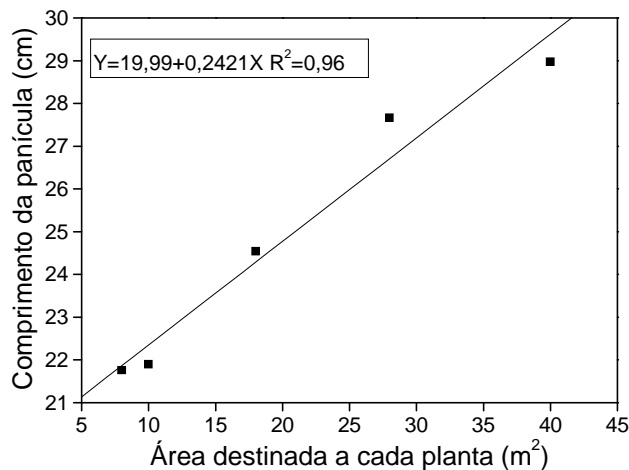
De modo geral, a redução do crescimento das mangueiras submetidas ao adensamento populacional era um resultado previsto pela literatura (RAM e SIROHI, 1991; NATH et al., 2007) e, aparentemente, não se constituiu em um problema *per se*. Os dados de crescimento em altura e diâmetro da copa, embora coerentes, podem ter sido mascarados pelas podas executadas em anos anteriores. De qualquer forma, plantas menores e que apresentam alta dominância apical tendem a ter menos brotos apicais, o que de fato se observou (Figura 9-A), confirmando os resultados obtidos por Johnson e Robinson (2000). Porém, outros resultados interessantes foram a redução do comprimento do broto (Figura 9-B), o aumento da porcentagem de ramos compactados (Figura 10-A) e ramos que não emitiram brotação (Figura 10-B) em função do aumento da densidade de plantio. É provável que esteja implícito o efeito do PBZ, cuja dose foi calculada com base apenas no diâmetro da copa. Portanto, pode ter sido excessiva para as plantas sob maiores adensamentos, que apresentaram menor espessura de copa (Figura 6).

## 5.2 CARACTERÍSTICAS REPRODUTIVAS

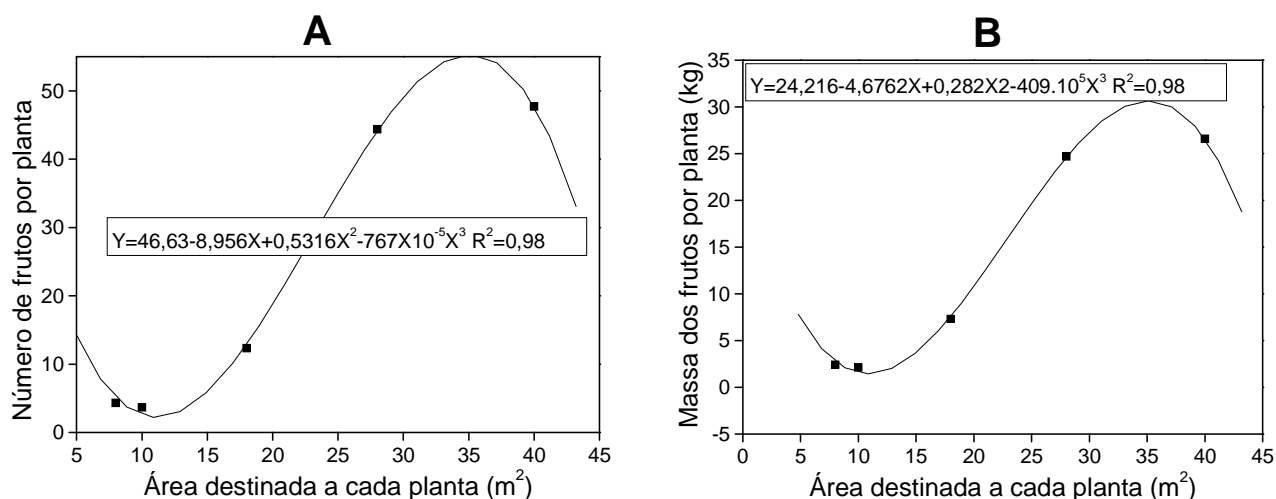
De maneira geral, as plantas apresentaram baixa porcentagem de florescimento e, conseqüentemente, baixa produção de frutos, confirmando os problemas que essa cultivar de manga apresenta na região. Apesar disso, à semelhança do que ocorreu com as variáveis de crescimento vegetativo, as variáveis relacionadas à reprodução da mangueira 'Tommy Atkins' também foram severamente afetadas pelo adensamento do plantio. Nesse caso, quanto maior a área disponível às plantas, maior a tendência de aumento do número (Figura 11-A) e da porcentagem de brotos florais (Figura 11-B), do comprimento da panícula (Figura 12), do número (Figura 13-A) e da massa média total (13-B) de frutos por planta.



**Figura 11.** Número (A) e porcentagem (B) médios de brotos florais em mangueiras 'Tommy Atkins' submetidas a diferentes densidades populacionais em Teresina, PI.



**Figura 12.** Comprimento médio das panículas em mangueiras 'Tommy Atkins' submetidas a diferentes densidades populacionais em Teresina, PI.



**Figura 13.** Número médio (A) e massa média total (B) dos frutos por planta em mangueiras ‘Tommy Atkins’ submetidas a diferentes densidades populacionais em Teresina, PI.

Uma consequência do adensamento das plantas foi a redução do número e da porcentagem de brotos com flores (Figura 11-A e B). Isso ocorreu porque, enquanto as plantas menos adensadas emitiram flores em todos os quadrantes da copa, as plantas submetidas ao adensamento a partir de 555 plantas.ha<sup>-1</sup> emitiram flores apenas na parte da copa voltada para a entrelinha de plantio. Consequentemente, houve redução do número e da massa de frutos por planta (Figura 13-A e B). Observou-se que nos plantios mais adensados, ou seja, a partir de 555 plantas.ha<sup>-1</sup>, havia quase quatro vezes menos frutos por planta do que no plantio menos adensados, com 250 plantas.ha<sup>-1</sup>. No entanto, as densidades de 250 plantas.ha<sup>-1</sup> e 357 plantas.ha<sup>-1</sup> diferiram pouco em relação ao número médio e ao massa total de frutos por planta (Figura 13-A e B). Calculando-se o número de frutos por planta e a massa total de frutos por planta, com base nas equações das Figuras 13-A e B respectivamente, e extrapolando-se para a área de 1 ha, a densidade de 357 plantas.ha<sup>-1</sup> apresentou produtividade estimada em 8,78 t.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>, representando um incremento de, aproximadamente, 30 % em relação à produtividade obtida na densidade de 250 plantas.ha<sup>-1</sup>, que foi de 6,65 t.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup> (Tabela 6).

A produtividade obtida neste experimento, pelo menos para os dois espaçamentos em que as plantas se encontram menos adensadas, está próxima da produtividade média mundial para a mangueira, que é de 7,7 t.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup> de frutos (LIRIO, 2004), e da produtividade média brasileira, em torno de 8 t.ha<sup>-1</sup> (ROZANE et

al., 2007), porém, muito abaixo da produtividade obtida em outros experimentos de adensamento de mangueira. Na África do Sul, por exemplo, a cv. Tommy Atkins apresentou produtividade de 35,1 t.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup> de frutos no sexto ano após o plantio, quando plantada no espaçamento de 9 m x 2 m (555 plantas. ha<sup>-1</sup>), superando em 81 % a produtividade obtida no espaçamento de 9,0 m x 4,5 m (247 plantas.ha<sup>-1</sup>), que foi de 19,4 t.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup> de frutos (OOSTHUYSE, 1994). Apesar de se tratar da mesma cultivar utilizada neste experimento, as condições climáticas da África do Sul favorecem mais a produção do que o crescimento das plantas, o que permite maior adensamento e, conseqüentemente, maior produtividade.

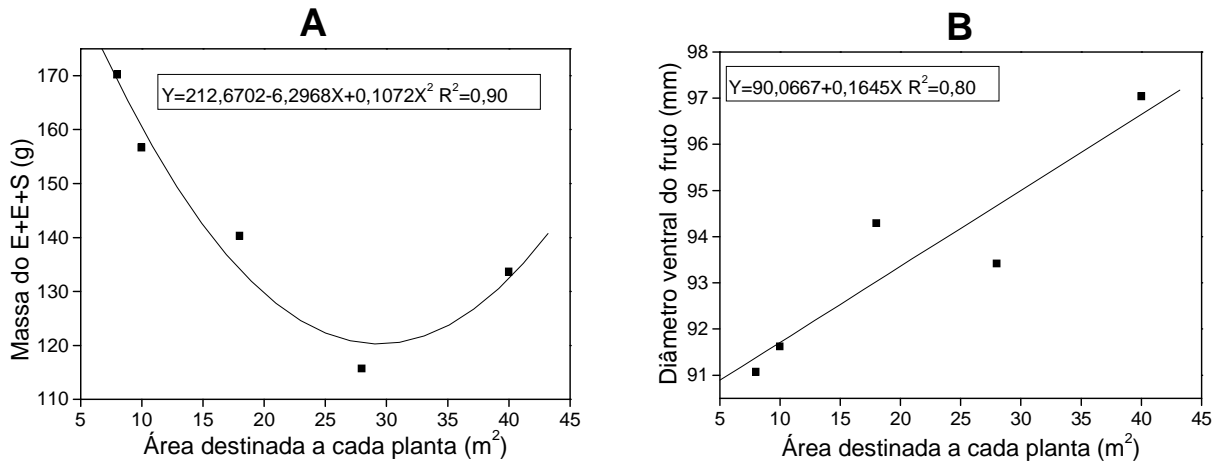
**Tabela 6.** Estimativas do número de frutos por planta (NFP), da massa dos frutos por planta (MFP) e da produção de frutos por área (MFA) em mangueiras ‘Tommy Atkins’ submetidas a diferentes densidades populacionais.

Densidade (Plantas/ha)	NFP	MFP (kg/planta)	MFA (t/ha)
250	48,07	26,60	6,65
357	44,26	24,60	8,78
555	12,93	7,56	4,20
1000	2,56	1,56	1,56
1250	5,08	2,76	3,45

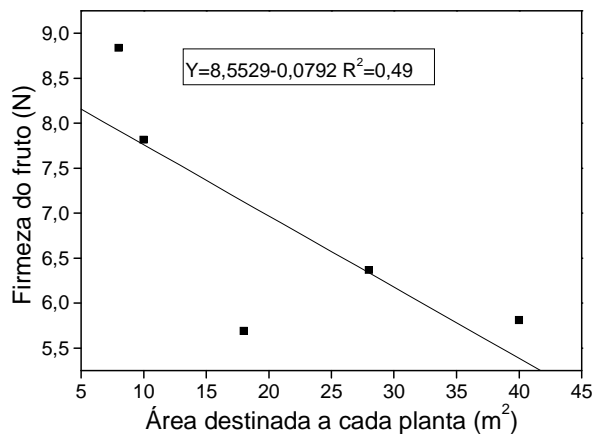
### 5.3 QUALIDADE DOS FRUTOS

Analisando-se os dados obtidos, à medida que se aumentou a área destinada a cada planta, percebeu-se uma tendência do aumento do diâmetro ventral e da massa média do fruto e da polpa e uma diminuição da firmeza, da massa do epicarpo+endocarpo+semente e do comprimento dos frutos, enquanto as demais características avaliadas sofreram pequenas variações. Entretanto, apenas os dados relativos à massa do epicarpo+endocarpo+semente (Figura 14-A), ao diâmetro ventral (Figura 14-B) e à firmeza dos frutos (Figura 15) sofreram variações estatisticamente significativas em função dos tratamentos.

De modo geral, neste experimento, o adensamento das plantas exerceu pouca influência sobre as características de qualidade dos frutos, à semelhança do que ocorreu em outros trabalhos com mangueira (NATH et al., 2007; RAM e SIROHI, 1991; RAM, 1996).



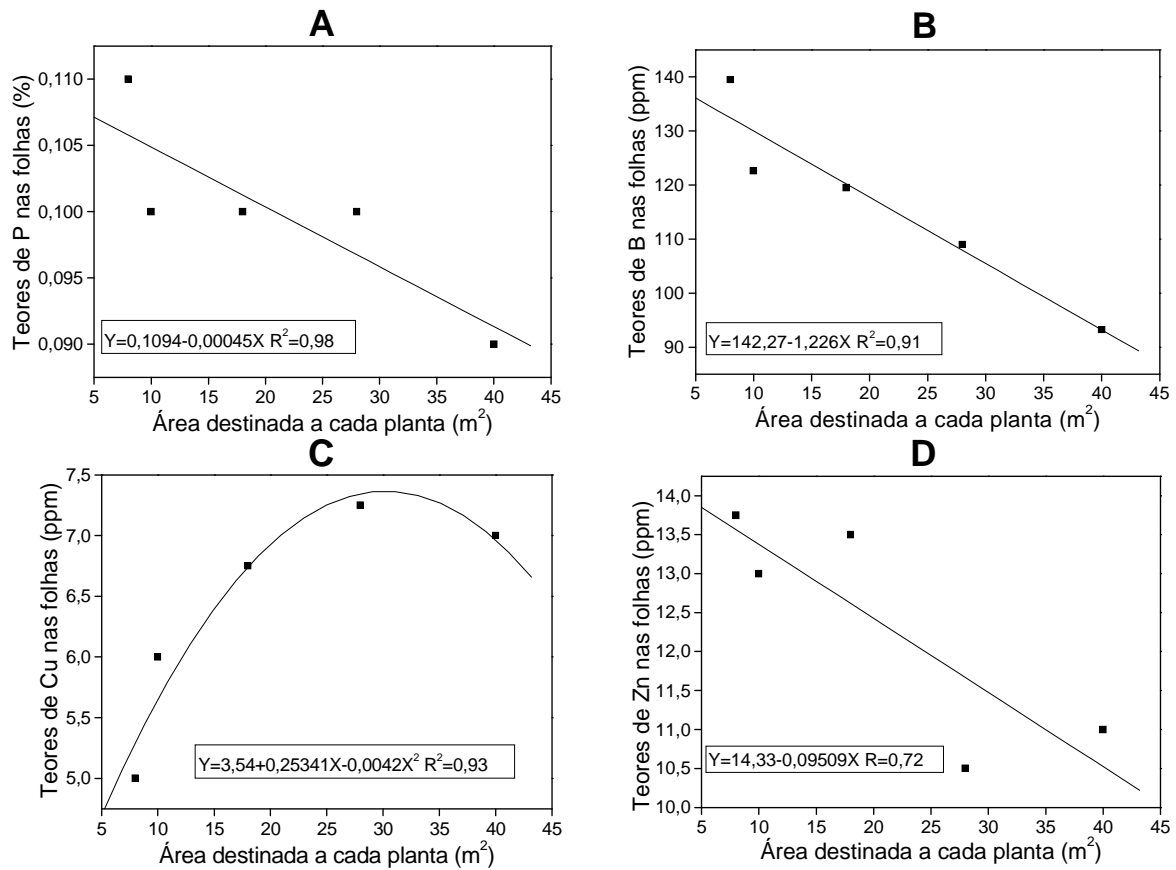
**Figura 14.** Massa do epicarpo+endocarpo+semente (A) e diâmetro ventral (B), dos frutos de mangueiras ‘Tommy Atkins’ submetidas a diferentes densidades populacionais em Teresina, PI.



**Figura 15.** Firmeza dos frutos de mangueiras ‘Tommy Atkins’ submetidas a diferentes densidades populacionais em Teresina, PI.

#### 5.4 CONCENTRAÇÃO DE NUTRIENTES MINERAIS NAS FOLHAS

Diferentemente do que ocorreu com as variáveis de crescimento e produção, as mudanças nas concentrações dos macronutrientes e micronutrientes nas folhas, em função do adensamento de plantas de mangueira ‘Tommy Atkins’, foram pequenas, restringindo-se a quatro elementos: P, B, Cu e Zn (Figura 16-A a D). Com o aumento da área disponível para cada planta, houve redução linear dos teores de P, B e Zn, enquanto os teores de Cu apresentaram uma tendência de aumento.



**Figura 16.** Teores de fósforo (A), boro (B), cobre (C) e zinco (D) em folhas de mangueiras ‘Tommy Atkins’ submetidas a diferentes densidades populacionais em Teresina, PI.

Apesar de estatisticamente significativas, as diferenças observadas não foram suficientes para mudar a faixa de concentração desses nutrientes, uma vez que todos continuaram com teores considerados adequados (SILVA et al., 2002). Esses resultados confirmam os relatos de que o adensamento populacional altera muito pouco a concentração de nutrientes nas folhas das plantas (AUGUSTO et al., 2007; FERRARI et al., 2007; MOREIRA et al., 2007). Portanto, podem ser tomados como um indicativo de que não houve uma competição acirrada por nutrientes do solo, ao contrário do que alguns autores supõem ter ocorrido em casos semelhantes (POLICARPO et al., 2006).

No caso específico do P, o aumento da densidade de plantio pode ter favorecido um aumento da disponibilidade desse elemento no solo, conforme observaram Pavan e Chaves (1996), trabalhando com cafeeiro. Para esses autores, esse fato pode ser justificado por um aumento do grau de micorrização das plantas e do pH do solo, propiciado pelo adensamento. Entretanto, isso não explicaria as

mudanças das concentrações dos demais nutrientes, observadas no trabalho. Nesse caso, as reduções lineares observadas nos teores de P, B, e Zn podem ser atribuídas ao fato de que, independentemente da densidade de plantio, manteve-se a mesma dose de fertilizantes por planta, de forma que as plantas submetidas aos maiores adensamentos e, portanto, com menor porte, tiveram, proporcionalmente, uma quantidade maior de nutrientes à disposição das raízes.



## 6.0 CONCLUSÕES

1. O adensamento de plantio da mangueira 'Tommy Atkins' na microrregião de Teresina induz uma redução das dimensões individuais das características vegetativas e reprodutivas das plantas.
2. O adensamento até 357 plantas.ha<sup>-1</sup> (7 m x 4 m), aumenta em, aproximadamente, 30 % a produção de frutos por área em relação à densidade de plantio tradicional, com estande de 250 plantas.ha<sup>-1</sup> (8 m x 5 m).
3. A partir de 555 plantas.ha<sup>-1</sup> (6 m x 3 m), a diminuição do crescimento das plantas se acentua, juntamente com a redução da porcentagem de florescimento, da produção de frutos por planta e da produção de frutos por área.
4. À medida que se aumenta o adensamento do pomar, ocorre aumento da firmeza e da massa do epicarpo+endocarpo+semente e diminuição do diâmetro ventral dos frutos.
5. O adensamento promove, nas folhas, aumento dos teores de P, B e Zn e redução do teor de Cu.

## 7.0 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, M. L. de; JUNIOR, A. M.; SANGOI, L.; ENDER, M.; GUIDOLIN, A. F. Incremento na densidade de plantas: uma alternativa para aumentar o rendimento de grãos de milho em regiões de curta estação estival de crescimento. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 30, n.1, p.23-29, 2000.

ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA 2007. Santa Cruz do Sul: Gazeta Santa Cruz, 2007. 136p.

AUGUSTO, H. S.; MARTINEZ, H. E. P.; SAMPAIO, N. F.; CRUZ, C. D.; PEDROSA, A. W. CONCENTRAÇÃO FOLIAR DE NUTRIENTES DE *Coffea arabica* L. SOB ESPAÇAMENTOS ADENSADOS. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 4, p. 973-981, 2007.

BASTOS, E.A.; ANDRADE JUNIOR., A.S de. **Boletim agrometeorológico do ano de 2005 para o município de Teresina, PI**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2006. 36p. (Embrapa Meio-Norte. Documentos, 132).

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 Agrônomo de Campinas, 1983. 48p. (Boletim Técnico, 78)

BENEVIDES, S. D.; RAMOS, A. M.; STRINGHETA, P. C.; CASTRO, V. C. Qualidade da manga e polpa da manga Ubá. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.28, n. 3, 2008.

CAMPBELL, R.J. ; WASIELEWSKI, J. Mango tree training techniques for the hot tropics. **Acta Horticulturae**, The Haghe, v. 509, p 641-651, 2000. Edição dos resumos do VI International Symposim on Mango, Pattaya City, Thailand, fevereiro, 2000.

CASAL, J.J., DEREGIBUS, V.A., SÁNCHEZ, R.A. Variations in tiller dynamics and morphology *Lolium multiflorum* Lam vegetative and reproductive plants as affected by differences in red/far-red irradiation. **Annals of Botany**, London, v. 56, p. 533-559, 1985.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras, 2005. 783 p.

CORELLI, L.; SANSAVINI, S. Light interception and photosynthesis related to planting density and canopy management in apple. **Acta Horticulturae**, The Hague, v. 243, p. 159-174, 1989. Edição dos resumos do IV International Symposium on Research and development on Orchard and Plantation Systems, Troten, Holanda, abril, 1989.

COSTA, J. G. da; FERNANDES, C. A. F. Cultivares. In: MOUCO, M. A. do C. (Ed.). **Cultivo da mangueira**. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2004. (Sistemas de produção, 2). Disponível em: [www.cpatsa.embrapa.br/sistema\\_producao/spmanga/cultivares](http://www.cpatsa.embrapa.br/sistema_producao/spmanga/cultivares). Acesso em: janeiro 2009.

DAMASCENO JR, J. A.; BEZERRA, C. F. Qualidade de pedúnculo de cajueiro – anão precoce cultivado sob irrigação e submetido a diferentes sistemas de condução e espaçamento. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal – SP, v. 24, n. 1, p. 258-262, 2002.

DAVENPORT, T. L.; NUÑEZ-ELISEA. Reproductive Physiology. In: LITZ, R. E. (Ed.) . **The Mango: BOTANY, PRODUCTION AND USES**. Flórida, CAB INTERNATIONAL, 1997. p. 69-146.

FERRARI, S.; JUNIOR, E. F.; FERRARI, J. V.; SANTOS, D. M. A. dos; VAL, H. C. do; SANTOS, M. L. TEORES FOLIARES DE NUTRIENTES PARA CULTIVAR DE ALGODOEIRO DELTAOPAL EM FUNÇÃO DE ESPAÇAMENTO E APLICAÇÃO DE REGULADOR DE CRESCIMENTO. CONGRESSO

BRASILEIRO DE ALGODÃO, 6., 2007, Uberlândia. **O algodão como oportunidade de negócios.** Resumos. Uberlândia: ABRAPA: AMIPA: EMBRAPA ALGODÃO, 2007. p. 110 -116.

FIVAZ, J.; STASSEN, P. J. C.; The role of training systems in maintaining higher density mango orchards. **Acta Horticulturae**, The Haghe, v. 455, p. 407-412. 1997. Edição dos resumos publicados no V International Symposim, Tel Aviv, Israel, agosto, 1997.

GIL-ALBERT, F. Some considerations about high density orchards design. **Acta Horticulturae**, The Haghe, v. 349, p. 63-68. 1993. Edição dos resumos publicados no V International Symposium, Tel Aviv, Israel, agosto, 1997.

GOEDEGEBURE, J. Economic aspects of high density plantings in apple-growing in the Nitherlands. **Acta Horticulturae**, The Haghe, v.114, p.389-397; 1980. Edição dos resumos publicados no Symposium on Research and Development on Orchard and Plantation Systems, Lana, Itália, fevereiro, 1980.

GOWDA, J. V. N.; JAYANTHI, R. Studies on the effect of spacing and season of planting on growth and yield of marigold *Tagetes erecta Linn.* **South Indian Horticulture**, Bangalore, v.34, p.198-203, 1994.

HAMPSON, C. R.; QUAMME, H. A.; BROWNLEE, R. T.; Canopy growth yield and fruit quality of 'Royal Gala' apple trees grown for eight years in five tree training systems. **HortScience**, Alexandria, v. 37, p. 627-631, julho, 2002.

HIRANO, S. Planting density ( In Japanese). In: HIRANO, S.; KIKUCHI, T. (Ed). **Productivity and yields in fruit trees**, Tokyo. Rural Culture Association, 1989, p. 156-201.

IBRAF. **Estatística.** Disponível em:  
<[http://www.ibraf.org.br/estatisticas/est\\_frutas.asp](http://www.ibraf.org.br/estatisticas/est_frutas.asp)> Acesso em: 06/02/2009.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas, métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 3. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 1985. v.1, 533p.

IYER, C. P. A.; KURIAN, R. M. Tree Size Control in Mango (*Mangifera indica*) – Some Considerations. **Acta Horticulturae**, The Haghe, v. 321, p. 425– 436, 1992.

IYER, C. P. A.; SUBRAMANYAN, M. D. Developing simples methods for dwarfing mango trees. **Punjab Hort. J.**, v. 13, p. 18-21, 1973.

JACKSON, J. E. Light interception and utilisation by orchard systems. **Horticultural Reviews**, New York v. 2, p.208-287, 1980.

JOHNSON, P. R.; ROBINSON, D. M. The tatura trellis for system for high density mangoes. **Acta Horticulturae**, The Haghe, v. 509, p. 359-363, 2000. Edição dos resumos do VI International Symposim on Mango, Pattaya City, Thailand, fevereiro, 2000.

KASPERBAUER, M.J.; KAUL, K. Light quantity and quality effects on sourcesink relationships during plant growth and development. In: Zamski, E.; Schaffer, A.A. (Eds.), **Photoassimilate Distribution in Plants and Crops—Source-sink Relationships**. Marcel Dekker Inc., New York, pp. 421–440. 1996.

KIST, H.; MANICA, I. Densidades de plantio e características dos frutos do mamoeiro formosa em clima subtropical. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.30, n.7, p.931-937, 1995.

KREUZ, C. L. Rentabilidade da cultura da macieira cultivar Gala em duas densidades de plantio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 3, p. 229-235, 2002.

KREUZ, C. L.; SOUZA, A.; PETRI, J. L. Impacto da intensificação da densidade de plantio na rentabilidade em duas cultivares de macieira em Fraiburgo- SC. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 28, n 2, p. 240-243, 2006.

KULKARNI, V. and HAMILTON, D. An Integrated approach towards improving mango productivity. **Acta Horticulturae**, The Haghe, v. 455, p. 407-412. 1997. Edição dos resumos publicados no V International Symposim, Tel Aviv, Israel, agosto, 1997.

KURODA, H.; NISHIYAMA, Y.; CHIBA, K. Relationship between planting density and growth of *Starking Delicious* apple trees grafted on dwarfing and semidwarfing rootstocks. **Journal of the Japanese Society for Horticultural Science**, Tokyo, v. 65, p .227-236, 1996.

LICHTEMBERG, L. A.; HINZ, R. H.; MALBURG, J. L.; STUKER, H. Crescimento e duração dos cinco primeiros ciclos da bananeira 'Nanicão' sob três densidades de plantio. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 19, n.1, p.15-23, 1997.

LICHTEMBERG, L.A. Espaçamento e desbaste para bananeiras. **Informativo da Sociedade Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.3, n.3, p. 15-16, 1984.

LIRIO, V.S. Panorama econômico da cultura da manga e comercialização da manga. In: ROZANE, D. E.; DAREZZO, R. J.; AGUIAR, R. L.; AGUILERA, G. H. A.; ZAMBOLIM, L. (Eds.). **MANGA PRODUÇÃO INTEGRADA, INDUSTRIALIZAÇÃO E COMERCIALIZAÇÃO**. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa – UFV, 2004. p. 1-16.

MISTRY, P. M.; PATEL, B. N. Improving land use efficiency through high density plantation on yield of mango cv Kesar. **Indian Institute of Horticultural**, Bangalore, p.122, 2006. Edição dos anais do National Symposium on Improving Input Use Efficiency in Horticulture National, 9-11 agosto, 2006.

MONTGOMERY, D. C. **Design and analysis of experiments**. 3 ed. New York: John Wiley e Sons, 1991. 649p.

MOREIRA, A.; HEINFICHS, R.; PEREIRA, J. C. R. Densidade de plantio na produtividade e nos teores de nutrientes nas folhas e frutos da bananeira cv. Thap Maeo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 29, n. 3, 2007.

NATH, V.; DAS, B.; RAI, M. Standardization of high-density planting in mango (*Mangifera indica*) under sub-humid Alfisols of Eastern India. **Indian Journal of Agricultural Sciences**, New Delhi, v. 77, n 1, p. 3-7, 2007.

OOSTHUYSE, S.A. Pruning for sensation mango trees to maintain their size and effect uniform and later flowering. **South African Mango Grower Association Yearbook**, Tzaneen , v.14, p.1-14, 1994.

OOSTHUYSE, S.A. Research on mango aimed at increasing orchad productivity and export fruit quality . **South African Mango Grower Association Yearbook**, Tzaneen v.13, p.40-44, 1993b.

OOSTHUYSE, S.A. Tree spacing trends and options for yield improvement in mango. **South African Mango Grower Association Yearbook**, Tzaneen, v.13, p.34-39, 1993a.

PARR, D. Growing mango in a hedgerowing. **Mango 2000 proceeding Townsville**, Townsville, p.135-141, 1995.

PAVAN, M. A.; CHAVES, J. C. D. Influência da densidade de plantio de cafeeiros sobre a fertilidade do solo. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE CAFÉ ADENSADO, 1994. Londrina. [**Anais**]. Londrina: IAPAR, 1996. p. 89-106.

PEIXOTO, C. M.; SILVA, P. R. F. da; REZER, F. Produtividade de híbridos de milho em função da densidade de plantas, em dois níveis de manejo da água e

da adubação. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v. 3, n. 1, p. 63-71, 1997.

PEREIRA, M. C. T.; SALOMÃO, L. C. C.; SILVA, S. de O.; SEIDIYAMA, C. S.; COUTO, F. A. de A.; NETO, S. P. da S. Crescimento e produção de 1º ciclo de bananeira 'prata-anã' (AAB) em sete espaçamentos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n.7, p. 1377-1387, 2000.

POLICARPO, M.; TALLUTO, G.; BIANCO R. Lo. Vegetative and productive responses of 'Conference' and 'Williams' pear trees planted at different in-row spacings. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 109, p. 322-331, 2006.

RAM, S.. High density orcharding in mango. In: CHADHA, K. L.; PAREEK, O. P. (Ed). **Advances in Horticulture**. New Delhi, Malhotra Publishing House, v.2. p.641, 1996.

RAM, S.; SIROHI, S. C. Feasibility of high density orcharding in *Dashehari* mango. **Acta Horticulturae**, The Haghe, v. 291, p. 207-212, 1991. Edição dos resumos do III International Mango Symposium, Darwin, junho, 1991.

REYNOLDS, A. G.; WARDLE, D. A.; CLIFF, M. A.; KING, M. Impact of training system and vine spacing on vine performance, berry composition, and wine sensory attributes of Seyval and Chancellor. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v. 55, n. 1, p. 84-95, 2004a.

REYNOLDS, A. G.; WARDLE, D. A.; CLIFF, M. A.; KING, M. Impact of training system and vine spacing on vine performance, berry composition, and wine sensory attributes of Riesling. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v. 55, n. 1, p. 96-103, 2004b.



RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ, V. V. H. **Recomendações para uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais – 5ª aproximação.** Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 1999. 359p.

ROZANE, D. E.; DAREZZO, R. J.; AGUIAR, R. L.; AGUILERA, G. H. A.; ZAMBOLIM, L. **MANGA PRODUÇÃO INTEGRADA, INDUSTRIALIZAÇÃO E COMERCIALIZAÇÃO.** Viçosa, Universidade Federal de Viçosa – UFV, 2004. 604p.

ROZANE, D. E.; NATALE, N.; PRADO, R. de M.; BARBOSA, J. C. Amostragem nutricional para diagnose do estado nutricional de mangueiras. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.29, n. 2, 2007.

SANTOS, E. H. Comparação entre análise química do solo de café adensado e do café normal: orientação aos agricultores sobre a melhor forma de se obter maior produtividade. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIIRAS, 25., 1999, Franca, SP. **Resumos dos trabalhos apresentados...** Rio de Janeiro: MAA/PROCAFÉ/PNFC, 1999. p. 110-111.

SAS INSTITUTE (Cary, NC). **SAS/ STAT: user's guide version 8.1.** Cary 2002. v.1, 943p.

SILVA, A. V. C. da; MENEZES, J. B. CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DA MANGA 'TOMMY ATKINS' SUBMETIDA A APLICAÇÃO DE CLORETO DE CÁLCIO PRÉ-COLHEITA E ARMAZENAMENTO REFRIGERADO. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 58, n. 1, 2001.

SILVA, D. J.; QUAGGIO, J. A.; PINTO, P. A. da C.; PINTO, A. C. de Q.; MAGALHÃES, A. F. de J. Nutrição e Adubação. In: GENÚ, P. J. de C.; PINTO, A. C. de Q. (Ed.). **A cultura da Mangueira.** Brasília, Embrapa Informação Tecnológica, 2002. 454p.

SINGH, G.; SINGH, A. K.; MISHRA, D. High Density Planting in Guava. **Acta Horticulturae**, The Hague, v.735, p. 235-241, 2007. Edição dos resumos do I International Guava Symposium, Lucknow, março, 2007.

SOUTO, R.F. ; RODRIGUES, M.G.V.; ALVARENGA, C.D; SILVA, J.T.A.; MAENO, P.; GONZAGA, V. **Sistema de produção para a cultura da banana 'Prata Anã'**. Belo Horizonte: EPAMIG, 1997. 32p. (EPAMIG. Boletim Técnico,48).

SOUZA, R.P.; VALIO, I. F. M. Carbon translocation as affected by shade in saplings of shade tolerant and intolerant species. **Biol. Plant**, v. 42, p. 631–636, 1999.

STRIEDER, L. M.; SILVA, P. R. F. da S.; RAMBO, L.; BERGAMASCHI, H.; ENDRIGO, P. C.; JANDREY, D. B. Características de dossel de milho em diferentes espaçamentos e sistemas de manejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, n. 3, p. 309-317, 2008.

STUCHI, E. Adensamento de plantio: estratégia para a produtividade e lucratividade na citricultura. **Revista Ciência e Prática**, Lavras, v. 16, p. 5-6, 2005.

VAN HEES, A. F. M. Growth and morphology of pedunculate oak (*Quercus robur* L.) and beech (*Fagus sylvatica* L.) seedlings in relation to shading and drought. **Ann. Sci. Forest**, v. 54, p. 9–18, 1997

VAN HEES, A. F. M.; CLERKX, A. P. P. M. Shading and root-shoot relations in saplings of silver birch, pedunculate oak and beech. **Forest Ecol. Manage**, v.176, p. 439–448, 2003.

VASCONCELOS, L.F.L.; VELOSO, M.E. da C.; COELHO, E.F.; SOUZA, V.A.B. . **Evolução da mangicultura no Estado do Piauí**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 1998. p.23. (Embrapa Meio-Norte. Documentos, 35).

WEBER, M. S. Optimizing the tree density in apple orchards on dwarf rootstocks. **Acta Horticulturae**, The Haghe, v. 557, p. 229-234, 2001. Edição dos resumos do VII International Symposium on Orchard and Plantation Systems, Nelson, julho, 2001.

WINTER, F. Modelling the biological and economic development of an apple orchard. **Acta Horticulturae**, Belgium, v. 160, p. 353-360. 1986. Edição dos resumos do III International Symposium on Research and Development on Orchard and Plantation Systems, Montpellier, fevereiro, 1986.

YAMAKURA, T.; HOSOMI, A.; HIRAYAMA, D. Effect of tree spacing on vegetative growth and reproduction in early growth stage in two cultivars of *Ficus carica* L. **Journal of the Japanese Society for Horticultural Science**, Tokyo, v. 77, n. 1, p.7-16.,2008.

ZIMMERMANN, F. J. P. **Estatística aplicada à pesquisa agrícola**. Santo Antonio de Goiás – GO: Embrapa Arroz e feijão, 2004. 402p.

ZONETTI, P. da C.; TARSITANO, P. C. dos S.; SILVA, S. C. e; PETINARI, R. A. Análise de custo de produção e lucratividade de bananeira ‘Nanicão Jangada’ sob duas densidades de cultivo em Ilha Solteira-SP. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal , v. 24, n. 2, p. 406-410, 2002.

## **APÊNDICES**

## I - RESUMO DAS ANÁLISES DE VARIÂNCIA

Tabela 1. Resumo das análises de variância das características vegetativas de mangueiras 'Tommy Atkins' submetidas a diferentes densidades de plantio.

FV	GL	Quadrado médio					
		ALT1	ALT2	DAB1	DAB2	DAC1	DAC2
APL	1	0,2308**	0,1234*	35,3236**	53,7815**	33,1074**	34,4927**
APQ	1	0,0281 <sup>ns</sup>	0,0130 <sup>ns</sup>	0,1504 <sup>ns</sup>	4,8874**	0,0130 <sup>ns</sup>	4,1721**
APC	1	0,0000 <sup>ns</sup>	0,0038 <sup>ns</sup>	0,6004 <sup>ns</sup>	0,0052 <sup>ns</sup>	0,8938 <sup>ns</sup>	0,0981 <sup>ns</sup>
AP4	1	0,0266 <sup>ns</sup>	0,0026 <sup>ns</sup>	1,5461 <sup>ns</sup>	0,0033 <sup>ns</sup>	0,2751 <sup>ns</sup>	0,0001 <sup>ns</sup>
AP	4	0,0714**	0,0357 <sup>ns</sup>	9,4051**	14,6694**	8,5723**	9,6908**
Bloco	3	0,2609**	0,1256*	1,1069 <sup>ns</sup>	0,1735 <sup>ns</sup>	1,5535 <sup>ns</sup>	0,7220 <sup>ns</sup>
Erro	12	0,0118	0,0218	0,9632	0,2269	0,7528	0,3703
CV (%)		4,07	5,838	5,81	2,67	6,55	4,46

FV – fonte de variação; GL – grau de liberdade; AP – área por planta; APL – componente linear; APQ – componente quadrática; APC – componente cúbica; AP4 – componente de quarto grau; ALT - altura da planta; DAB – diâmetro abaixo do ponto de enxertia; DAC – diâmetro acima do ponto de enxertia; os números 1 ou 2, após cada variável, referem-se às medidas realizadas em dois anos consecutivos, 2007 e 2008, respectivamente; ns, \*, \*\* - não significativo e significativo ao nível de 5 % e 1 % de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

Tabela 1. Continuação...

FV	GL	Quadrado médio				
		EC	DCL1	DCL2	DCE1	DCE2
APL	1	0,3100**	5,1907**	8,6950**	1,2193**	2,1591**
APQ	1	0,0037 <sup>ns</sup>	0,1516*	0,2013 <sup>ns</sup>	0,3387*	0,2305 <sup>ns</sup>
APC	1	0,0015 <sup>ns</sup>	0,0210 <sup>ns</sup>	0,0163 <sup>ns</sup>	0,0029 <sup>ns</sup>	0,3760*
AP4	1	0,0002 <sup>ns</sup>	0,0015 <sup>ns</sup>	0,0019 <sup>ns</sup>	0,0103 <sup>ns</sup>	0,0016 <sup>ns</sup>
AP	4	0,0789*	1,3412**	2,2286**	0,3928**	0,6918**
Bloco	3	0,1671**	0,3917**	0,0887 <sup>ns</sup>	0,7037**	0,1207 <sup>ns</sup>
Erro	12	0,0242	0,0290	0,0525	0,0683	0,0571
cv (%)		9,42	6,89	8,58	8,67	7,41

FV – fonte de variação; GL – grau de liberdade; AP – área por planta; APL – componente linear; APQ – componente quadrática; APC – componente cúbica; AP4 – componente de quarto grau; EC - espessura da copa; DCL – diâmetro da copa no sentido da linha; DCE – diâmetro da copa no sentido da entrelinha; os números 1 ou 2, após cada variável, referem-se às medidas realizadas em dois anos consecutivos, 2007 e 2008, respectivamente; ns, \*, \*\* - não significativo e significativo ao nível de 5 % e 1 % de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

Tabela 1. Continuação...

FV	GL	Quadrado médio			
		NBA	CBV	PRC	PRNB
APL	1	25,2930**	74,4330**	0,3721**	0,1580**
APQ	1	2,8082**	0,3042 <sup>ns</sup>	0,0808*	0,0003 <sup>ns</sup>
APC	1	0,0867 <sup>ns</sup>	0,7618 <sup>ns</sup>	0,0129 <sup>ns</sup>	0,0384 <sup>ns</sup>
AP4	1	0,0417 <sup>ns</sup>	4,7470*	0,0622*	0,0112 <sup>ns</sup>
AP	4	7,0574**	20,0615**	0,1320**	0,0520*
Bloco	3	8,5704**	9,2763**	0,0308 <sup>ns</sup>	0,0112 <sup>ns</sup>
Erro	12	0,2088	0,8534	0,0091	0,0126
cv (%)		6,8637	5,04	18,89	15,92

FV – fonte de variação; GL – grau de liberdade; AP – área por planta; APL – componente linear; APQ – componente quadrática; APC – componente cúbica; AP4 – componente de quarto grau; NBA – número de brotos apicais por planta; CBV – comprimento dos brotos vegetativos; PRC – porcentagem de ramos compactados; PRNB – porcentagem de ramos que não brotaram; ns, \*, \*\* - não significativo e significativo ao nível de 5 % e 1 % de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

Tabela 2. Resumo das análises de variância das características reprodutivas de mangueiras ‘Tommy Atkins’ submetidas a diferentes densidades de plantio.

FV	GL	Quadrado médio				
		NBF	PBF	CP	MFP	MTF
APL	1	45,3254**	0,1915**	166,1868**	86,0924**	52,3978**
APQ	1	0,0073 <sup>ns</sup>	0,0003 <sup>ns</sup>	4,7596*	3,3117**	1,1994*
APC	1	0,0058 <sup>ns</sup>	0,0796*	1,4038 <sup>ns</sup>	4,9503**	2,6325**
AP4	1	0,0420 <sup>ns</sup>	0,0035 <sup>ns</sup>	0,1882 <sup>ns</sup>	0,0285 <sup>ns</sup>	0,0322 <sup>ns</sup>
AP	4	11,5101**	0,0687*	43,1346**	23,5957**	14,0655**
Bloco	3	6,7985**	0,1149**	0,1484 <sup>ns</sup>	0,1920*	0,1501 <sup>ns</sup>
Erro	12	0,4269	0,0158	0,9810	0,0413	0,1574
cv (%)		14,1624	27,56	3,97	4,82	12,5607

FV – fonte de variação; GL – grau de liberdade; AP – área por planta; APL – componente linear; APQ – componente quadrática; APC – componente cúbica; AP4 – componente de quarto grau; NBF – número de brotos florais; PBF – porcentagem de brotos florais; CP – comprimento da panícula; MFP – massa de frutos por planta; MTF – massa total de frutos por planta; ns, \*, \*\* - não significativo e significativo ao nível de 5 % e 1 % de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

Tabela 3. Resumo das análises de variância das características da qualidade dos frutos de mangueiras 'Tommy Atkins' submetidas a diferentes densidades de plantio.

FV	GL	Quadrado médio					
		MEES	DVF	FIRM	MP	COMPF	DDF
APL	1	3227,7771*	58,6464*	13,6063*	11447,8136 <sup>ns</sup>	52,2820 <sup>ns</sup>	6,2064 <sup>ns</sup>
APQ	1	2139,7137*	0,0491 <sup>ns</sup>	5,6841 <sup>ns</sup>	804,5097 <sup>ns</sup>	1,8932 <sup>ns</sup>	4,4590 <sup>ns</sup>
APC	1	125,77278 <sup>ns</sup>	10,5598 <sup>ns</sup>	4,8744 <sup>ns</sup>	653,8727 <sup>ns</sup>	5,2162 <sup>ns</sup>	0,0006 <sup>ns</sup>
AP4	1	164,7596 <sup>ns</sup>	1,3504 <sup>ns</sup>	0,0449 <sup>ns</sup>	812,9695 <sup>ns</sup>	10,5541 <sup>ns</sup>	6,3720 <sup>ns</sup>
AP	4	1437,6969*	18,4257 <sup>ns</sup>	6,9679 <sup>ns</sup>	3696,1611 <sup>ns</sup>	16,8233 <sup>ns</sup>	4,1307 <sup>ns</sup>
Bloco	3	535,5991 <sup>ns</sup>	10,4426 <sup>ns</sup>	1,8968 <sup>ns</sup>	5192,4578 <sup>ns</sup>	19,5426*	2,0352 <sup>ns</sup>
Erro	12	325,32	9,5244	2,6953	2756,7289	15,3584	8,2952
cv (%)		12,47	3,30	23,04	14,84	3,56	3,38

FV – fonte de variação; GL – grau de liberdade; AP – área por planta; APL – componente linear; APQ – componente quadrática; APC – componente cúbica; AP4 – componente de quarto grau; MEES – massa do epicarpo+endocarpo+semente; DVF – diâmetro ventral do fruto; FIRM – firmeza; MP – massa da polpa; COMPF – comprimento do fruto; DDF – diâmetro dorsal do fruto; ns, \* - não significativo e significativo ao nível de 5 % de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

Tabela 3. Continuação...

FV	GL	Quadrado médio			
		BRIX	ATT	MMF	pH
APL	1	0,1262 <sup>ns</sup>	0,0030 <sup>ns</sup>	2513,8736 <sup>ns</sup>	0,0019 <sup>ns</sup>
APQ	1	2,8822 <sup>ns</sup>	0,0084 <sup>ns</sup>	316,5203 <sup>ns</sup>	0,0808 <sup>ns</sup>
APC	1	1,2757 <sup>ns</sup>	0,0048 <sup>ns</sup>	1363,5141 <sup>ns</sup>	0,0814 <sup>ns</sup>
AP4	1	1,6835 <sup>ns</sup>	0,0016 <sup>ns</sup>	1716,8600 <sup>ns</sup>	0,0764 <sup>ns</sup>
AP	4	1,3361 <sup>ns</sup>	0,0052 <sup>ns</sup>	1459,22,03	0,0671 <sup>ns</sup>
Bloco	3	3,0931 <sup>ns</sup>	0,0049 <sup>ns</sup>	3471,2996	0,1152 <sup>ns</sup>
Erro	12	2,8014	0,0059	2909,3931	0,0827
cv (%)		11,34	34,41	10,82	6,16

FV – fonte de variação; GL – grau de liberdade; AP – área por planta; APL – componente linear; APQ – componente quadrática; APC – componente cúbica; AP4 – componente de quarto grau; BRIX - percentagem de sólidos solúveis totais; ATT – acidez total titulável; MMF – massa média do fruto; pH – potencial hidrogeniônico; ns – não significativo, pelo teste F.

Tabela 4. Resumo das análises de variância das concentrações de macronutrientes em folhas de mangueiras 'Tommy Atkins' submetidas a diferentes densidades de plantio.

FV	GL	Quadrado médio					
		N	P	K	Ca	Mg	S
APL	1	0,0038 <sup>ns</sup>	0,0008 <sup>**</sup>	0,0538 <sup>ns</sup>	0,0000 <sup>ns</sup>	0,0006 <sup>ns</sup>	0,0000 <sup>ns</sup>
APQ	1	0,0018 <sup>ns</sup>	0,0000 <sup>ns</sup>	0,0026 <sup>ns</sup>	0,0431 <sup>ns</sup>	0,0006 <sup>ns</sup>	0,0000 <sup>ns</sup>
APC	1	0,0091 <sup>ns</sup>	0,0000 <sup>ns</sup>	0,0001 <sup>ns</sup>	0,0013 <sup>ns</sup>	0,0000 <sup>ns</sup>	0,0000 <sup>ns</sup>
AP4	1	0,0135 <sup>ns</sup>	0,0000 <sup>ns</sup>	0,0060 <sup>ns</sup>	0,0002 <sup>ns</sup>	0,0000 <sup>ns</sup>	0,0000 <sup>ns</sup>
AP	4	0,0071 <sup>ns</sup>	0,0002 <sup>*</sup>	0,0156 <sup>ns</sup>	0,0112 <sup>ns</sup>	0,0003 <sup>ns</sup>	0,0000 <sup>ns</sup>
Bloco	3	0,0058 <sup>ns</sup>	0,0002 <sup>*</sup>	0,0276 <sup>ns</sup>	0,1082 <sup>**</sup>	0,0009 <sup>ns</sup>	0,0001 <sup>ns</sup>
Erro	12	0,0282	0,0000	0,0118	0,0141	0,0009	0,0002
cv (%)		9,31	6,76	15,37	6,42	11,17	12,63

FV – fonte de variação; GL – grau de liberdade; AP – área por planta; APL – componente linear; APQ – componente quadrática; APC – componente cúbica; AP4 – componente de quarto grau; N – nitrogênio; P – Fósforo; K – potássio; Ca – cálcio; Mg – magnésio; S – enxofre; ns, \*, \*\* - não significativo e significativo ao nível de 5 % e 1 % de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

Tabela 5. Resumo das análises de variância das concentrações de micronutrientes em folhas de mangueiras 'Tommy Atkins' submetidas a diferentes densidades de plantio.

FV	GL	Quadrado médio					
		B	Cu	Fe	Mn	Na	Zn
APL	1	4261,09 <sup>**</sup>	8,5395 <sup>**</sup>	117,83 <sup>ns</sup>	273,88 <sup>ns</sup>	0,4077 <sup>ns</sup>	25,6363 <sup>*</sup>
APQ	1	8,62 <sup>ns</sup>	3,8835 <sup>ns</sup>	2,34 <sup>ns</sup>	153,32 <sup>ns</sup>	72,3607 <sup>ns</sup>	0,8430 <sup>ns</sup>
APC	1	105,66 <sup>ns</sup>	0,2480 <sup>ns</sup>	135,21 <sup>ns</sup>	18406 <sup>ns</sup>	16,0213 <sup>ns</sup>	6,0964 <sup>ns</sup>
AP4	1	310,67 <sup>ns</sup>	0,6289 <sup>ns</sup>	62,12 <sup>ns</sup>	1787,51 <sup>ns</sup>	0,2103 <sup>ns</sup>	3,2242 <sup>ns</sup>
AP	4	1171,51 <sup>**</sup>	3,325 <sup>*</sup>	79,37 <sup>ns</sup>	5155,17 <sup>ns</sup>	22,250 <sup>ns</sup>	8,9500 <sup>ns</sup>
Bloco	3	271,16 <sup>ns</sup>	0,4000 <sup>ns</sup>	355,33 <sup>ns</sup>	29608,1 <sup>*</sup>	78,983 <sup>*</sup>	5,3833 <sup>ns</sup>
Erro	12	124,17	0,8583	204,71	5652,34	21,65	5,3833
cv (%)		9,54	14,47	14,03	25,24	6,67	18,79

FV – fonte de variação; GL – grau de liberdade; AP – área por planta; APL – componente linear; APQ – componente quadrática; APC – componente cúbica; AP4 – componente de quarto grau; B – boro; Cu – cobre; Fe – ferro; Mn – manganês; Na – sódio; Zn – zinco; ns, \*, \*\* - não significativo e significativo ao nível de 5 % e 1 % de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.