



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA BAIANO –
CAMPUS GUANAMBI

ARTUR FRANÇA DANTAS

SECAMENTO PARCIAL DO SISTEMA RADICULAR EM MANGUEIRA
‘PALMER’ SOB ALTAS DENSIDADES DE PLANTIO

GUANAMBI - BA
2025



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA BAIANO –
CAMPUS GUANAMBI

ARTUR FRANÇA DANTAS

SECAMENTO PARCIAL DO SISTEMA RADICULAR EM MANGUEIRA
‘PALMER’ SOB ALTAS DENSIDADES DE PLANTIO

Monografia apresentada ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano – *Campus* Guanambi como parte dos requisitos necessários para a obtenção do Grau de Bacharel em Engenharia Agrônômica.

Prof. Dr. Marcelo Rocha dos Santos
Orientador

GUANAMBI - BA
2025



Ministério da Educação
Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano
Campus Guanambi

Declaração 293/2025 - GBI-CGE/GBI-DDE/GBI-DG/RET/IFBAIANO

ARTUR FRANÇA DANTAS

**SECAMENTO PARCIAL DO SISTEMA RADICULAR EM MANGUEIRA 'PALMER' SOB ALTAS
DENSIDADES DE PLANTIO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano – *Campus* Guanambi como parte dos requisitos necessários para a obtenção do Grau de Bacharel em Engenharia Agrônoma.

APROVADA em 05 de junho de 2025.

Dr. Marcelo Rocha dos Santos,
(Presidente da Banca - Orientador)
IF Baiano

Dr. Carlos Elízio Cotrim,
Membro Interno - IF Baiano

Dr. Pedro Ricardo Rocha Marques,
Membro Interno - IF Baiano

Documento assinado eletronicamente por:

- **Marcelo Rocha dos Santos, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO**, em 10/06/2025 08:52:38.
- **Carlos Elizio Cotrim, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO**, em 10/06/2025 09:48:16.
- **Pedro Ricardo Rocha Marques, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO**, em 10/06/2025 14:27:45.
- **ARTUR FRANÇA DANTAS, 20201GBI01GB0005 - Discente**, em 10/06/2025 14:42:39.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 10/06/2025. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifbaiano.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código 708401
Verificador: 224eca1b68
Código de
Autenticação:



Distrito de Ceraíma, S/N, Zona Rural, GUANAMBI / BA, CEP 46430-000
Fone: (77) 3493-2100

FICHA CATALOGRÁFICA

Catálogo: Leidiane Reis - CRB-5/1959
IF Baiano, Campus Guanambi

D192s Dantas, Artur França

Secamento parcial do sistema radicular em mangueira
'Palmer' sob altas densidades de plantio. / Artur França Dantas.--
Guanambi, Ba., 2025.
53f.: il.

Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Agrônômica.)
- Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano -
Campus Guanambi.
Orientador: Marcelo Rocha dos Santos.

1. Manga. 2. Densidade de plantio. 3. Irrigação. I.Título.

CDU: 634.4

RESUMO

DANTAS, Artur França. **Secamento parcial do sistema radicular em mangueira ‘Palmer’ sob altas densidades de plantio**. 2025. 53 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Engenharia Agrônômica. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano – *Campus Guanambi*. Guanambi-BA, 2025.

O semiárido do Brasil possui clima favorável à produção de manga (*Mangífera Indica* L), entretanto a baixa precipitação e irregularidade na distribuição das chuvas impossibilita o cultivo em sequeiro e torna a irrigação indispensável. Nesse sentido, ainda carece de informações acerca de técnicas que otimizem o uso da água nos pomares de manga ‘Palmer’. Assim, objetivou-se identificar um sistema de produção para a mangueira ‘Palmer’, que garanta maior produtividade da água de irrigação. Para isso, analisou-se combinações entre densidades de plantio e estratégias de irrigação com déficit alternado e suas inter-relações com parâmetros solo-água-planta. O projeto foi desenvolvido em área experimental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano, *Campus Guanambi*, localizado no Perímetro Irrigado de Ceraíma, município de Guanambi, região sudoeste da Bahia, com latitude de 14° 13’ S, longitude de 42° 46’ W e altitude de 545 m. Ajustou-se o delineamento experimental em blocos casualizados, com 4 repetições, em esquema de parcelas subdivididas para as variáveis produtivas e 3 repetições em subsubdivididas para as mensurações fisiológicas. O fator densidade de plantio foi alocado na parcela e as estratégias de irrigação (PRD) na subparcela. O manejo da irrigação aconteceu por base no clima, em que a ETo foi determinada indiretamente pelo método de Penman-Monteith padrão FAO Boletim 56, com base em dados da estação meteorológica local, instalada próxima a área experimental. Os tratamentos de irrigação aplicados foram: T1 (Irrigação plena, 100% da ETc, com duas laterais de irrigação por fileira); T2 (50% da ETc, sem alternância) T3 (50% da ETc, alternado a 1 semana); T4 (50% da ETc, alternado a cada duas semanas) e T5 (50% da ETc, alternado a cada 3 semanas). Maiores populações de mangueira ‘Palmer’ resultaram em maiores produtividades, número de frutos e PAI. A PRD com 50% da ETc, sem alternância e alternado a 1 e 3 semanas proporcionaram produtividades semelhantes e maiores PAI, em comparação a irrigação plena. As trocas gasosas obtiveram melhores valores as 8:00h.

PALAVRAS- CHAVE: Produtividade da água de irrigação; Densidade de plantio; *Mangífera indica*.

ABSTRACT

DANTAS, Artur França. **Secamento parcial do sistema radicular em mangueira ‘Palmer’ sob altas densidades de plantio**. 2025. 53 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Engenharia Agrônômica. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano – Campus Guanambi. Guanambi-BA, 2025.

The Brazilian semiarid region has a climate that is favorable for mango (*Mangifera Indica* L.) production. However, low rainfall and irregular rainfall distribution make dryland cultivation impossible and make irrigation indispensable. In this sense, there is still a lack of information about techniques that optimize water use in ‘Palmer’ mango orchards. Thus, the objective was to identify a production system for the ‘Palmer’ mango tree that guarantees greater productivity of irrigation water. To this end, combinations of planting densities and alternating deficit irrigation strategies and their interrelationships with soil-water-plant parameters were analyzed. The project was developed in an experimental area of the Federal Institute of Education, Science and Technology of Bahia, Guanambi Campus, located in the Irrigated Perimeter of Ceraíma, municipality of Guanambi, southwest region of Bahia, with latitude of 14° 13’ S, longitude of 42° 46’ W and altitude of 545 m. The experimental design was adjusted in randomized blocks, with 4 replications, in a split-plot scheme for the productive variables and 3 replications in sub-subdivided scheme for the physiological measurements. The planting density factor was allocated in the plot and the irrigation strategies (PRD) in the subplot. Irrigation management was based on the climate, in which the ETo was determined indirectly by the Penman-Monteith method, FAO Bulletin 56 standard, based on data from the local meteorological station, installed near the experimental area. The irrigation treatments applied were: T1 (full irrigation, 100% of ETc, with two irrigation laterals per row); T2 (50% of ETc, without alternation); T3 (50% of ETc, alternating at 1 week); T4 (50% of ETc, alternating at 2 weeks) and T5 (50% of ETc, alternating at 3 weeks). Larger populations of ‘Palmer’ mango resulted in higher yields, number of fruits and PAI. PRD with 50% of ETc, without alternation and alternating at 1 and 3 weeks provided similar yields and higher PAI, compared to full irrigation. Gas exchange obtained better values at 8:00h.

KEYWORDS: Irrigation water productivity; Planting density; *Mangifera indica*.

Lista de figuras

Figura 1 - Setor de agricultura II do IF Baiano, campus Guanambi.....	25
Figura 2 – Estabelecimento da floração.	27
Figura 3 – Sistema de irrigação por gotejamento, em faixa molhada contínua.	27
Figura 4 – Estação meteorológica	28
Figura 5 – (A) Temperatura máxima e temperatura mínima, (B) umidade relativa (UR) e velocidade do vento (U2) e (C) evapotranspiração de referência (ETo) e precipitação acumulada (Pacum).....	29
Figura 6 - Lâmina bruta acumulada, nas estratégias de 100 e 50% da ETc durante o período de condução do experimento.	32
Figura 7 – (A) Realização da colheita do experimento, B – transporte da carga.....	33
Figura 8 – Técnico realizando as mensurações fisiológicas com o Irga.	34

Lista de tabelas

Tabela 1- Análise química do solo	26
Tabela 2 - Resumo da análise de variância, com seus respectivos quadrados médios, F calculado e P valor, para as variáveis Radiação incidente – Q_{leaf} ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ de fótons) e temperatura foliar - T_{leaf} ($^{\circ}\text{C}$).	35
Tabela 3 - Resumo da análise de variância, com seus respectivos quadrados médios, F calculado e P valor, para as variáveis fotossíntese – A ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ de CO_2) e concentração interna de CO_2 – C_i ($\mu\text{mol mol}^{-1}$).	36
Tabela 4 - Resumo da análise de variância, com seus respectivos quadrados médios, F calculado e P valor, para as variáveis condutância estomática – g_s ($\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) e transpiração – E ($\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ de H_2O).	37
Tabela 5 - Resumo da análise de variância, com seus respectivos quadrados médios, F calculado e P valor, para as variáveis eficiência instantânea de uso da água (A/E) e eficiência de carboxilação (A/C_i).	38
Tabela 6 - Resumo da análise de variância, com seus respectivos quadrados médios, F calculado e P valor, para a variável eficiência quântica da fotossíntese (A/Q_{leaf}).	39
Tabela 7 - Teste de comparação de médias pelo método de Tukey para variáveis fisiológicas no fator horário de mensuração.	39
Tabela 8 - Resumo da análise de variância, com seus respectivos quadrados médios, F calculado e P valor, para as variáveis produtividade em (kg ha^{-1}) e massa de frutos por planta (MFP).	43
Tabela 9 - Resumo da análise de variância, com seus respectivos quadrados médios, F calculado e P valor, para as variáveis número de frutos por hectare e número de frutos por planta (NFP).	44
Tabela 10 - Resumo da análise de variância, com seus respectivos quadrados médios, F calculado e P valor, para as variáveis produtividade da água de irrigação – PA_i ($\text{kg ha}^{-1} \text{mm}^{-1}$) e massa média do fruto (kg).	44
Tabela 11 - Teste de comparação de médias pelo método de Tukey para as variáveis produtividade (PROD), produtividade da água de irrigação (PA_i), massa dos frutos por planta (MFP), massa média do fruto (MM – kg), no fator estratégias de irrigação (EI – PRD).	45
Tabela 12 - Teste de comparação de médias pelo método de Tukey para as variáveis produtividade (PROD), produtividade da água de irrigação (PA_i) e número de frutos por hectare (NFH), significativas para o fator densidade de plantio (DP).	45

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 REFERENCIAL TEÓRICO	16
2.1 A cultura da mangueira e sua importância econômica.....	16
2.2 Semiárido	17
2.3 Importância da irrigação na mangueira	18
2.4 Secamento parcial do sistema radicular	20
2.5 Densidade de plantio	21
2.6 Trocas gasosas.....	23
3 Material e métodos	25
4 Resultados e discussão	35
4.1 Radiação incidente (Qleaf), temperatura foliar e trocas gasosas.....	35
4.2 Produtividade, número de frutos, massa do fruto e produtividade da água de irrigação....	43
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	50

1 INTRODUÇÃO

A cultura da manga possui elevada importância econômica em diversos países, entre eles o Brasil, no qual, atualmente é a fruta mais exportada, onde a região nordeste é responsável por mais de 90% desse montante (ABRAFRUTAS, 2024). Tal feito, foi alcançado através do uso de tecnologias produtivas que permitiram ao produtor alcançar mercados exigentes em qualidade, além da possibilidade de inserção da produção em praticamente todos os meses do ano. No Brasil a cultura foi introduzida durante o século XVI, através das navegações portuguesas (SIMÃO, 1971), mas somente na década de sessenta do século XX com a introdução de variedades americanas monoembriônicas, advindas de programas de melhoramento conduzidos nos Estados Unidos da América (EUA), foi que ocorreu substancial avanço na produção nacional (PINTO, 2004). Entre as principais características destas variedades, destaca-se a qualidade do fruto e a resistência ao transporte, que o torna mais bem-aceito pelo mercado e possibilita a ampliação e estímulo ao cultivo comercial.

A espécie *Mangifera indica* é aquela de maior expressão no gênero *Mangifera*, sendo sua origem relacionada a dois Sub-centros, o Indico-Burma Tailandês e o Filipínico-Celeste/Timor, que deram origem as duas conhecidas raças, a indiana que possui sementes monoembriônicas e a raça filipínica ou indochinesa cuja sementes possuem caráter poliembriônico (SILVA et al., 1996). As variedades primordialmente introduzidas no Brasil pelos portugueses, eram predominantemente poliembriônicas, com características principalmente do fruto, que não possibilitavam maiores investimentos em produções comerciais, Siqueira et al., (2019). Na atualidade, as cultivares ‘Palmer’ e ‘Tommy Atkins’ são as mais utilizadas nos pomares do Brasil, principalmente no mercado interno, e se destacam em relação as demais, por exemplo ‘Kent’, ‘Key’ e ‘Haden’ que já foram mais cultivadas no passado e à ‘Espada’, ‘Rosa’, ‘Bourbon’ e ‘Ubá’ variedades poliembriônicas bastante difundidas pelo país (GALLI, 2019).

A região nordeste do Brasil se destaca na produção de frutas, notavelmente a manga, em que no ano de 2023 foi responsável por 81% da produção nacional (IBGE, 2024), onde os polos irrigados de Petrolina em Pernambuco e Juazeiro na Bahia, corresponderam por grande parte da produção. Tal avanço se tornou possível devido a criação dos perímetros irrigados e utilização de técnicas que possibilitaram o escalonamento e aumento da produção. Entre elas têm-se, mais elevadas densidades de plantio, utilização de podas mais frequentes e o uso de reguladores de crescimento como técnicas de manejo para indução floral. Além disso, a mangicultura é fonte de renda e segurança alimentar para a agricultura familiar, haja vista, seus

frutos serem ricos em vitamina A e compostos, como flavonoides e polifênis, substâncias importantes no metabolismo humano, onde atuam como antioxidantes, são essenciais para a visão, além de serem favoráveis a prevenção de alguns tipos de doenças e podendo seus frutos serem consumidos tanto in natura, como processado em uma gama de produtos, entre eles geleias, doces, sorvetes, sucos e iogurtes (SIQUEIRA et al., 2019).

Em 2023 a produção nacional de manga, alcançou 1,76 milhões de toneladas, com uma produtividade média de 21.849 kg ha⁻¹, onde a região Nordeste correspondeu pela maior parte da produção, em que um total de 61.397 ha, produziu 1.424.927 toneladas, que representa 81% da produção nacional. A região Sudeste em uma área de 17.556 ha produziu 319.807 toneladas. A Bahia ocupa o posto de estado com maior produção nacional de manga, com 704.173 toneladas produzidas, em 33.346 hectares colhidas, Pernambuco vem em seguida com uma produção de 601.475 toneladas em uma área de 18.173 hectares e na terceira posição aparece o estado de São Paulo com uma produção de 212.225 toneladas em uma área de 10.095 hectares (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA [IBGE], 2024).

Na atualidade, as discussões a respeito da sustentabilidade dos sistemas de produção de alimentos, além das mudanças climáticas que vem acontecendo, remetem a eficiência do uso dos recursos, principalmente a água doce, fator de elevada importância social, tanto para consumo humano e animal, quanto para ao uso na agricultura, principalmente em regiões de clima semiárida que possuem acentuado regime de escassez hídrica. Segundo o Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas – o IPCC (IPCC, 2023), na próxima década o aquecimento atingirá 1,5° C e que eminentemente chegará a 2 C° até o final do século XXI. Dessa forma, rotineiramente será observado o aumento das ondas de calor, secas prolongadas e os limites críticos de tolerância para as culturas passíveis de serem atingidos, caso não se coloque em práticas medidas eficazes na redução das emissões de gases de efeito estufa.

Em um passado recente o perímetro irrigado de Ceraíma localizado no município de Guanambi, sudoeste baiano, passou por instabilidades dos recursos hídricos, de modo que permaneceu inativo por 10 anos, devido à escassez das chuvas e a alta demanda por água da barragem, desde a utilização urbana ao fornecimento para o campo. Tudo isso foi corroborado pelas técnicas de irrigação utilizadas na época, onde prevalecia irrigação por sulcos, que constitui em um sistema de baixa eficiência de aplicação e elevadas perdas, em especial por percolação e evaporação, tanto da própria água, quanto de nutrientes e ácidos orgânicos dissolvidos na solução do solo. Com o reabastecimento da barragem no ano de 2019 o perímetro voltou à ativa, houve instalação de adutora tubular e em virtude da melhor eficiência de aplicação, decretou-se obrigatoriedade a utilização de apenas métodos de irrigação localizada.

Nesse sentido, perante as previsões climáticas esperadas para o futuro, em que a água tende a se tornar cada vez mais escassa, é notável a necessidade de desenvolver práticas produtivas que proporcionem à planta capacidade de manter ou até mesmo aumentar sua produtividade com menor aporte de água, por exemplo as estratégias de irrigação com déficit hídrico, técnicas que possibilitam maior produtividade da água de irrigação (PAI).

Entre as técnicas de irrigação com déficit que têm possibilitado melhoria na eficiência de uso da água por algumas culturas, destaca-se a *regulated deficit irrigation* (RDI) (DURAN ZUAZO et al., 2011) e o *partial rootzone drying* (PRD) que significa o secamento parcial das raízes,) ou irrigação lateralmente alternada (BASSOI et al., 2011; ROMERO-CONDE et al., 2014; SAMPAIO et al., 2014; GHRAB et al., 2014). A utilização de estratégias para o manejo racional de uso da água nos mais diversos sistemas de produção é de fundamental importância para a sustentabilidade produtiva e ambiental, principalmente em regiões semiáridas, onde predomina a escassez dos recursos hídricos (SANTOS et al., 2014).

A técnica da PRD se fundamenta na irrigação de um lado do sistema radicular da planta, enquanto na outra parte a aplicação da água é suspensa, assim ocorre um período definido de alternância do lado a ser irrigado. Tal variação é dependente de diversos fatores, como a espécie da planta, o tipo de solo e as condições climáticas (SAMPALIO et al., 2014). Segundo Rodrigues et al. (2008) a mudança dos lados a serem irrigados induz o mecanismo de redução de perda de água através do fechamento parcial dos estômatos. Dessa maneira, a teoria de uso desta estratégia baseia-se no fato de que o déficit hídrico no solo se relaciona com a síntetização do hormônio vegetal, ácido abscísico (ABA) pelas raízes (TAIZ et al., 2017) e que o mesmo se transloca pelo eixo vascular e concentra-se na parte promovendo o fechamento parcial dos estômatos, redução das perdas de água para a atmosfera e consequente controle do crescimento vegetativo. Mc Carthy et al. (2000), ressaltam que a PRD se baseia em respostas do metabolismo vegetal para alcançar um equilíbrio entre o vigor vegetativo e reprodutivo, através do estresse hídrico, que por consequência acarreta melhorias na produção por unidade de água da irrigação.

A cultura da manga apresenta um antagonismo entre vigor vegetativo e intensidade de floração, de modo que as inflorescências só aparecem em ramos que já reduziram o desenvolvimento vegetativo e acumularam carboidratos suficientes (OLIVEIRA et al., 2019). Para assegurar a produtividade da cultura, Oliveira et al. (2011) afirmam que a irrigação não deve ser interrompida totalmente, uma vez que a baixa disponibilidade de água no solo pode comprometer o metabolismo da planta. O decréscimo da umidade do solo em lados alternados do sistema radicular reduz a fotossíntese e a transpiração da planta, entretanto esses fatores não

ocasionam sintomas acentuados de estresse (FARIA, 2014). A PRD promoveu um maior fechamento estomático em mamoeiros, quando comparado com a RDI para as mesmas tensões de água no solo, pois muito provável à parte não irrigada do sistema radicular sintetizou o ácido abscísico e ocasionou maior fechamento estomático (LIMA et al., 2015).

A técnica da PRD aplica em um dado período alternando os lados a serem irrigados, uma lâmina de água inferior a evapotranspirada, com aumento da eficiência de aplicação e redução na percolação. As produtividades obtidas poderão não ser as máximas, desde que em níveis aceitáveis, com economia hídrica, energética, operacional, redução na lixiviação de produtos químicos e aumento na eficiência de uso da água. Todavia, apesar das diversas evidências observadas nos diferentes trabalhos, as respostas das plantas são controversas (LIMA et al., 2015) e apresentam especificidades regionais em função das variações nas interações solo, água, genótipo e atmosfera.

Por outro lado, outras estratégias de produção, por exemplo o aumento da densidade de plantio, sobretudo em condições semiáridas, pode gerar resultados satisfatórios, haja vista impor maior desacoplamento ambiental (JARVIS & Mc. NAUGHTON, 1986), ocorrido principalmente pela resistência aerodinâmica imposta pelo dossel da cultura, além da elevação do índice de área foliar e maior captação, a nível de área total, da radiação incidente, outrossim a redução do desenvolvimento de ervas daninhas, devido ao sombreamento e consequente menor utilização de herbicidas, melhora na refrigeração do pomar, redução na evaporação de água do solo e o mais rápido retorno ao produtor, em virtude do maior número de plantas tender a elevar a produtividade por área já nos primeiros ciclos, em comparação aos sistemas de plantio tradicionais. Contudo, o adensamento deve manter a qualidade química e física dos frutos.

São escassos os estudos que correlacionam estratégias de irrigação com déficit e altas densidades de plantio em sistemas de produção de mangueira ‘Palmer’ cultivadas em condições de clima semiárido, caracterizado pelas altas temperaturas, elevada demanda evapotranspirométrica e irregularidade na distribuição das chuvas, especialmente em cultivos de longo prazo para avaliação do efeito do déficit acumulado ao longo da vida útil da cultura.

Espera-se que, a utilização da PRD com diferentes lâminas de irrigação e aliadas a diferentes densidades de plantio impliquem alterações nas condições hídricas do solo, que em consonância com as variáveis climáticas reflitam no status hídrico das plantas, de modo que apresente variações na temperatura foliar e nas trocas gasosas, fatores que interferem diretamente no crescimento, desenvolvimento e produção dos vegetais. Assim, determinadas combinações podem contribuir para aumentar, manter ou até diminuir, desde que em níveis satisfatórios, de modo que concomitem para a otimização do uso dos

recursos hídricos, produtivos e ambientais. Esses são temas bastante pertinentes na atualidade e contribuirão para a sustentabilidade dos sistemas produtivos. O aumento da PA_1 pode ser conseguido através do aumento na produtividade devido ao maior número de plantas em uma mesma área com mesma lâmina aplicada; da mesma produtividade no mesmo adensamento e menor lâmina aplicada ou maior produtividade, maior adensamento e menor lâmina aplicada. Essa hipótese é o que se buscou testar na pesquisa proposta.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 A cultura da mangueira e sua importância econômica

“A mangueira (*Mangífera indica* L.) pertence à classe Dicotiledônea e à família Anacardiaceae. O gênero mangífera inclui cerca de 60 espécies, das quais *M. indica* é a mais importante, embora existam outras que produzem frutos comestíveis, como *M. altíssima*, *M. caesia*, *M. lagenífera*, *M. macrocarpa*, *M. odorata* e *M. sylvatica*” (GALLI, 2019).

A cultura da mangueira foi domesticada há milhares de anos, apresenta frutos de ótima qualidade para o consumo humano, é considerada uma das mais importantes entre as plantas frutíferas de clima tropical, mas se adapta bem em uma boa diversidade de climas sendo também cultivada em países de clima subtropical (PINTO, 2004).

A mangueira é uma árvore arbórea perene suas folhas são simples e alternadas, com pecíolos que variam de 1 a 12,5 centímetros (cm) de comprimento, a morfologia da folha é altamente variável, dependendo da variedade, podendo ser lanceolada, oblonga, ovalada e intermediária, suas folhas quando jovens apresentam cor de cobre, mudando aos poucos para verde escuro à medida que a planta se desenvolve (GALLI, 2019).

De janeiro a setembro de 2024 a exportação brasileira de manga cresceu 46% em valor de produção com relação ao mesmo período no ano de 2023, o que equivale a US\$ 68 milhões, contribuindo com a economia de milhares de produtores por todo o país, principalmente na região nordeste, onde está concentrada a maior parte da produção (VILERA, 2025).

Estima-se que, existam mais de 1.600 variedades de mangueiras catalogadas em todo o mundo, das quais mais de mil variedades estão na Índia e mais de cem, no Brasil. Entre elas, destacam as cultivares Espada, Palmer, Tommy Atkins e Rosa (RAMOS, SOUZA & BENEVIDES, 2004; HORTIFRUTI, 2019). A escolha da variedade a ser plantada depende da preferência dos consumidores, potencial produtivo, características relacionadas a pós-colheita, coloração, tipo de polpa, tamanho, textura e valor nutricional (GALLI et al., 2008; BATISTA et al., 2015).

A manga se destaca como a fruta com maior área plantada na região do Vale do São Francisco, principalmente nos estados da Bahia e Pernambuco, região destaque na produção de frutas com elevada qualidade e destinadas a mercados exigentes, em que influi diretamente na renda da região e garante a geração de empregos diretos e notavelmente indiretos (EMBRAPA, 2015).

2.2 Semiárido

Para que um município seja considerado de clima semiárido ele precisa apresentar pelo menos um dos seguintes parâmetros, (a) precipitação média anual inferior ou igual 800 milímetros; (b) risco de seca maior que 60% ou (c) Índice de aridez de até 0,5. Tais requisitos foram instituídos pela portaria nº 6, de 29 de março de 2004, criada pelo grupo de Trabalho Interministerial. Posteriormente, nas 404^a e 405^a reuniões do Conselho Deliberativo da Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE) foi definida nova delimitação do semiárido, publicada na Resolução nº 150, de 13 de dezembro de 2021, onde foram listados 1.427 municípios em nove Estados da região Nordeste (Alagoas, Bahia, Ceará, Maranhão, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio grande do Norte e Sergipe) e dois do Sudeste, contemplando a região Norte do Estado de Minas Gerais e alguns municípios do norte do Espírito Santo (BRASIL, 2021).

A irregularidade na distribuição das chuvas, secas prolongadas, baixos índices pluviométricos, balanço hídrico negativo e altas temperaturas geram um grande desafio para o desenvolvimento das atividades agrícolas em regiões semiáridas. Porém, esses aspectos associados aos avanços em melhoramento genético e em consonância aos modernos sistemas de irrigação e outras tecnologias, permitem uma produção contínua de frutas tropicais, subtropicais e até aquelas mais adaptadas a climas temperados (BUSTAMANTE, 2009).

A região nordeste do Brasil apresenta clima predominante semiárido, em que a mangueira é cultivada de maneira expressiva, principalmente nos polos irrigados. Nestas áreas, a cultura se desenvolve de forma altamente tecnificada e desde que, escalonada, possibilita produção durante todo o ano (LIMA et al., 2018). A baixa umidade relativa do ar aliada a elevada intensidade de radiação solar, fatores climáticos comuns em regiões semiáridas desfavorecem o aparecimento de doenças fúngicas nos pomares, tornando assim uma proteção natural contra diversos agentes patogênicos (NASCIMENTO, 2001). Nesse contexto, o semiárido brasileiro nas áreas que utilizam a irrigação, apresenta-se com enorme potencial produtivo para a cultura da manga, com possibilidade de elevados rendimentos e frutos de excelente qualidade.

2.3 Importância da irrigação na mangueira

Em regiões onde a precipitação anual não garante o estabelecimento e produção de um pomar comercial de manga, a técnica da irrigação torna essa condição possível, além disso possibilita o alcance de elevadas produtividades e frutos de excelente qualidade (COTRIM et al., 2019). Normalmente as regiões pouco favorecidas com a disponibilidade hídrica, apresentam alta temperatura durante o dia e geralmente baixa umidade relativa do ar (UR), condição desfavorável a presença de fungos, que estão entre as principais pragas da cultura (GUIMARÃES et al., 2019).

No semiárido do Brasil, onde a mangicultura se tornou destaque, a presença dos vários perímetros de irrigação, entre eles os de Juazeiro na Bahia e Petrolina no Pernambuco, que são os principais responsáveis por grande parte da produção, garantem este marco (CARVALHO, 2018). Além desses, outros perímetros existentes, por exemplo, aqueles localizados na região Baiana do sertão produtivo e norte de Minas Gerais, englobando municípios como o de Livramento de nossa senhora, Guanambi, Urandi, Janaúba e Jaíba, além de muitas outras localidades, possibilitam uma produção mais tecnificada, com uso de reguladores de crescimento e indução floral, além das práticas de quimigação e fertirrigação que possibilitam maior eficiência operacional e redução de custos (SIMÃO et al., 2004).

A técnica da irrigação possibilita aos pomares de manga uma produção contínua durante todo o ano, desde que a produção seja escalonada e se faça o uso de técnicas para indução floral, sobretudo em grande parte da região nordeste, que não apresenta precipitação anual suficiente para atender a demanda da cultura (LIMA et al., 2018). A floração fora de época é atribuída à métodos já estabelecidos, entre eles a imposição de estresse hídrico às raízes da planta (SILVA, PINTO & AZEVEDO, 1996).

No processo de indução floral a redução gradual da lâmina de irrigação promove a maturação uniforme dos ramos, mantendo a taxa de fotossíntese e acúmulo de reservas (OLIVEIRA et al., 2019). Segundo o autor, o estresse hídrico diminui a emissão de fluxos vegetativos, ocasionando maior idade acumulada dos ramos em relação às plantas em conforto hídrico, promovendo a sintetização de promotores florais e redução de estímulos vegetativos. Entretanto, a irrigação não deve ser totalmente suspensa devido a necessidade da planta em realizar fotossíntese e acumular reservas. Caso seja retirada toda lâmina de irrigação e posteriormente aconteça uma chuva atemporal pode ocorrer a iniciação de brotações vegetativas, que consomem as reservas acumuladas nos ramos, promovendo redução nos índices reprodutivos (ALBUQUERQUE et al., 1999).

O estresse hídrico reduz a expansão celular do vegetal (TAIZ et al., 2017). Dessa maneira, o retardo no desenvolvimento da planta propicia condições para redução na sintetização do hormônio relacionado ao estímulo vegetativo (giberelina), acúmulo de promotor floral e a diferenciação celular, fatores comuns ao florescimento (COUTINHO, COSTA & PIO SALLES, 2016). A ocorrência de baixas temperaturas na época de imposição do estresse hídrico em regiões tropicais e subtropicais acelera o processo de indução floral (OLIVEIRA et al., 2019). A irrigação deve ser retomada após a emergência das primeiras panículas (EMBRAPA, 2005).

Neste contexto, alguns autores têm estudado técnicas para o uso racional do recurso hídrico na fase de produção da mangueira, momento de maior demanda de água pela cultura, embasadas em estratégias que visam imposição de déficit hídrico em fases menos sensíveis ao estresse.

Para Donato et al. (2013) a irrigação com déficit hídrico proporciona às raízes dos vegetais, estímulo a sintetização de hormônios, que possibilitam melhor adaptação a tal condição e através desses mecanismos de resposta a falta de água no solo, acarretam maior fechamento estomático e menor taxa transpiração, promovendo o aumento da eficiência de uso da água (EUA). A irrigação deficitária impede o crescimento vegetativo excessivo, que promove menor dispêndio de energia com atividades de expansão celular e melhores efeitos na produção (MITCHELL et al., 1984).

2.4 Secamento parcial do sistema radicular

A irrigação lateralmente alternada ou secamento parcial do sistema radicular (PRD), sigla de *Partial Rootzone Drying*, é uma técnica que vem sendo estudada pelos pesquisadores, sua função é promover um maior fechamento estomático e consequente diminuição na transpiração, ela consiste em secar um lado do sistema radicular enquanto o outro permanece irrigado e vice-versa, com frequência pré-definida de alternância do lado a ser irrigado (COTRIM et al., 2017).

A PRD possibilita ao lado do sistema radicular sob estresse hídrico, que sintetize o hormônio vegetal conhecido como ácido abscísico (ABA). Nos ambientes nativos e produção em sequeiro, na falta de chuva às raízes das plantas identificam a redução da umidade do solo e sintetizam o ABA, então ocorre uma translocação via xilema para a parte aérea do vegetal, onde ocorrem processos metabólicos e sinalização às células guarda para o fechamento parcial estomático, consequente redução na taxa de transpiração e manutenção do potencial hídrico foliar (LACERDA, 2002; TAIZ et al., 2017).

Teixeira et al., (2012) observaram em trabalho conduzido em mangueira ‘Palmer’ no norte de Minas Gerais que a aplicação de 50% da Lâmina bruta (LB) sem alternar o lado a ser irrigado, proporcionou maior produtividade em relação aos tratamentos com redução de 50% e alternância de 7, 14 e 21 dias, além do tratamento controle, com 100% da lâmina. Já em estudo realizado por Faria et al. (2016) a aplicação de 40% da ETc alternado a 15 dias em mangueiras ‘Tommy Atkins’, apresentou os mesmos resultados da irrigação com 100% da ETc, portanto, proporcionou melhor eficiência de uso da água.

Santos et al., (2020) em pesquisa na cultura da mangueira ‘Palmer’, concluíram que a cultura responde melhor ao sistema de irrigação por gotejamento, em comparação ao sistema por microaspersão. Além disso, os autores observaram que a aplicação da PRD com 60% e 40% da ETc, possibilitou maior eficiência de uso da água. Almeida et al., (2024) em experimento conduzido em região semelhante a este, na cultura da bananeira ‘Prata-Anã Gorutuba’, concluíram que a utilização da PRD alternado a cada 14 dias, possibilitou maior produtividade hídrica.

2.5 Densidade de plantio

Densidades de plantio que contém entre 100 e 250 plantas por hectare já foram habitualmente mais utilizadas pelos produtores, entretanto na atualidade a utilização de plantios mais adensados se tornou realidade. Esse modelo de produção se embasa principalmente na otimização de usos dos recursos, entre eles a terra, água, e energia luminosa, além de possibilitar ao produtor antecipar seu retorno do custo investido. Dessa forma, os plantios adensados têm ganhado cada vez mais utilidade, principalmente em regiões semiáridas, onde é utilizada a irrigação (MENDONÇA et al., 2019; MOUCO et al., 2019). Contudo, o maior adensamento implica em mais investimento e nível tecnológico da produção, por exemplo o manejo de podas para manutenção da estrutura e altura das plantas, irrigação ajustada e uma nutrição que forneça as quantidades necessárias de nutrientes para uma boa produção, aspectos que interferem diretamente no processo produtivo e possibilitam o retorno do investimento (MENDONÇA, et al., 2019).

O espaçamento e a densidade de plantio definem a população e o arranjo das plantas, tais aspectos podem afetar o rendimento e as operações com maquinário agrícola no pomar (RAO & WILLEY, 1980). Estratégias de produção como o aumento da densidade de plantio em condições semiáridas apresenta como vantagem a maior proteção contra o vento, maior índice de área foliar e consequente elevada interceptação da radiação incidente, redução da incidência de ervas daninhas, menor utilização de herbicidas, atenuação da evaporação de água do solo e melhor eficiência de uso da água, pois pode promover maiores produtividades nas mesmas condições evapotranspirométricas (DONATO et al., 2015).

Ao avaliar os efeitos das densidades de plantio: 250 (controle), 357, 555, 1000, e 1.250 plantas de mangueira ‘Tommy Atkins’ por hectare, implantadas em condição de clima tropical quente e subúmido no nordeste do Brasil, Souza et al. (2012), verificaram que o adensamento causou redução nas dimensões individuais das variáveis vegetativas e reprodutivas das plantas, com pouca influência sobre a qualidade dos frutos. A partir de 555 plantas por hectare observou significativa redução no porte, florescimento, produção de frutos por planta e por área. Entretanto, o adensamento com até 357 plantas por hectare, mesmo com redução no porte e frutos por planta apresentou aumento de 30% na produção de frutos por área em comparação a densidade controle. Ainda são escassos os estudos a respeito do aumento da densidade de plantio em mangueira ‘Palmer’, principalmente a longo prazo, com sustentação ao longo da vida útil da cultura.

O aumento da densidade de plantio pode proporcionar um maior desacoplamento ambiental, conceito inicialmente proposto por Jarvis e McNaughton (1986), que relaciona diversas variáveis meteorológicas por meio de equações, gerando um índice que varia de 0 a 1. Esse índice tem seus princípios baseados na equação de Penman-Monteith, sendo o limite superior indicativo de maior desacoplamento. Assim, o aumento do número de plantas por área possibilita uma maior resistência aerodinâmica do dossel, eleva o índice de área foliar, reduz a influência dos ventos na evapotranspiração de referência (ET_0) e devido ao maior sombreamento, aumenta a razão do saldo de radiação (R_n)/(G), densidade do fluxo de calor no solo. Dessa forma, a ET_0 se torna menos influenciada por tais fatores e passa a ser governada com maior destaque pela radiação incidente e transpiração.

Com a limitação do recurso água e a expressiva influência do vento nesse tipo de condição climática, este modelo se mostra como uma alternativa estratégica de adaptação aos recursos, ambiental, social e econômico, pois o desacoplamento em relação à atmosfera e suas condições adversas, proporcionado por esse sistema de plantio, pode influenciar positivamente nas condições de umidade do solo e certamente possui uma relação extremamente benéfica com as estratégias de irrigação com déficit hídrico, favorecendo a verticalização para sistemas produtivos mais equilibrados.

2.6 Trocas gasosas

As trocas gasosas estão diretamente relacionadas com a produtividade das culturas, a fotossíntese e a transpiração das folhas apresentam um caminho em comum, a fenda estomática, que permite a difusão do CO_2 para o interior da folha e o vapor d'água para fora, entretanto, a razão molar de água perdida em relação a absorção de CO_2 é bastante elevada, em torno de 250 (TAIZ et al., 2017). Segundo os mesmos autores, essa perda de água elevada garante o resfriamento evaporativo (perda de calor latente) das folhas, fator de muita importância, pois elevadas temperaturas são limitantes ao processo fotossintético, principalmente em espécies de metabolismo C_3 , onde a enzima rubisco (ribulose-1-5-bifosfato), sob tais condições reage com o oxigênio e promove a fotorrespiração e consequentemente promove gasto energético para reparação dos danos ao aparato fotossintético. Em regiões semiáridas, na qual ocorre elevados índices de radiação solar, o resfriamento evaporativo torna-se um processo de suma importância na manutenção do metabolismo fotossintético, de maneira que representa um custo em especial a este ecossistema, devido à escassez da água.

Em condições de estresse hídrico as raízes sintetizam o hormônio vegetal denominado de ácido abscísico, que é translocado via xilema para a parte aérea do vegetal, onde promove fechamento estomático parcial, reduz a transpiração e sobretudo promove economia hídrica, mas possivelmente aumenta a temperatura foliar do vegetal (TAIZ et al., 2017).

A imposição de déficit aliada as interferências climáticas, ou seja, a relação solo, planta e atmosfera afetam as trocas gasosas e a temperatura foliar, fatores que interferem diretamente o desenvolvimento e o rendimento das culturas (SANTOS; MARTINEZ; DONATO, 2013). Em estudo realizado pelos mesmos autores foi avaliada a transpiração, fotossíntese, condutância estomática, concentração interna de CO_2 e temperatura foliar. Foi observado que a imposição de déficit hídrico reduz a taxa fotossintética, transpiração e condutância estomática, mas não altera a concentração interna de CO_2 e a temperatura foliar. Foi inferido pelos mesmos que existe uma relação entre redução da taxa fotossintética, transpiração e condutância estomática com a redução da produtividade em mangueiras 'Tommy Atkins'.

Em experimento conduzido na mangueira variedade 'Tommy Atkins', (SANTOS et al. 2015) observaram que a aplicação da PRD com 80%, 60%, e 40% da ET_c , não causou diferenças significativas em relação a irrigação plena, entre as seguintes variáveis fisiológicas: radiação fotossinteticamente ativa, (Q_{leaf}); temperatura foliar, (T_l); concentração interna de CO_2 , (C_i); transpiração, (E); condutância estomática, (g_s); fotossíntese, (A); eficiência de carboxilação, (A/C_i); eficiência quântica da fotossíntese, (A/Q_{leaf}) e eficiência instantânea do

uso da água, (A/E), além disso a PRD com 40% proporcionou manutenção no rendimento e melhor eficiência no uso da água.

Em estudo realizado na mangueira ‘Tommy Atkins’ localizada em área semiárida do estado da Bahia, SANTOS, et al. (2014) afirmaram que o déficit hídrico ocasionou redução na taxa fotossintética da mangueira ‘Tommy Atkins’. Donato et al, (2023) observaram que, em banana ‘Prata-Anã’, a concentração interna de CO_2 , a taxa líquida de fotossíntese, a eficiência instantânea de uso da água, a eficiência de carboxilação e a eficiência quântica da fotossíntese obtiveram resultados favoráveis durante o período da manhã, demonstrando que a tarde o aumento da temperatura implica dificuldades ao metabolismo fotossintético.

Em trabalho conduzido por Santos et al. (2016) na cultura da lima ácida ‘Tahiti’ em região semiárida avaliaram que a PRD altera a concentração interna de CO_2 , transpiração, razão de carboxilação, razão de concentração de CO_2 e produtividade, na qual a aplicação da ETc a 50% alternada a cada sete dias possibilitou a manutenção da produtividade.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido em área experimental do setor de agricultura II, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano, *Campus* Guanambi localizado no Perímetro Irrigado de Ceraíma, Município de Guanambi, região sudoeste da Bahia, com latitude de 14° 13' S, longitude de 42° 46' W e altitude de 545 metros, (Figura 1).

Figura 1 - Setor de agricultura II do IF Baiano, campus Guanambi



Fonte: Gonçalves, L. S., (2023)

De acordo com a classificação de Koppen o clima da região é do tipo Aw: semiárido quente e seco, com temperatura e precipitação médias anuais de 25,6 °C e 680 milímetros respectivamente, sendo o período chuvoso concentrado entre os meses de novembro e março.

O pomar foi implantado sob delineamento em blocos casualizados com 4 repetições, em esquema de parcelas subdivididas, em que, o fator densidade de plantio foi alocado nas parcelas e a estratégia de irrigação (PRD) nas subparcelas. Além disso, nesta pesquisa um terceiro fator em estudo, as mensurações fisiológicas, que teve dois horários de leituras e para fins estatísticos foi alocada em subsubparcela, com 3 repetições. As densidades de plantio foram de 333, 666 e 1.333 plantas ha⁻¹, para os espaçamentos de 5 x 6, 5 x 3 e 5 x 1,5 metros, respectivamente. Os níveis do fator estratégias de irrigação com PRD foram:

- T1 (Irrigação plena na fase de produção dos frutos, 100% da ETc – duas laterais de gotejamento por fileira de plantas);
- T2 (50% da ETc com uma lateral por fileira);
- T3 (50% da ETc, alternado a 1 semana);
- T4 (50% da ETc, alternado a 2 semanas) e
- T5 (50% da ETc, alternado a 3 semanas).

Durante a execução da pesquisa o pomar de mangueira ‘Palmer’ estava em seu segundo ciclo produtivo. Para manejo dos tratos culturais e indução floral seguiu-se as recomendações de (SIQUEIRA; SALOMÃO; BORÉM, 2019). O solo do local do experimento é classificado

como um Neossolo Flúvico Eutrófico com argila de alta atividade. Os atributos químicos do solo podem ser observados na (Tabela 1).

Tabela 1- Análise química do solo

ATRIBUTOS	UNIDADE	PROFUNDIDADE
		0-20 CM
PH	(H ₂ O)	7,35
(MOS²)	Dag kg ⁻¹	2,3
P⁽³⁾	mg dm ⁻³	122,12
K⁽³⁾	mg dm ⁻³	314,75
Na⁽³⁾	Cmol _c dm ⁻³	0,1
Ca⁽⁴⁾	Cmol _c dm ⁻³	6,4
Mg⁽⁴⁾	Cmol _c dm ⁻³	2,6
Al⁽⁴⁾	Cmol _c dm ⁻³	0,0
Al + H⁽⁵⁾	Cmol _c dm ⁻³	1,4
SB	Cmol _c dm ⁻³	9,93
t	Cmol _c dm ⁻³	9,93
T	Cmol _c dm ⁻³	11,35
V	%	87,75
B⁽⁶⁾	mg dm ⁻³	0,33
Cu⁽³⁾	mg dm ⁻³	1,03
Fe⁽³⁾	mg dm ⁻³	122
Zn⁽³⁾	mg dm ⁻³	6,7
CE⁵	DS m ⁻¹	0,4
Classe textural		Franco argiloso

(1) pH em água; (2) colorimetria; (3) extração Mehlich-1; (4) extração de KCl 1 mol L⁻¹; (5) pH SMP; (6) extraído de CaCl₂; (7) equilíbrio de P da solução. SB: soma de bases; t: capacidade efetiva de troca catiônica; T: capacidade de troca catiônica a pH 7; V: saturação por base; CE: condutividade elétrica. Dag kg⁻¹ = %; mg dm⁻³ = ppm; cmol_c dm⁻³ = 0,01 meg cm⁻³.

A adubação foi realizada com base nas necessidades nutricionais identificadas a partir de análises de solo. Foi realizada aplicação de 100 kg ha⁻¹ de N, 100 kg ha⁻¹ de K₂O e 80 kg ha⁻¹ de P₂O₅, além de 1 lata de esterco bovino por planta. Após o estabelecimento da florada, iniciou-se a aplicação das estratégias de irrigação, que ocorreu no dia 19/06/2023, (Figura 2).

Figura 2 – Estabelecimento da floração.



Fonte: Dantas, A. F (2023)

Utilizou-se o método de irrigação localizada e sistema por gotejamento, com 3 gotejadores autocompensantes por planta em cada linha lateral e vazão unitária de 8 litros $L\ h^{-1}$ por gotejador, nas densidades de 333 e 666 plantas ha^{-1} . Na densidade de 1.333 plantas ha^{-1} , a configuração do sistema de gotejamento foi em faixa contínua molhada, com espaçamento entre os emissores de 75 cm, (Figura 3).

Figura 3 – Sistema de irrigação por gotejamento, em faixa molhada contínua.



Fonte: Dantas, A. F (2023)

As estratégias da PRD foram aplicadas durante a fase de produção, do florescimento a maturação fisiológica dos frutos, sem a diferenciação do ciclo produtivo em fases. O manejo da irrigação adotado foi por base no clima, onde a partir das variáveis climáticas, temperatura (máxima, média e mínima), umidade relativa, velocidade do vento e insolação, obtidas de estação meteorológica instalada próxima ao experimento, determinou-se a evapotranspiração de referência (ET_o), pelo método de Penman-Monteith, (Figura 4).

Figura 4 – Estação meteorológica



Fonte: Dantas, A. F (2025)

Além disso, através de coeficientes apropriados foi possível determinar a evapotranspiração da cultura (ETc), por meio da equação 1.

$$ETc = ETo \times Kc \times Kl \quad (1)$$

em que,

ETc: Evapotranspiração da cultura, mm;

ETo: Evapotranspiração de referência, mm;

Kc: Coeficiente da cultura, adimensional;

Kl: Coeficiente de localização.

O cálculo da ETo utilizada foi automático através de estação meteorológica, sendo obtida pela equação de Penman-Monteith, padrão FAO Boletim 56 (ALLEN et al., 1998) recomendada para qualquer condição edafoclimática. A partir da equação 2, com base em dados da estação meteorológica local instalada próxima a área experimental obteve-se os valores.

$$ETo = 0,408 \times \Delta \times (Rn - G) + \gamma \times \left[\frac{900}{T + 273} \right] \times U_2 \times (es - ea) \quad (2)$$

em que,

ETo: Evapotranspiração de referência (mm dia⁻¹);

Δ : Declividade da curva da pressão de vapor (kPa. °C⁻¹);

Rn: Radiação líquida à superfície da cultura (MJ m⁻² dia⁻¹);

G: Densidade de fluxo de calor do solo (MJ m⁻² dia⁻¹);

γ : Constante psicrométrica (kPa °C⁻¹);

T: Temperatura média do ar (°C);

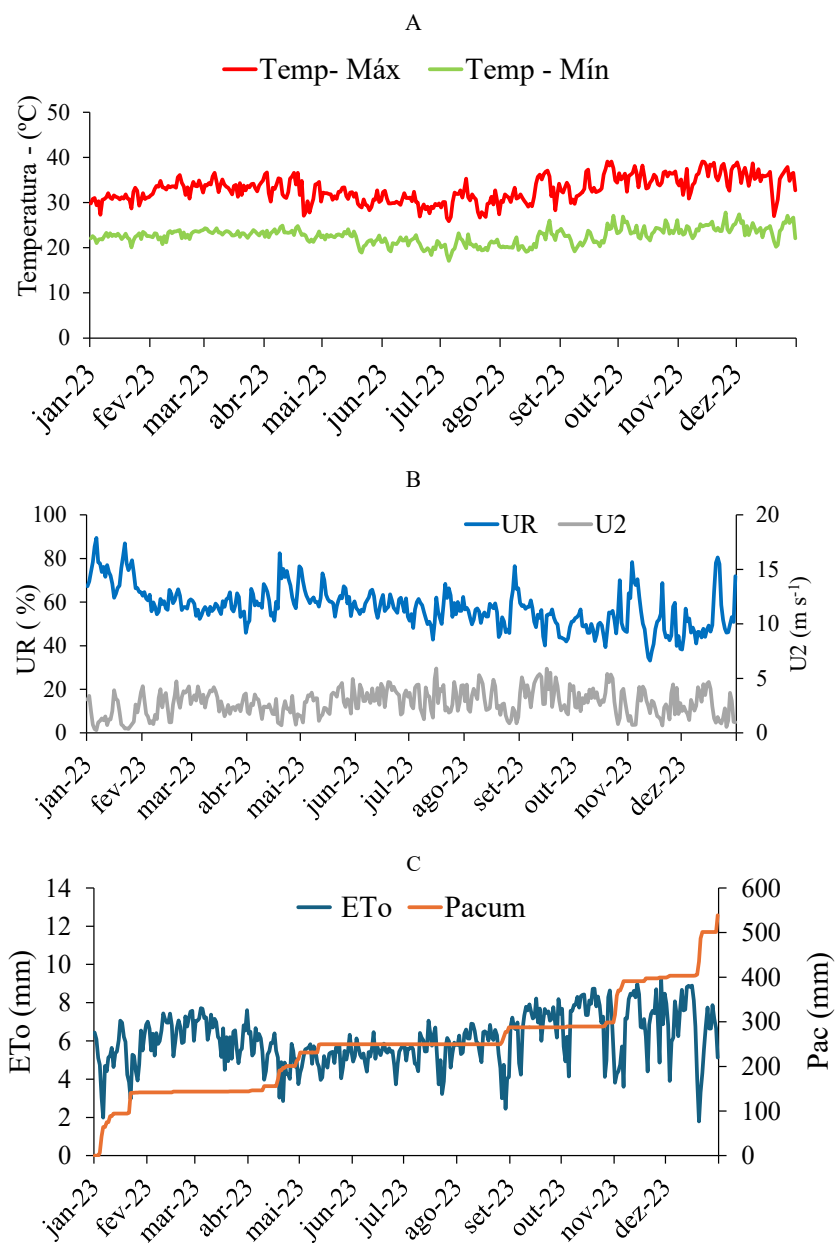
U_2 : Velocidade média do ar a 2 metros de altura (M S⁻¹);

e_s : Pressão de vapor de saturação média (KPa);

e_a : Pressão de vapor atual (KPa).

Os principais dados meteorológicos coletados durante a condução do experimento, podem ser observados na, (Figura 5).

Figura 5 – (A) Temperatura máxima e temperatura mínima, (B) umidade relativa (UR) e velocidade do vento (U2) e (C) evapotranspiração de referência (ETo) e precipitação acumulada (Pacum).



Fonte: Dantas, A. F. (2025)

A temperatura máxima apresentou os maiores valores no mês de setembro, próximo de 39 C°, enquanto a mínima, os valores ficaram na casa dos 20 C°, em que em alguns poucos dias foram abaixo de 19 C°. No dia 20/06/2023, em que ocorreu mensuração das variáveis fisiológicas, radiação incidente e temperatura foliar através do IRGA (modelo Lcpro+® Portable Photosynthesis System (ADC BioScientific Limited, UK), a temperatura máxima mensurada pela estação meteorológica foi de 26,6 C°, demonstrando uma redução do que vinha ocorrendo nos dias anteriores, em que a máxima estava em torno de 30 C°. Já a temperatura mínima nesse mesmo dia, pouco mudou em relação aos anteriores, que marcaram em torno de 21 C°. De toda forma, o que pode ter variado é que ao longo o dia, provavelmente em meados de junho a temperatura permaneceu mais amena durante o dia. Já sobre a precipitação, essa ocorreu entre os dias 27/08 e 31/08/2023 acumulando 37,6 mm de chuva, não tido demais ocorrências durante o período experimental. A umidade relativa demonstrou valores, normalmente entre 50 e 60%, ocorrendo ocasionais reduções e aumento em virtude de presença de chuvas, ou mesmo no período da noite e aumento no período de maiores temperaturas. A velocidade do vento permaneceu geralmente entre 1 e 5 m s⁻¹, variando em momentos de maior intensidade e brisa leve. Sendo que nos períodos de maiores temperaturas e\ou a noite normalmente ocorre tendência na velocidade do vento. Quanto a ET_o, essa variou na grande maioria dos dias entre 4 e 8 mm, sendo 5 e 6 os valores mais observados.

Dados de K_c para fase de produção, exclusivos da variedade ‘Palmer’, são inexistentes, entretanto, foram desenvolvidos trabalhos de pesquisas com outras cultivares, sobretudo em regiões semiáridas. Em virtude das condições climáticas, principalmente a presença de chuvas, além do processo de indução floral, que se dá sob estresse das plantas, o manejo da irrigação ocorreu apenas durante a fase de produção. Para determinação do K_c para fase de produção seguiu-se a equação 3, desenvolvida por Silva et al., (2001), estabelecido para variedade Tommy Atkins’ citada por Cotrim et al., (2019).

$$K_c = 0,36 + 0,009 \times DAF - 4 \times 10^{-5} \times (DAF)^2 \quad (3)$$

em que

K_c: Coeficiente da cultura;

DAF: Dias após a estabilização da floração.

O coeficiente de localização (K_l) é necessário em virtude de o sistema de irrigação localizada aplicar água somente próximo ao sistema radicular, que reduz a evaporação direta de água do solo e diminui a ET_c, (COTRIM et al., 2019). Assim, é necessário tal fator de ajuste, que é calculado em função da fase de desenvolvimento da cultura, espaçamento e área molhada

ou sombreada, optando pelo maior valor. Neste caso, utilizou-se a percentagem de área sombreada (Ps), que foi calculada de acordo a equação 4.

$$Ps = \frac{As}{Ef \times Ep} \times 100 \quad (4)$$

em que,

As: Área sombreada;

Ef: Espaçamento entre fileiras;

Ep: Espaçamento entre plantas.

A As foi calculada de acordo a equação 5.

$$As = DC^2 \times \frac{\pi}{4} \quad (5)$$

em que,

DC: Diâmetro de copa;

π : Pi

O Kl foi calculado de acordo Fereres (1981), da seguinte maneira. Se Ps for maior que 65 %, Kl = 1; Se Ps estiver entre 20 e 65%, Kl = 1,09 x (Ps/100) + 0,3; Se Ps for menor que 20%, Kl = 1,94 x (Ps/100) + 0,1.

Conforme Cotrim et al., (2019) o tempo de irrigação (Ti) foi calculado a partir da equação 6.

$$Ti = \frac{ETc \times Ef \times Ep}{n \times q \times Ea} \quad (6)$$

em que,

Ti: Tempo de irrigação, (horas);

ETc: Evapotranspiração da cultura, (mm);

Ef: Espaçamento entre fileiras, (m);

Ep: Espaçamento entre plantas, (m);

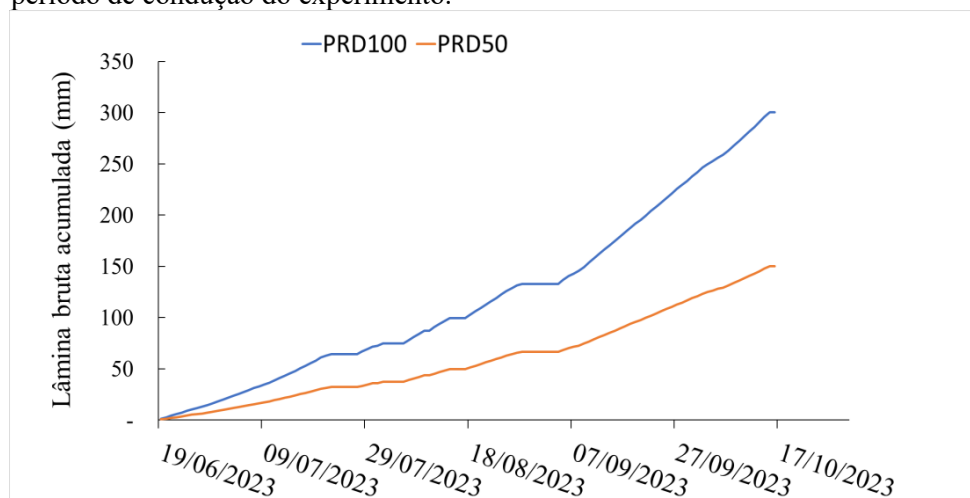
n: Número de gotejadores por planta;

q: Vazão individual do gotejador, L h⁻¹;

Ea: Eficiência de aplicação, em percentagem (decimal).

A lâmina bruta acumulada durante o ciclo produtivo, nas diferentes estratégias de irrigação pode ser observada através da, (Figura 6).

Figura 6 - Lâmina bruta acumulada, nas estratégias de 100 e 50% da ETc durante o período de condução do experimento.



Fonte: Dantas, A. F. (2025).

Nota-se que, o suprimento de água para a cultura, com reposição de 100% da ETc atingiu o limiar de 300 mm durante o ciclo de produção, da estabilização da florada a colheita. É importante ressaltar que, como foi demonstrado anteriormente, utilizou-se um o K1, fator importante no ajuste das saídas de água para a atmosfera, em virtude da condição de estruturação da copa e índice foliar. Sendo as estratégias de PRD analisadas, a redução de 50% da ETc e diferentes períodos de alternância, a possível resposta das plantas a tal redução, poderá proporcionar substancial economia hídrica para o sistema de produção, que com base nos dados observados acima, correspondeu a 150 mm.

Avaliou-se as trocas gasosas, produtividade, produtividade da água de irrigação (PA_I) e o número de frutos em mangueira ‘Palmer’ submetidas a diferentes densidades de plantio e estratégias de irrigação com déficit alternado, (PRD).

Durante a colheita, que ocorreu no dia 16/10/2023, os frutos foram selecionados por densidade de plantio, por reposição hídrica nas estratégias de irrigação e por repetições, contabilizados e pesados, (Figura 7).

Figura 7 – (A) Realização da colheita do experimento, B – transporte da carga.



Fonte: França, J. R. (2023)

A produtividade total e o número de frutos foram comparados para cada tratamento (densidade de plantio x reposição nas estratégias). A PA_I foi obtida para todos os tratamentos, considerando a relação entre produtividade e lâmina bruta aplicada, conforme adotado por Santos et al. (2014b). A lâmina bruta foi obtida pelo quociente entre lâmina líquida de irrigação e a eficiência de aplicação durante todo o ciclo produtivo, assim ao final da colheita somou-se toda lâmina de água aplicada por unidade de área e relacionou-se com a quantidade produzida no mesmo espaço.

As variáveis fisiológicas foram mensuradas com auxílio do analisador de gás a infravermelho (IRGA) modelo Lcpro+® Portable Photosynthesis System (ADC BioScientific Limited, UK) com temperatura e irradiância ambiente e fluxo de ar de 200 ml min^{-1} , realizadas nos horários de 8:00 e 14:00 na fase de produção. Mensurou-se a incidência da radiação na folha (Q_{leaf}) expressa em $\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ de fótons, temperatura foliar (T_f) em $^{\circ}\text{C}$, concentração interna de CO_2 (C_i), $\mu\text{mol mol}^{-1}$, condutância estomática (g_s), $\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, transpiração (E) $\text{mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ de H_2O , fotossíntese líquida (A) $\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ de CO_2 , eficiência instantânea de uso da água (A/E), eficiência de carboxilação (A/C_i) e eficiência quântica da fotossíntese (A/Q_{leaf}). As leituras ocorreram na parte central de folhas intactas, localizadas na parte mediana do fluxo terminal, na altura média da copa da árvore, no lado da planta exposto ao sol em uma planta de cada densidade de plantio para cada estratégia de irrigação em 3 repetições, (Figura 8).

Figura 8 – Técnico realizando as mensurações fisiológicas com o Irga.



Fonte: Dantas, A. F (2023).

Os dados de produtividade, PA_I e trocas gasosas foram submetidos à análise de variância. Desdobrou-se as interações significativas e foi realizado o teste de comparação de médias Tukey (5% de significância) para comparação das estratégias de irrigação dentro das densidades de plantio, e trocas gasosas nas estratégias de irrigação e diferentes densidades. Em caso de interações não significativas foi utilizado o teste de Tukey a 5% de significância para comparação das médias de cada fator isoladamente.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Radiação incidente (Q_{leaf}), temperatura foliar e trocas gasosas.

O resumo da análise de variância (ANOVA) pelo método do teste F, com seus respectivos, quadrados médios, F calculado e P valor para as variáveis, Q_{leaf} e T_{leaf} , podem ser visualizados através da (Tabela 2).

Tabela 2 - Resumo da análise de variância, com seus respectivos quadrados médios, F calculado e P valor, para as variáveis Radiação incidente – Q_{leaf} ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ de fótons) e temperatura foliar - T_{leaf} ($^{\circ}\text{C}$).

FV	GL	Q_{leaf}			T_{leaf}		
		QM	Fc	Pr>Fc	QM	Fc	Pr>Fc
DENS	2	6.928,00	0,305	0,7531	9,2	0,594	0,5946
BLOCO	2	225.933,29	9,936	0,0281	181,57	11,714	0,0213
erro 1	4	22.738,32			15,5		
PRD	4	16.080,32	0,134	0,9675	10,78	2,674	0,07
PRD*DENS	8	25.353,57	0,211	0,9841	4,12	1,021	0,459
erro 2	16	119.979,19			4,033		
HR	1	1.513.192,71	16,269	0,0003	73,57	4,057	0,0511
HR*DENS	2	1.136.170,68	1,464	0,244	13,59	0,749	0,4795
HR*PRD	4	184.093,65	1,979	0,1173	15,86	0,875	0,4881
HR*DENS*PRD	8	16.603,38	0,179	0,9925	4,73	0,261	0,9747
erro 3	38	93.008,39			18,13		
Total	89						
Média geral		1.546,47			26,68		
CV-1 (%)		9,75			14,81		
CV-2 (%)		22,4			7,55		
CV-3 (%)		19,72			16,02		

*Pr>Fc < 0,05 é significativo ao nível de 5%. **Fonte:** Dantas, A. F. (2025).

É possível observar que, para a variável Q_{leaf} o bloco e o horário foram significativos, enquanto para a T_{leaf} , apenas o bloco apresentou significância.

O resumo da análise de variância (ANOVA) pelo método do teste F, com seus respectivos, quadrados médios, F calculado e P valor para as variáveis, A e C_i , podem ser visualizados através da (Tabela 3).

Tabela 3 - Resumo da análise de variância, com seus respectivos quadrados médios, F calculado e P valor, para as variáveis fotossíntese – A ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ de CO_2) e concentração interna de CO_2 – C_i ($\mu\text{mol mol}^{-1}$).

FV	GL	A			C_i		
		QM	Fc	Pr>Fc	QM	Fc	Pr>Fc
DENS	2	0,259	0,06	0,942	1.570,93	0,614	0,5854
BLOCO	2	14,486	3,356	0,139	8.288,94	3,24	0,1457
erro 1	4	4,316			2.558,12		
PRD	4	0,892	0,468	0,758	2.252,53	1,995	0,1438
PRD*DENS	8	1,629	0,855	0,57	1.370,22	1,214	0,3515
erro 2	16	1,9			1.129,08		
HR	1	396,53	168,338	0,000	33.887,92	9,121	0,0045
HR*DENS	2	7,402	3,142	0,0545	3.109,80	0,837	0,4408
HR*PRD	4	0,263	0,112	0,977	2.695,67	0,726	0,58
HR*DENS*PRD	8	2,123	0,9	0,525	1.583,11	0,426	0,898
erro 3	38	2,355			0,614		
Total	89						
Média geral		7,38			345,34		
CV-1 (%)		28,14			14,65		
CV-2 (%)		18,7			9,73		
CV-3 (%)		20,79			17,65		

*Pr>Fc < 0,05 é significativo ao nível de 5%. **Fonte:** Dantas, A. F. (2025).

Observa-se, que ambas as variáveis apresentaram diferenças significativas ao nível de 5% de probabilidade de erro, apenas para o fator horário de mensuração.

O resumo da análise de variância (ANOVA) pelo método do teste F, com seus respectivos, quadrados médios, F calculado e P valor para as variáveis, G_s e E , podem ser visualizados através da (Tabela 4).

Tabela 4 - Resumo da análise de variância, com seus respectivos quadrados médios, F calculado e P valor, para as variáveis condutância estomática – g_s ($\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) e transpiração – E ($\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ de H_2O).

FV	GL	g_s			E		
		QM	Fc	Pr>Fc	QM	Fc	Pr>Fc
DENS	2	8,58	1.590	0.3104	0,020	0,025	0,970
BLOCO	2	6,59	1.222	0.3854	7,750	6,830	0,051
erro 1	4	5,39			1,130		
PRD	4	2,07	0.710	0.5970	0,490	1,290	0,310
PRD*DENS	8	1,49	0.511	0.8310	0,260	0,712	0,670
erro 2	16	2,92			0,370		
HR	1	125,73	18.455	0.0001	0,910	1,460	0,220
HR*DENS	2	9,81	1.441	0.2493	0,850	1,360	0,260
HR*PRD	4	1,45	0.213	0.9296	0,280	0,450	0,770
HR*DENS*PRD	8	1,68	0.247	0.9787	0,300	0,480	0,850
erro 3	38	6,81			0,620		
Total	89						
Média geral		1,60			2,37		
CV-1 (%)		144,7			44,8		
CV-2 (%)		106,45			25,86		
CV-3 (%)		162,58			33,26		

*Pr>Fc < 0,05 é significativo ao nível de 5%. **Fonte:** Dantas, A. F. (2025).

Observa-se, que apenas a G_s apresentou diferenças significativas ao nível de 5% de probabilidade de erro, e apenas para o fator horário de mensuração.

O resumo da análise de variância (ANOVA) pelo método do teste F, com seus respectivos, quadrados médios, F calculado e P valor para as variáveis, A/E e A/C_i , podem ser visualizados através da (Tabela 5).

Tabela 5 - Resumo da análise de variância, com seus respectivos quadrados médios, F calculado e P valor, para as variáveis eficiência instantânea de uso da água (*A/E*) e eficiência de carboxilação (*A/Ci*).

FV	GL	<i>A/E</i>			<i>A/Ci</i>		
		QM	Fc	Pr>Fc	QM	Fc	Pr>Fc
DENS	2	0,02	0,08	0,93	0,00005	0,43	0,68
BLOCO	2	6,74	21,61	0,01	0,00021	1,83	0,27
erro 1	4	0,31			0,00012		
PRD	4	0,65	1,60	0,22	0,00005	1,31	0,31
PRD*DENS	8	0,52	1,28	0,32	0,00002	0,68	0,71
erro 2	16	0,41			0,00004		
HR	1	98,00	230,92	0,00	0,00398	70,77	0,00
HR*DENS	2	0,01	0,03	0,96	0,00007	1,25	0,30
HR*PRD	4	0,59	1,38	0,25	0,00003	0,56	0,69
HR*DENS*PRD	8	0,28	0,65	0,72	0,00005	0,94	0,50
erro 3	38	0,42			0,43		
Total	89						
Média geral		3,30			0,0022		
CV-1 (%)		16,9			47,95		
CV-2 (%)		19,3			26,30		
CV-3 (%)		19,71			33,34		

*Pr>Fc < 0,05 é significativo ao nível de 5%. **Fonte:** Dantas, A. F. (2025).

Observa-se, que apenas ambas as variáveis apresentaram diferenças significativas ao nível de 5% de probabilidade de erro, para o fator horário de mensuração, além do bloco, apenas para eficiência instantânea de uso da água.

O resumo da análise de variância (ANOVA) pelo método do teste F, com seus respectivos, quadrados médios, F calculado e P valor para a variável, *A/Qleaf* pode ser visualizado através da (Tabela 6).

Tabela 6 - Resumo da análise de variância, com seus respectivos quadrados médios, F calculado e P valor, para a variável eficiência quântica da fotossíntese (*A/Qleaf*).

FV	GL	<i>A/Qleaf</i>		
		QM	Fc	Pr>Fc
DENS	2	0,0000002	0,06	0,94
BLOCO	2	0,0000080	2,33	0,21
erro 1	4	0,0000040		
PRD	4	0,0000002	0,07	0,99
PRD*DENS	8	0,0000010	0,41	0,85
erro 2	16	0,0000040		
HR	1	0,0000750	0,55	0,00
HR*DENS	2	0,0000010	1,51	0,57
HR*PRD	4	0,0000030	0,15	0,21
HR*DENS*PRD	8	0,0000003	0,06	0,99
erro 3	38	0,0000020		
Total	89			
Média geral		0,0048		
CV-1 (%)		38,83		
CV-2 (%)		38,47		
CV-3 (%)		29,51		

*Pr>Fc < 0,05 é significativo ao nível de 5%. **Fonte:** Dantas, A. F. (2025).

Observa-se que, apenas as variáveis, *Tleaf* e *E* não apresentaram diferenças significativas para nenhum dos fatores em estudo. Ademais, tanto *Qleaf*, quanto as demais variáveis das trocas gasosas apresentaram efeito significativo, contudo somente para o fator horário de mensuração e de forma isolada, ou seja, sem interação significativa para com nenhum outro fator. O resultado do teste de comparação de médias, pelo método de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro, para as variáveis que apresentaram efeito significativo são demonstrados na (Tabela 7).

Tabela 7 - Teste de comparação de médias pelo método de Tukey para variáveis fisiológicas no fator horário de mensuração.

FATOR	Variáveis							
Horário	<i>Qleaf</i>	<i>Tleaf</i>	<i>Ci</i>	<i>Gs</i>	<i>A</i>	<i>A/E</i>	<i>A/Ci</i>	<i>A/Qleaf</i>
8	1.676,14 a	25,68 a	325,93 b	0,42 b	9,48 a	4,34 a	0,029 a	0,0058 a
14	1.416,81 b	27,49 a	364, 74 a	2,78 a	5,28 b	2,26 b	0,015 b	0,0039 b

Letras diferentes nas colunas diferem estatisticamente pelo método de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro. **Fonte:** Dantas, A. F. (2025)

Apenas as variáveis *Qleaf*, *Ci*, *gs*, *A*, *A/Ci*, *A/Qleaf* e *A/E* apresentaram diferenças significativas ao nível de 5% de significância e somente para o fator horário de leitura. Para a

variável *Qleaf*, os resultados demonstraram que as 8:00h os valores foram superiores, tal fato pode ser explicado, por exemplo, pela presença de nuvens no momento da mensuração vespertina, haja vista, normalmente nesse período os valores serem normalmente superiores em regiões de clima semiárido. Segundo Taiz et al., (2017), em dias com altas intensidade de radiação, esse pode ser um fator essencial para o aumento da temperatura foliar e que normalmente nos períodos mais quentes do dia o aparato fotossintético pode ser prejudicado por tal aquecimento. Nesse trabalho, a temperatura foliar não apresentou significância para nenhum dos fatores, o que demonstra pequena amplitude em seus valores. Um fato importante de ser destacado é que no dia da mensuração (20/06/2023) as leituras de temperatura máxima demonstraram valores atípicos do que vinha ocorrendo nos dias anteriores, sendo que nesse dia houve uma redução de 4 C° na temperatura máxima, em relação as semanas antecedentes. Taiz et al., (2017) afirma que a qualidade da radiação que chega a folha é de fundamental importância no processo fotossintético do vegetal. Além disso, em espécies C3, como a manga, o aumento da temperatura do ar e da folha, proporciona condição negativa à função normal da enzima ribulose-1-5 bifosfato (rubisco) responsável pela fixação de CO₂ atmosférico, sendo que tais condições estressantes desencadeia a reação da enzima com o oxigênio, produção de espécies reativas de oxigênio e degradação do aparato fotossintético, de forma que ocorre eminente gasto energético pelo metabolismo da planta.

Para a *Ci*, no horário das 8:00h as mensurações indicam valores inferiores às 14:00h, que pode ser explicado devido a limitação na taxa fotossintética no período da tarde, neste caso muito provavelmente aos reduzidos valores de radiação presenciados no momento da leitura. Normalmente, altas temperaturas da atmosfera e folhas, principalmente no período da tarde, concomitam para o aumento da *Ci*, devido limitação da fotossíntese, entretanto no caso da presente pesquisa, não houve variação significativa da *Tleaf*, além do período da tarde apresentar menor *Qleaf*. É importante destacar, que o aparelho realiza medidas pontuais, não refletindo as condições fisiológicas vivenciadas ao longo do tempo pela cultura.

Quanto a *gs*, os valores das leituras vespertinas indicam maior condutância estomática, que pode ser explicado pelas condições climáticas momentâneas, principalmente o déficit de pressão de vapor, caracterizado por uma atmosfera com menor umidade relativa. Essa pode ser uma possível explicação, mesmo nessa condição, em que os valores de *Tleaf* e transpiração não apresentaram significância estatística. Entretanto, mesmo não diferindo, no período da tarde a transpiração apresentou maiores valores, destacando uma possível maior demanda pelo clima e possivelmente influenciando na *gs*.

A fotossíntese (A), apresentou os maiores valores no período da manhã, que indicam que a resposta das folhas as condições presenciadas naquele momento eram melhores, no quesito taxa de fotossíntese. Normalmente nos períodos de temperatura mais amena, a fotossíntese tende a apresentar maiores valores, em virtude de nos períodos mais quentes ocorrer acentuada limitação, seja pelas altas temperaturas do ar e folhas, ou mesmo pelo fechamento estomático influenciado pela alta demanda do clima. A qualidade da luz que chega a folhas no período da manhã, segundo Taiz et al., (2017) e Donato et al., (2013), influencia diretamente na capacidade da folha em realizar a fotossíntese. Por exemplo, a energia absorvida no espectro do vermelho, com maiores comprimentos de onda possui uma melhor qualidade para o processo fotossintético.

Quanto a fotossíntese e suas relações, para todos os casos o horário das 8:00h contribuiu para maior eficiência, haja vista ser uma relação direta, em que nesse horário a fotossíntese apresentou maior valor, mesmo na eficiência quântica (A/Q_{leaf}), onde os maiores valores de radiação pela manhã, ainda não foram suficientes para reduzir a eficiência, em virtude também do fato de que uma maior radiação naquele momento implicou, neste caso, em maiores valores de fotossíntese. Quanto a eficiência instantânea do uso da água (A/E), mesmo a transpiração não apresentando significância, o período da manhã se destacou em relação ao turno da tarde, principalmente devido a leitura no período matutino indicar maiores taxas de fotossíntese. Quanto menor a razão molar de perda de água para atmosfera em relação a fixação de CO_2 , diz-se que a planta tem maior eficiência instantânea de uso da água. Neste trabalho a transpiração não foi influenciada pelo horário de leitura, entretanto, possivelmente devido a uma melhor qualidade de luz durante a manhã possibilitou melhor condição para a fixação.

Os resultados encontrados, contrastam com os de (SANTOS; MARTINEZ; DONATO, 2013), pois neste caso, como explicitado acima, as estratégias de irrigação não influenciaram no status hídricos e condições fisiológicas das folhas da mangueira ‘Palmer’. Assim como, Santos et al., (2015), em condições semelhantes a este experimento, não foi observado diferenças nas trocas gasosas em função da redução das lâminas de irrigação. Neste caso, como já comentado, as condições climáticas vigentes durante o período de leitura, principalmente a temperatura do ar, pode ter influenciado para tais resultados. Além disso, os resultados relacionam-se com aqueles encontrados com Donato et al., (2023), onde o autor também percebeu influência positiva do período da manhã nas mensurações fisiológicas na cultura da bananeira. Ademais, os resultados encontrados contrastaram com os de Santos et al., (2014), ocasião em que a redução de lâmina influenciou o comportamento fisiológico na variedade ‘Tommy Atkins’. De todo modo, segundo Da Mata (2007), a influência na produção da cultura

se dá devido as condições a nível de copa e que a situação momentânea de uma folha pode esclarecer o comportamento da planta a diferentes condições bióticas e abióticas vivenciadas.

4.2 Produtividade, número de frutos, massa do fruto e produtividade da água de irrigação.

O resumo da Análise normal de variância (ANOVA), pelo método do Teste F, com seus respectivos quadrados médios, F calculado e P valor ($Pr > F_c$), para as variáveis produtivas, produtividade (kg ha^{-1}) e massa de frutos por planta (MFP), pode ser visualizado na (Tabela 8).

Tabela 8 - Resumo da análise de variância, com seus respectivos quadrados médios, F calculado e P valor, para as variáveis produtividade em (kg ha^{-1}) e massa de frutos por planta (MFP).

FV	GL	Produtividade (kg ha^{-1})			MFP		
		QM	Fc	$Pr > F_c$	QM	Fc	$Pr > F_c$
DENS	2	$4,96 \times 10^8$	269,83	0,00	118,45	2,045	0,21
BLOCO	3	$1,18 \times 10^7$	0,64	0,61	36,82	0,636	0,61
erro 1	6	$1,8 \times 10^7$			57,91		
PRD	4	$1,5 \times 10$	4,11	0,008	238,47	3,751	0,011
PRD*DENS	8	$5,9 \times 10^7$	1,64	0,14	41,52	0,653	0,7281
erro 2	36	$3,6 \times 10^7$			63,57		
Total	59						
Média geral		25.778,72			33,56		
CV-1 (%)		16,45			22,68		
CV-2 (%)		23,43			23,76		

* $Pr > F_c < 0,05$ é significativo ao nível de 5%. **Fonte:** Dantas, A. F. (2024).

Observa-se pela tabela que, para a variável produtividade, os fatores densidade e PRD, apresentaram diferenças estatísticas, contudo de forma isolada, não apresentando interação entre os fatores. Para a variável MFP, apenas o fator PRD apresentou significância.

O resumo da Análise normal de variância (ANOVA), pelo método do Teste F, com seus respectivos quadrados médios, F calculado e P valor ($Pr > F_c$), para as variáveis produtivas, número de frutos por hectare (NFH) e número de frutos por planta (NFP) pode ser visualizado na (Tabela 9).

Tabela 9 - Resumo da análise de variância, com seus respectivos quadrados médios, F calculado e P valor, para as variáveis número de frutos por hectare e número de frutos por planta (NFP)

FV	GL	Número de frutos por hectare (NFH)			NFP		
		QM	Fc	Pr>Fc	QM	Fc	Pr>Fc
DENS	2	3,91 x 10 ⁸	114, 16	0,00	875,4	1,31	0,33
BLOCO	3	3,10 x 10 ⁸	0,905	0,49	334,17	0,50	0,69
erro 1	6	3,43 x 10 ⁸			667,44		
PRD	4	8,83 x 10 ⁸	2,35	0,07	1.199,26	2,23	0,08
PRD*DENS	8	5,21 x 10 ⁸	1,38	0,23	350,25	0,65	0,72
erro 2	36	3,76 x 10 ⁸			536,21		
Total	59						
Média geral		68.959,90			88,4		
CV-1 (%)		26,85			29,23		
CV-2 (%)		28,12			26,19		

*Pr>Fc < 0,05 é significativo ao nível de 5%. **Fonte:** Dantas, A. F. (2024).

Observa-se pela tabela que, para a variável NFH, os fatores densidade e PRD, apresentaram diferenças estatísticas, contudo de forma isolada, não apresentando interação entre os fatores. Para a variável NFP, apenas o fator PRD apresentou significância.

O resumo da Análise normal de variância (ANOVA), pelo método do Teste F, com seus respectivos quadrados médios, F calculado e P valor (Pr>Fc), para as variáveis produtivas, produtividade da água de irrigação (PA_I) e a massa média do fruto, pode ser visualizado na (Tabela 10).

Tabela 10 - Resumo da análise de variância, com seus respectivos quadrados médios, F calculado e P valor, para as variáveis produtividade da água de irrigação – PA_I (kg ha⁻¹ mm⁻¹) e massa média do fruto (kg).

FV	GL	PA _I			Massa média do fruto		
		QM	Fc	Pr>Fc	QM	Fc	Pr>Fc
DENS	2	173.878,84	228,32	0,00	0,002887	2,86	0,13
BLOCO	3	414,73	0,54	0,67	0,002295	2,28	0,18
erro 1	6	761,55			0,001007		
PRD	4	10.062,64	6,75	0,00	0,004877	4,10	0,01
PRD*DENS	8	3.173,43	2,12	0,06	0,000412	0,34	0,94
erro 2	36	1.491,11			0,001189		
Total	59						
Média geral		152,33			0,375		
CV-1 (%)		18,12			8,46		
CV-2 (%)		25,35			9,2		

*Pr>Fc < 0,05 é significativo ao nível de 5%. **Fonte:** Dantas, A. F. (2024).

Observa-se através das tabelas que, para as variáveis apresentadas na Tabela 8, a produtividade apresentou significância para os fatores DP e PRD, de forma isolada, não

ocorrendo a interação entre os fatores. Na tabela 9 a variável número de frutos/ha apresentou significância apenas para o fator DP, já a de número de frutos por planta não apresentou efeito significativo para nenhum dos fatores em estudo. Na Tabela 10, identifica-se que, tanto a PA_I quanto a massa média do fruto, apresentaram diferença estatística, de forma isolada para o fator PRD.

A seguir, observa-se uma comparação dos valores das médias das variáveis produtividade, produtividade da água de irrigação, massa dos frutos por planta e massa média do fruto, considerando o fator estratégias de irrigação (EI – PRD), utilizando o teste de comparação de médias pelo método de Tukey, (Tabela 11).

Tabela 11 - Teste de comparação de médias pelo método de Tukey para as variáveis produtividade (PROD), produtividade da água de irrigação (PA_I), massa dos frutos por planta (MFP), massa média do fruto (MM – kg), no fator estratégias de irrigação (EI – PRD).

FATOR	Variáveis			
EI – PRD	<i>PROD</i>	<i>PA_I</i>	<i>MFP</i>	<i>MM</i>
T1 – 100% da ETc – 2LF	31.260,06 a	105,1 b	41,00 a	0,391 ab
T2 – 50 % da ETc – 1L	25.527,38 ab	171,65 a	32,64 ab	0,401 a
T3 – 50% da ETc – PRD7	25.256,7 ab	169,83 a	32,74 ab	0,352 b
T4 – 50% da Etc – PRD14	21.348,3 b	143,56 ab	28,92 b	0,366 ab
T5 – 50% da ETc – PR 21	25.501,08 ab	171,48 a	32,49 ab	0,364 ab

Letras diferentes nas colunas diferem estatisticamente pelo método de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro. **Fonte:** Dantas, A. F. (2025).

O teste de médias para o fator densidade de plantio, pode ser observado na (Tabela 12).

Tabela 12 - Teste de comparação de médias pelo método de Tukey para as variáveis produtividade (PROD), produtividade da água de irrigação (PA_I) e número de frutos por hectare (NFH), significativas para o fator densidade de plantio (DP).

FATOR	Variáveis		
Densidade de plantio	<i>PROD</i>	<i>PA_I</i>	<i>NFH</i>
1.333 plantas ha⁻¹	42.277,25 a	249,6 a	115.571,1 a
666 plantas ha⁻¹	24.187,96 b	147,67 b	63.736,2 b
333 plantas ha⁻¹	10.870,96 c	63,71 c	25.572,4 c

Letras diferentes nas colunas diferem estatisticamente pelo método de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro. **Fonte:** Dantas, A. F. (2025).

As variáveis diferiram entre si em todos os níveis do fator densidade de plantio, de maneira que, a redução no espaçamento proporcionou um aumento linear na produtividade. O

maior adensamento de plantio obteve uma produtividade de 42.277 kg ha⁻¹, enquanto o espaçamento intermediário alcançou uma produção de 24.187 kg ha⁻¹, já o tratamento com 333 plantas por hectare, produziu 10.870 kg ha⁻¹. Os resultados encontrados contrastam com aqueles obtidos por Souza et al., (2012), onde em clima tropical quente e sub úmido, o aumento da densidade a partir de 555 plantas ha⁻¹ provocou decréscimo na produção por planta e por área, na mangueira Tommy Atkins, diferentemente desta pesquisa, em que a produção por planta não foi afetada pela redução no espaçamento, em que, a maior densidade, 1.333 plantas por hectare, devido ao maior número de plantas, contribuiu para um aumento de 74,3% na produtividade, em relação à menor densidade de plantio e 42,8% quanto ao espaçamento intermediário, que incrementou 55,06% de produção diante o plantio com 333 plantas por hectare.

É importante ressaltar que o trabalho citado anteriormente apresenta condições substancialmente diferentes deste, haja vista as variáveis meteorológicas variam com a localização dos experimentos, muda-se também a variedade, que neste é a Palmer, variedade de menor expressão do crescimento e, portanto, mais apta ao adensamento de plantio. Outro fator marcante é a diferença de idade nos pomares em questão, em que no trabalho de Souza et al., (2012) as plantas possuíam 8 anos de idade e maior porte, perante aquelas do presente trabalho, que estavam em seu 4º ano de implantação. Tais características são válidas no entendimento dos resultados, uma vez que plantas mais vigorosas, com maior porte, podem apresentar grande número de ramos em condições sombreadas, principalmente no sentido da linha de plantio e por consequência não alcançar o equilíbrio fisiológico necessário à manutenção ou aumento da produção por planta. Dessa maneira, na presente pesquisa, a menor idade acumulada, além das características inerentes a variedade, que podem ter possibilitado a manutenção dos índices reprodutivos por planta, de forma que, o aumento na densidade de plantio, proporcionou aumento linear na produtividade.

Para as diferentes estratégias de irrigação (EI – PRD), a produtividade diferiu apenas entre o T1 e T4, o que demonstra resultados promissores, haja vista a redução de 50% da ETc não afetar a produtividade nos tratamentos T2, T3 e T5, em comparação a irrigação plena. Quanto a alternância, o T2 que consiste na irrigação apenas de um lado do sistema radicular não proporcionou diferença significativa em comparação aos demais tratamentos. É possível que as características físico hídricas do solo tenham influenciado nesse resultado, em vista que, o gradiente de umidade no solo, mesmo com redução de lâmina e sem alternância proporcionou a planta o conforto hídrico necessário ao desenvolvimento das atividades metabólicas. Este resultado demonstra a responsividade da cultura da manga, quanto a utilização da irrigação. Especialmente em ecossistemas semiáridos, como em grande parte da região nordeste do Brasil,

onde o recurso água tem se tornado cada vez mais escasso, sua utilização de forma otimizada e econômica é de fundamental importância para segurança do sistema produtivo, além de verticalização para moldes mais sustentáveis. Já para a variável produtividade por planta é possível observar uma queda em seu valor quando ocorre a redução de 50% da ETc, independente da variância do tempo de alternância, em torno de 7,5 kg. Apenas foi observada diferença estatística entre o T1 (100 % da ETc) e T4, que representa alternância de 14 dias.

Os resultados contrastam com os de Teixeira et al., (2012), onde a redução de 50% da lâmina sem alternância contribuiu para resultados melhores do que as estratégias que alternaram 7, 14 e 21 dias, neste trabalho apenas o tratamento com 100% de lâmina que diferiu daquele com alternância de 14 dias. Difere também daquele encontrado por Faria et al., (2014), onde a alternância de 14 dias proporcionou resultados semelhantes a aplicação integral da lâmina.

O número de frutos, que apresentou significância apenas para o fator densidade de plantio e foi influenciado positivamente pelo aumento do número de plantas, diferindo entre si em todas DP. A maior densidade contribuiu para produção de 115.571 frutos ha⁻¹, enquanto nas plantas do espaçamento intermediário a produção foi de 63.736 frutos, 81,3% a menos que a anterior e 131,16% a mais que a produção sob a densidade de 333 plantas ha⁻¹, que foi de 27.572 frutos. A discussão a respeito do número de frutos remonta a ideia da manutenção dos índices reprodutivos das plantas, de modo geral. Por exemplo, nos resultados expostos por Souza et al., (2012), o aumento da densidade de plantio influenciou negativamente as variáveis reprodutivas, enquanto neste trabalho os resultados foram contrastantes, é possível que a cultivar Palmer, aqui estudada, possa ter maior adaptabilidade a esse aumento no número de plantas, e assim garantindo melhores respostas. Outro apontamento é quanto a idade dos pomares em questão, pois nesse apenas com 4 anos, muito mais jovem, tenha sofrido menor influência negativa do aumento do número de plantas por área.

As plantas sob o T2 (50% da ETc sem alternância) apresentaram o maior valor de média, mas diferiram apenas daquelas sob o T3 (50% da ETc a 7 dias), onde o incremento foi de 49 gramas. A massa média do fruto é de suma importância no que diz respeito a comercialização do produto e implicação na produtividade. É necessário que o déficit hídrico não implique demasiadamente de forma negativa o peso médio do fruto. O observado com esses resultados demonstram que a redução de 50% da ETc, não implicou em reduções drásticas no peso médio do fruto e que, além disso no tratamento sem alternância, esse valor foi superior ao tratamento com aplicação de 100% da ETc.

A PA₁ aumentou linearmente com o adensamento de plantio até 1.333 plantas ha⁻¹ sendo que apresentou valores de 249, 143 e 64 kg ha⁻¹ mm⁻¹, para as densidades de 1.333, 666 e 333

plantas ha^{-1} , respectivamente. O aumento linear na produtividade da água, com o aumento da densidade, contribui substancialmente para a elevação da produtividade hídrica, haja vista não haver interação significativa entre os fatores, sendo que em relação as estratégias de irrigação, As plantas submetidas a estratégias com 100% da ETC, sem alternância, foi as que proporcionaram o menor valor entre os demais ($105 \text{ kg ha}^{-1} \text{ mm}^{-1}$), mas não diferiu estatisticamente apenas do T4 ($143 \text{ kg ha}^{-1} \text{ mm}^{-1}$), que refere a 50% da lâmina, alternado a 14 dias. As estratégias aplicadas nos T2 e T5 contribuíram para maiores valores de PA_I , na ordem de $171 \text{ kg ha}^{-1} \text{ mm}^{-1}$, mas não diferiram das plantas do T3 que obteve $169 \text{ kg ha}^{-1} \text{ mm}^{-1}$. Tanto a alternância de 7 e 21 dias, quanto sem alternância, contribuíram para as melhores produtividades hídricas. Os resultados obtidos corroboram com os de Santos et al., (2020), onde também com a mangueira Palmer, observaram melhores PA_I , com a redução da lâmina.

5. CONCLUSÕES

No segundo ciclo de produção, maiores populações de mangueira 'Palmer' resultou em maiores produtividades, número de frutos e produtividade da água de irrigação. A redução da lâmina em 50% da ET_c, com alternância de 7 e 21 dias, além da estratégia sem alternância, proporcionaram produtividades estatisticamente iguais a irrigação plena, com 100% da ET_c.

Os tratamentos com 50% da ET_c, alternado a 7 e 21 dias e sem alternância resultaram em maiores produtividades da água de irrigação, independente da densidade de plantio.

O horário das 8:00h proporcionou melhores valores para as variáveis fisiológicas.

São necessários mais trabalhos nas diferentes condições edafoclimáticas para a variedade 'Palmer', a fim de concretizar resultados seguros e corroborar ou mesmo ajustar para as diferentes condições, os já observados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBUQUERQUE, J. A. S.; MOUCO, M. A. C.; MEDINA, V.D.; SANTOS, C.R.; TAVARES, S. C. C. H. **O cultivo da mangueira irrigada no Semiárido Brasileiro**. Petrolina, PE: Embrapa Semiárido; VALEXPORT, 77p. 1999.
- ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements**. FAO: Rome, 1998. 300 p. Irrigation and Dranaige Paper, 56.
- ALMEIDA, F. P.; SANTOS, M. R.; COELHO, E. F.; DONATO, S. L. R.; OLIVEIRA, P. M.; REIS, J. B. R. S.; CARVALHO, L. A. C.; LIMA, J. C. L.; SANTOS, D. L., CUNHA, F. F. Irrigation of 'Prata-Anã' Banana with Partial Root-Zone Drying in a Semi-Arid Environment. **Journal Agronomy**, Brasileia, Suíça, v.14, 1820. P. 17, Ago de 2024.
- ANUÁRIO BRASILEIRO DE HORTI&FRUTI, 2019. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 2018. P.96, Disponível em: http://www.editoragazeta.com.br/sitewp/wpcontent/uploads/2019/07/HortiFruti_2019_DUPLA.pdf. Acesso em: março de 2023.
- BASSOI, L. H.; GONÇALVES, S. O.; SANTOS, A. R. L.; SILVA, J. A.; LIMA, A. C. M. Influência de manejos de irrigação sobre aspectos de ecofisiologia e de produção da videira cv.Syrah/Paulsen 1103. **Irriga**, v. 16, n. 4, p. 395-402, 2011.
- BATISTA, P. F.; LIMA, M. A. C. D.; TRINDADE, D. C. G. D.; ALVES, R. E. Quality of different tropical fruit cultivars produced in the Lower Basin of São Francisco Valley1. **Revista Ciência Agronômica**, v.46, n.1, p.176-184, 2015.
- Brasil bate recorde de exportação de frutas em 2023. **Associação brasileira dos produtores e exportadores de frutas e derivados (ABRAFRUTAS), 2024**. Disponível em: <https://abrafrutas.org/2024/03/brasil-bate-recorde-de-exportacao-de-frutas-em-2023/>. Acesso em: 29 de dez. de 2024.
- BRASIL. Resolução nº 150, de 13 de dezembro de 2021. **Conselho Deliberativo da Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste**. Diário oficial da união: Brasília, DF. Dispõe sobre a nova delimitação do semiárido, disponível em: <https://www.gov.br/sudene/pt-br/centrais-de-conteudo/resolucao1502021.pdf>
- BUSTAMANTE, P. M. A. C. A Fruticultura no Brasil e no Vale do São Francisco: Vantagens e Desafios. Documento técnico-cietifico. **Revista Econômica do Nordeste**, v.40, n.1, p.153-171, 2009.
- CARVALHO, J. L. M.; COSTA, M. G. S; Posturas estratégicas de produtores de manga do vale do São Francisco: aspectos relacionados à produção e à produtividade. In: **Encontro nacional de engenharia de produção**, 38º., Alagoas, 2018. p. 16.
- COTRIM, C. E.; COELHO, E. F.; SILVA, J. A.; SANTOS, M. R. IRRIGAÇÃO COM DÉFICIT CONTROLADO E PRODUTIVIDADE DE MANGUEIRA 'TOMMY ATKINS' SOB GOTEJAMENTO. **Revista brasileira de agricultura irrigada**, v. 11, p. 2229-2238, 2017.
- COTRIM, C.E.; SANTOS, M.R.; DONATO, S.L.R.; ARANTES, A.M.; Manejo da irrigação. In: SIQUEIRA, D.L.; SALOMÃO, L.C.C.; BOREM, A.; **Manga: do plantio à colheita**. 1ed.Viçosa, MG: Editora UFV, 2019, p. 209-235.
- COUTINHO, G.; COSTA, I. J. S.; PIO SALLES, L. A. **Indução floral em mangueira (Mangífera Índica L.)**. Lavras/MG. Boletim Técnico - n.101, p.1-22, 2016.
- Cultivo de mangueira. **Embrapa semiárido**. Sistemas de produção. 3º Ed. 2015, p. 103. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1031747/1/CultivodaMangueira.pdf>. Acesso em 29 de dez de 2024.
- DONATO, S. L. R.; ARANTES, A.M.; MARQUES, P. R. R.; RODRIGUES, M. G. V. **Considerações ecofisiológicas e estratégias de manejo da bananeira**. Informe Agropecuário, v. 36, p. 13-26, 2015.
- DONATO, S. L. R.; ARANTES, A. M.; SOARES, A. R. S.; RODRIGUES, M. G. V.; SANTOS, M. R. Gas exchange and leaf area requirement in tall 'Prata' banana. **COMUNICATA SCIENTIAE**, v. 14, p. 4125, 2023.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Manga: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. (Coleção 500 perguntas, 500 respostas). Embrapa Informação Tecnológica. Brasília, DF, 184p. 2005.

FARIA, L. N. **Manejo da irrigação na indução floral e na fase produtiva da mangueira ‘Palmer’ em condições semiáridas**. 2014. 90 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

GALLI, J. A.; MICHELOTTO, M. D.; SIVEIRA, L.; MARTINS, A. L. M. **Qualidade de mangas cultivadas no Estado de São Paulo**. *Bragantia*, v.67, n.3, p.791-797, 2008.

GALLI, J.A.; Botânica e cultivares. In: SIQUEIRA, D.L.; SALOMÃO, L.C.C.; BORÉM, A. (Org.). **Manga: do plantio à colheita**. 1ed.Viçosa, MG: Editora UFV, 2019, v., p. 209-235.

GHRAB, M.; AYADI, M.; GARGOURI, K.; CHARTZOULAKIS, K.; GHARSALLAOUI, M.; BENTAHHER, H.; PSARRAS, G.; MIMOUN, M. B.; MASMOUDI, M. M.; MECHLIA, N. B. Long-term effects of partial root-zone drying (PRD) on yield, oil composition and quality of olive tree (cv. Chemlali) irrigated with saline water in arid land. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 36, n.1, p. 90–97, 2014.

GUIMARÃES, L. M. S.; OLIVEIRA, L. S. S.; SIQUEIRA, D. L.; Manejo de doenças. In: SIQUEIRA, D.L.; SALOMÃO, L.C.C.; BORÉM, A.; **Manga: do plantio à colheita**. 1ed.Viçosa, MG: Editora UFV, 2019, p. 177-208.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção Agrícola Municipal**. Sistema IBGE de Recuperação Automática (SIDRA), 2024. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>, acesso em agosto de 2024.

IPCC - **Intergovernmental Panel on Climate Change, 2021**. Disponível em: <<https://news.un.org/en/story/2021/08/1097362>. Acesso em: 29 de dez de 2024>.

JARVIS, P. G., McNAUGHTON, K. G. Stomatal control of transpiration: scaling up from leaf to region. *Advances Ecology Research*, v.15, p.1-49, 1986

LACERDA, C. F. **Apostila de Fisiologia Vegetal**. 2002. 353f. (Apostila). Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2002. Disponível em: www.fisiologiavegetal.ufc.br, acesso em: mar. 2023.

LIMA, J. R. F.; ALMEIDA, G. V. B.; PERREIRA, A. F. C.; JUNIOR ARAÚJO, J. N. **Análise do mercado de manga produzida no Vale do São Francisco: cenário atual e perspectivas para o curto prazo**. In: Congresso da Sociedade brasileira de Economia, administração e Sociologia rural, SOBER Nordeste, 8, 2018, Juazeiro. Anais... Juazeiro, BA, 2018.

LIMA, R. S. N. FIGUEIREDO, F. A. M. M.; MARTINS, A. O.; DEUS, B. C. S.; FERRAZ, T. M.; GOMES, M. M. A.; SOUSA, E. F.; GLENN, D. M.; CAMPOSTRINI, E. Partial rootzone drying (PRD) and regulated deficit irrigation (RDI) effects on stomatal conductance, growth, photosynthetic capacity, and water-use efficiency of papaya. **Scientia Horticulturae**, v.183, p.13-22, 2015.

McCARTHY, M. G.; LOVEYS, B. R.; DRY, P. R.; STOLL, M. **Regulated deficit irrigation and partial rootzone drying as irrigation management techniques for grape vines**. In: *Deficit Irrigation Practices, Water Reports*. Roma: FAO, 2000. n. 22, p.79-87.

MENDONÇA, V.; PEREIRA, G.A.; PEREIRA, E.C.; LIMA, F.V.; Preparo do solo e plantio. In: SIQUEIRA, D.L.; SALOMÃO, L.C.C.; BORÉM, A. (Org.). **Manga: do plantio à colheita**. 1ed.Viçosa, MG: Editora UFV, 2019, v., p. 209-235.

MITCHELL, P. D.; JERIE, P. H.; CHALMERS, D. J. **Effects of regulated water deficits on pear tree growth, flowering, fruit growth and yield**. *J. Amer. Society for Horticultural Science*, v.109, p.604-606, 1984

MOUCO, M.A.C; MOURA, M.S.B.; CUNHA, T.J.F.; Exigências Edafoclimáticas. In: SIQUEIRA, D.L.; SALOMÃO, L.C.C.; BORÉM, A. (Org.). **Manga: do plantio à colheita**. 1ed.Viçosa, MG: Editora UFV, 2019, v., p. 209-235.

NASCIMENTO, J. S. **Competitividade das exportações brasileiras de frutas: uma análise a partir dos obstáculos comerciais encontrados na União Européia**. 2001. 92f. (Dissertação). Mestrado em Economia. Universidade Federal da Paraíba, 2001.

OLIVEIRA, E. C.; CARVALHO, J. A.; SILVA, W. G.; REZENDE, F. C.; ALMEIDA, W. F. Effects of water deficit in two phenological stages on production of japanese cucumber cultivated in greenhouse. **Engenharia Agrícola**, v. 31, n. 4, p. 676-686, 2011.

OLIVEIRA, M.B.; SALES, R.P.; PEREIRA, M.C.T.; Podas e indução floral. In: SIQUEIRA, D.L.; SALOMÃO, L.C.C.; BORÉM, A. (Org.). **Manga: do plantio à colheita**. 1ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 2019, v., p. 209-235.

PINTO, A. C. de Q. Melhoramento genético da manga (*Mangífera Indica* L.) no Brasil. In: ROZANE, D. E.; DAREZZO, R. J.; AGUIAR, R. L.; AGUILERA, G. H. A.; ZAMBOLIM, L. (Ed.). **Manga: produção integrada, industrialização e comercialização**. Viçosa, MG: UFV, 2004.p. 17-78.

RAMOS, A. M.; SOUSA, P. H. M.; BENEVIDES, S. D. **Tecnologia da industrialização da manga**. In: **MANGA: Produção Integrada, Industrialização e Comercialização**, 1, 2004, Visconde do rio Branco, MG, Anais... Visconde do rio Branco, MG, 2004.

RAO, M. R.; WILLEY, R. W. Preliminary study on intercropping combinations based on pigeon pea or sorghum. **Experimental Agriculture**, v. 16, p. 29-40, 1980.

RODRIGUES, M. C.; SANTOS, T. P.; RODRIGUES, A. P.; DE SOUZA, C. R.; LOPES, C. M.; MAROCO, J. P.; PEREIRA, J. S.; CHAVES, M. M. Hydraulic and chemical signalling in the regulation of stomatal conductance and plant water use in field grapevines growing under deficit irrigation. **Functional Plant Biology**, Camberra, v. 35, p. 565–579, 2008.

ROMERO-CONDE, A.; KUSAKABE, A.; MELGAR, J.C. Physiological responses of citrus to partial rootzone drying irrigation. **Scien a Hor culturae**, v.169, p.234–238, 2014.

SAMPAIO, A. H. R.; COELHO FILHO, M. A.; COELHO, E. F.; DANIEL, R. Indicadores fisiológicos da lima ácida tahiti submetida à irrigação deficitária com secamento parcial de raiz. **Irriga**, v.19, n. 2, p. 292-301,2014.

SANTOS, M. R.; MARTINEZ, M. A.; DONATO, S. L. R.; COELHO, E. F. Produtividade e fotossíntese da mangueira 'Tommy Atkins' sob déficit hídrico em região semiárida da Bahia. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, p. 899-907, 2014.

SANTOS, M. R.; MARTINEZ, M.A.; DONATO, S. L. R. Gas exchanges of 'Tommy Atkins' mango trees under different irrigation treatments. **Bioscience Journal**, v. 29, n.5, p.1141-1153, 2013.

SANTOS, M. R.; Neves, B. R.; SILVA, B. L.; da Silva, B. e DONATO, S. L. R. Yield, Water Use Efficiency and Physiological Characteristic of "Tommy Atkins" Mango under Partial Rootzone Drying Irrigation System. **Journal of Water Resource and Protection**, v.7, n.13, p. 1029-1037, 2015. doi:10.4236/jwarp.2015.713084 .

SANTOS, M. R.; COTRIM JUNIOR, P. R. F. ; MESQUITA, N. L. S. ; DONATO, S. L. R. ; COELHO, E. F. Yield and water use efficiency in 'Tommy Atkins' and 'Palmer' mango trees under localized irrigation with water deficit. **SEMINA. CIÊNCIAS AGRÁRIAS (ONLINE)**, v. 41, p. 2509-2522, 2020.

SANTOS, M.R.; DONATO, S. L. R; COELHO, E. F.; ARANTES, A. M.; COELHO FILHO, M. A. Irrigação lateralmente alternada em lima ácida 'Tahiti' na região norte de Minas gerais. **Irriga, Botucatu, edição especial**, p.71-88, 2016.

SANTOS, M.R.; MARTINEZ, M.A.; DONATO, S.L.R.; COELHO, E.F. Fruit yield and root system distribution of 'Palmer' mango under different irrigation regimes. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.18, p.362-369, 2014.

SILVA, E. M.; PINTO, A. C. Q.; AZEVEDO, J. A. **Manejo da irrigação e fertirrigação na cultura da manga**. (Documento 61). Planaltina: EMBRAPA-CPAC. 77p. 1996.

SIMÃO, A. H.; MANTOVANI, E. C.; SIMÃO, F. R.; Irrigação e fertirrigação na cultura da mangueira. In: ROZANE, D. E.; DAREZZO, R. J.; AGUIAR, R. L.; AGUILERA, G. H. A.; ZAMBOLIM, L. (org.). **Manga – Produção integrada, industrialização e comercialização**. Viçosa, MG: Editora UFV, 2004. P. 233 -302.

SIMÃO, S. **Manual de fruticultura**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1971. 530 p.

SIQUEIRA, D.L.; SALOMÃO, L.C.C.; Origem, importância econômica e usos. In: SIQUEIRA, D.L.; SALOMÃO, L.C.C.; BORÉM, A. (Org.). **Manga: do plantio à colheita**. 1ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 2019, p. 209-235.

SOUSA, C. A. F.; CAVALCANTI, M. I. L. G.; VASCONCELOS, L. F. L.; SOUSA, H. U.; RIBEIRO, V.Q.; SILVA, J. A. L. **Mangueiras 'Tommy Atkins' submetidas à alta densidade de plantio em condições de clima tropical subúmido no Nordeste do Brasil**. Pesquisa Agropecuária Brasileira. v.47, n.1, pp.36-43, 2012.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6.ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 858p.

TEIXEIRA, J. C.; COELHO, E. F.; OLIVEIRA, P. M.; OLIVEIRA, R. C.; SILVA, T. S. M.; FILHO, O. G.; Secamento parcial do sistema radicular diferenciado na fase produtiva da mangueira no norte de Minas. In: **Fruticultura**. Bento Gonçalves, RS, 2012. P. 4.196

VILERA, D. **Manga e limões lideram as exportações de frutas brasileiras; confira os destaques**. Datamar News. Disponível em: <https://www.datamarnews.com/pt/noticias/manga-e-limo-es-lideram-as-exportacoes-de-frutas-brasileiras-confira-os-destaques/>. Acessado em 10 de março de 2025.



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E
TECNOLOGICA INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO,
CIÊNCIA E TECNOLOGIA BAIANO PRÓ-REITORIA DE ENSINO**

ANEXO XI

**AUTORIZAÇÃO DE DIVULGAÇÃO DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE
CURSO**

1) IDENTIFICAÇÃO:

AUTOR	ARTUR FRANÇA DANTAS
RG	20.750.322
FONE/EMAIL	dantasartur10@gmail.com
VÍNCULO INSTITUCIONAL	20201GBI01GB0005
TÍTULO DO DOCUMENTO	SECAMENTO PARCIAL DO SISTEMA RADICULAR EM MANGUEIRA 'PALMER' SOB ALTAS DENSIDADES DE PLANTIO

2) DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO (ASSINALE UMA DAS OPÇÕES):

(x) Declara que o documento em questão é seu trabalho original, e que detém o direito de concedê-lo e que a entrega do documento não infringe, tanto quanto lhe é possível saber, os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;

() Declara que obteve autorização do detentor dos direitos de autor para concedê-los ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano, e que esse material cujos direitos são de terceiros está claramente identificado e reconhecido no texto ou conteúdo do documento entregue.

3) TERMO DE AUTORIZAÇÃO: Na qualidade de titular dos direitos de autor do conteúdo supracitado, autorizo a Biblioteca do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano – *Campus* Guanambi, a disponibilizar a obra, gratuitamente em seu acervo impresso e/ou digital.

Vale ressaltar que a obra continua protegida por Direito Autoral sob a LEI Número 9.610 de 19 de FEVEREIRO de 1998 – DOU DE 20/2/98.

Em 11 de junho de 2025



Documento assinado digitalmente

ARTUR FRANÇA DANTAS

Data: 11/06/2025 14:24:32-0300

Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Assinatura do(a) estudante/autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais



PRÓ-REITORIA DE ENSINO (PROEN) – IF Baiano

Rua do Rouxinol, N° 115 / Salvador – Bahia – CEP: 41.720-052

Telefone: (71) 3186-0001. Email: proen@ifbaiano.edu.br

Site: <http://www.ifbaiano.edu.br>



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA BAIANO
PRÓ-REITORIA DE ENSINO**

ANEXO XV

TERMO DE RESPONSABILIDADE DE AUTORIA

Eu Artur França Dantas, Matrícula 20201GBI01GB0005, declaro conhecimento da Lei nº 9.610, de 19.02.98, que altera, atualiza e consolida a Legislação sobre Direitos Autorais, publicada no D.O.U. de 20.02.98, Seção I, pag. 3. Declaro, ainda, ser de minha inteira responsabilidade a autoria do texto apresentado no Trabalho de Conclusão de Curso sob o Título ---Caso seja indicada utilização indevida, ilegal de textos de autoria de terceiros [sob encomenda, mediante pagamento (ou não)], em desrespeito aos direitos autorais, estou ciente das implicações legais decorrentes do ato que caracteriza crime de plágio.

Em 11 de junho de 2025

Documento assinado digitalmente
gov.br ARTUR FRANÇA DANTAS
Data: 11/06/2025 14:22:28-0300
Verifique em <https://validar.itu.gov.br>

Assinatura do(a) estudante



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E
TECNOLOGICA INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO,
CIÊNCIA E TECNOLOGIA BAIANO PRÓ-REITORIA DE ENSINO

ANEXO X

TERMO DE DEPÓSITO DEFINITIVO DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO (TCC) – A
SER ENTREGUE AO DOCENTE DA DISCIPLINA

Pelo presente, eu Artur França Dantas, acadêmico do curso de Bacharelado em Engenharia Agrônômica, Campus Guanambi, Matrícula nº 20201GBI01GB0005, CPF nº 158.471.986-98, RG nº 20.750.322, Telefone (38) 9 9205-3760, E-mail: dantasartur10@gmail.com encaminho a versão final do Trabalho de Conclusão de Curso, meu trabalho intitulado Secamento parcial do sistema radicular em mangueira ‘Palmer’ sob altas densidades de plantio aprovado para depósito definitivo pelo Professor Orientador: Marcelo Rocha dos Santos requisito exigido para conclusão do curso.

Documento assinado digitalmente
gov.br ARTUR FRANÇA DANTAS
Data: 10/06/2025 19:17:32-0300
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Em 11 de junho de 2025

Assinatura do estudante

Marcelo Rocha dos Santos

Professor orientador

ATIVIDADE DO(A) ACADÊMICO(A) DO BACHARELADO EM
ENGENHARIA AGRÔNOMICA - TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO
PROTOCOLO DE ENTREGA (DEPÓSITO DEFINITIVO DO TCC)

Aluno: Artur França Dantas

Matrícula: 20201GBI01GB0005

Data de Protocolo: _____ Funcionário(a) Atendente: _____

Canhoto – Acadêmico Bacharelado em
Engenharia Agrônômica, *Campus Guanambi*



PRÓ-REITORIA DE ENSINO (PROEN) – IF Baiano

Rua do Rouxinol, N° 115 / Salvador – Bahia – CEP: 41.720-052
Telefone: (71) 3186-0001. Email: proen@ifbaiano.edu.br
Site: <http://www.ifbaiano.edu.br>

Documento Digitalizado Público

TCC II do Discente Artur

Assunto: TCC II do Discente Artur
Assinado por: Marcelo Santos
Tipo do Documento: ANEXO
Situação: Finalizado
Nível de Acesso: Público
Tipo do Conferência: Documento Original

Documento assinado eletronicamente por:

- **Marcelo Rocha dos Santos**, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 21/07/2025 17:33:11.

Este documento foi armazenado no SUAP em 21/07/2025. Para comprovar sua integridade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifbaiano.edu.br/verificar-documento-externo/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 1110030

Código de Autenticação: ac92f4fe6c

