



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRONÔMICA**

FILIFE BERNARD RAMOS MOREIRA

**CARACTERÍSTICAS FISIOLÓGICAS DE DIFERENTES CULTIVARES
DE MANGUEIRA EM FUNÇÃO DO PORTA-ENXERTO DURANTE O
ESTABELECIMENTO**

PETROLINA-PE

2022

FILIFE BERNARD RAMOS MOREIRA

**CARACTERÍSTICAS FISIOLÓGICAS DE DIFERENTES CULTIVARES
DE MANGUEIRA EM FUNÇÃO DO PORTA-ENXERTO DURANTE O
ESTABELECIMENTO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado a Universidade Federal do Vale do São Francisco – UNIVASF, Campus Ciências Agrárias, como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Agrônômica.

Orientador: Prof. Dr. Ítalo Herbert Lucena Cavalcante.

PETROLINA-PE

2022

M838c Moreira, Filipe Bernard Ramos
Características fisiológicas de diferentes cultivares de mangueira em função do porta-enxerto durante o estabelecimento / Filipe Bernard Ramos Moreira. – Petrolina-PE, 2022.
vi, 23.: il. ; 29 cm.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Agrônômica) - Universidade Federal do Vale do São Francisco, Campus Ciências Agrárias, Petrolina-PE, 2022.

Orientador: Prof.º Dr.º Ítalo Herbert Lucena Cavalcante.

Inclui referências.

1. Manga - Cultivo. 2. Mangueira. 3. Enxertia. 4. Fisiologia. I. Título. II. Cavalcante, Ítalo Herbert Lucena. III. Universidade Federal do Vale do São Francisco.

CDD 634.34

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema Integrado de Bibliotecas - SIBI/UNIVASF.
Bibliotecária: Andressa Laís Machado de Matos CRB – 4/2240.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRONÔMICA

FOLHA DE APROVAÇÃO

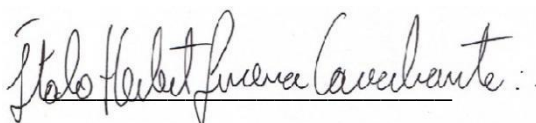
FILIFE BERNARD RAMOS MOREIRA

**CARACTERÍSTICAS FISIOLÓGICAS DE DIFERENTES CULTIVARES
DE MANGUEIRA EM FUNÇÃO DO PORTA-ENXERTO DURANTE O
ESTABELECIMENTO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado
como requisito parcial para obtenção do título de
Bacharel em Engenharia Agrônoma, pela
Universidade Federal do Vale do São Francisco.

Aprovado em: 01 de abril de 2022.

Banca Examinadora



(Prof. Dr. Ítalo Herbert Lucena Cavalcante - UNIVASF)



(Mestre Adriana da Silva Santos - UFPB).



(Licenciado em Ciências Agrárias Lucas Soares Rodrigues - UFPB).

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por nunca me abandonar durante toda essa trajetória, sempre me livrando dos maus que encontrei pelo caminho, e mesmo quando tinha dúvidas ele me guiava e me ajudava a seguir o caminho que estou seguindo hoje.

À minha família, por não me deixar faltar nada, me apoiar mesmo não sendo o que eles queriam para mim e acreditar no meu sonho, palavras não são suficientes para agradecer a minha mãe Conceição dos Santos Ramos, minha avó Roberta dos Santos Ramos, meu irmão Caio Roberto Ramos, minha irmã Bruna Roberta e principalmente meu avô Luiz Florêncio Ramos, este que mesmo não estando mais presente fisicamente entre nós foi responsável por tudo que sou hoje e por me ensinar os valores que me norteiam e não tem um dia que eu não sinta sua falta.

Aos meus amigos Lucas Pizzinato, Caio Hidelbrando, Mario Luiz e Yago Felipe, que nos momentos mais difíceis estavam lá para apoiar, me distrair e tornaram essa caminhada bem mais leve, com certeza são os irmãos que a vida me deu.

Quando iniciei a faculdade eu ainda sem saber se esse seria o curso que eu queria seguir, me deparei com várias dúvidas e incertezas, mas logo nos primeiros períodos vi que era isso que eu queria para minha vida, e durante esse ciclo tive a oportunidade de conhecer várias pessoas, alguns se tornaram meus amigos outros apenas colegas, mas todos contribuíram de alguma forma para minha formação pessoal e profissional e dentre todos eles não posso deixar de citar Matheus Farias que foi a primeira pessoa que conheci na faculdade e logo se tornou meu amigo, sempre me incentivando e acreditando em mim, infelizmente ele hoje não se encontra mais entre nós fisicamente mas as lembranças continuam vivas, também queria agradecer a Kátia Araújo por toda ajuda durante a graduação que com certeza foi de muita importância para que chegasse até aqui.

Quero agradecer também a todas as pessoas que contribuíram para o meu desenvolvimento, especialmente aos professores Marcos Sales Rodrigues e Augusto Miguel Nascimento Lima estes que foram os primeiros a me dar uma oportunidade no laboratório de solos da UNIVASF, onde tive a oportunidade de aprender diversas coisas, a evoluir como pessoa, a trabalhar em equipe, a ser mais organizado e

enxergar a universidade com outra perspectiva, além dos conselhos, a amizade, respeito e admiração que tenho por ambos.

Ao professor Ítalo Herbert Lucena Cavalcante meu orientador, que me fez ter ainda mais certeza de que escolhi a profissão certa, fez eu me apaixonar pela área da fruticultura, é uma pessoa que hoje tenho como referência profissional e pessoal, por toda sua experiência, seu conhecimento e por sempre estar disposto a compartilhar com seus alunos além de se mostrar uma excelente pessoa. Muito obrigado por todo conhecimento, aprendizado, por me orientar e me acolher no grupo de pesquisa FRUTVASF, grupo este que também me trouxe muitas amizades, experiências e conhecimento.

Obrigado a todos os professores do curso de Engenharia Agrônômica, pela dedicação e conhecimento passado, vocês foram fundamentais para minha formação e só tenho a agradecer à todos e em especial a Verônica por sempre ajudar e facilitar a comunicação entre professores e alunos, além das dúvidas tiradas e ajuda com procedimentos internos.

Sou grato também a UNIVASF por toda estrutura proporcionada para minha formação.

Obrigado à todos, por tudo!!

RESUMO

A interação entre variedades copa e porta-enxerto pode interferir no crescimento e desenvolvimento da planta, afetando sua fisiologia. Desta forma, objetivou-se com o presente trabalho avaliar os parâmetros fisiológicos de diferentes variedades de mangueiras em função do porta-enxerto. O experimento foi desenvolvido no setor de Fruticultura do Campus de Ciências Agrárias (CCA), da Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF) e conduzido em esquema fatorial 3 x 4, correspondente a três porta-enxertos ('Espada', 'Capucho' e 'Coquinho') e quatro variedades copa ('Palmer', 'Keitt', 'Kent' e 'Tommy Atkins'). Os tratamentos foram distribuídos em blocos ao acaso, em cinco repetições e duas plantas por parcela. As variáveis analisadas foram os pigmentos fotossintéticos como clorofila a, b e total, temperatura foliar, extravasamento de eletrólitos e atividade da enzima nitrato redutase nas folhas. Os dados foram submetidos a análise de variância e, de acordo com a significância do teste F ($P < 0,05$), as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey em até 5% de probabilidade de erro e para verificar a dependência de uma variável sobre outra os dados foram submetidos à correlação linear de Pearson. Para a clorofila a e o extravasamento de eletrólitos não houve diferença significativa entre as variedades copa avaliadas. As variedades copa 'Kent', 'Keitt' e 'Palmer' apresentaram melhor desempenho fotossintético, enquanto que o porta-enxerto 'Coquinho' proporcionou maior atividade da enzima nitrato redutase quando associado as variedades copa 'Kent' e 'Palmer'.

Palavras-chave: *Mangífera indica* L., Enxertia, Fisiologia.

ABSTRACT

The interaction between scion and rootstock varieties can interfere with plant growth and development, affecting its physiology. In this way, the objective of the present work was to evaluate the physiological parameters of different varieties of mangoes in function of the rootstock. The experiment was carried out in the Fruticulture sector of the Campus de Ciências Agrárias (CCA), of the Federal University of Vale do São Francisco (UNIVASF) and carried out in a 3 x 4 factorial scheme, corresponding to three rootstocks ('Espada', 'Capucho ' and 'Coquinho') and four canopy varieties ('Palmer', 'Keitt', 'Kent' and 'Tommy Atkins'). The treatments were distributed in randomized blocks, with five replications and ten plants per plot each. The variables evaluated were photosynthetic pigments such as chlorophyll a, b and total, leaf temperature, electrolyte extravasation and nitrate reductase enzyme activity in the leaves. The data were submitted to analysis of variance and, according to the significance of the F test ($P < 0.05$), the means of the treatments were compared by the Tukey test in up to 5% of probability and to verify the dependence of a variable on the other the data were submitted to Pearson's linear correlation. For chlorophyll a and electrolyte leakage there was no significant difference between the evaluated cup varieties. The 'Kent', 'Keitt' and 'Palmer' canopy varieties showed better photosynthetic performance, while the 'Coquinho' rootstock showed higher nitrate reductase enzyme activity when associated with the 'Kent' and 'Palmer' canopy varieties

Key-words: *Mangífera indica*, Grafting, Physiology.

LISTAS DE FIGURAS

Figura 1 -	Croqui da área experimental com mangueira em diferentes combinações de enxerto/porta-enxerto, UNIVASF, 2020.....	09
Figura 2 -	Precipitação, temperatura e umidade relativa do ar registrados durante a condução do experimento em campo de diferentes cultivares de mangueira em função do porta-enxerto, UNIVASF, 2020.....	10
Figura 3 -	Determinação da clorofila a, b e total com clorofiLOG - Falker® Brasil, de diferentes cultivares de mangueira em função do porta-enxerto, UNIVASF, 2020.....	11
Figura 4 -	Imagem térmica capturada pela câmera termográfica FLIR ONE Pro® de diferentes cultivares de mangueira em função do porta-enxerto, UNIVASF, 2020.....	12
Figura 5 -	Retirada dos discos das folhas (A), discos foliares (B), preparo da amostra para análise (C e D), acondicionamento das amostras na estufa (E) e leitura da amostra (F) de diferentes cultivares de mangueira em função do porta-enxerto, UNIVASF, 2020.....	13
Figura 6 -	Clorofila <i>b</i> (A) e clorofila <i>total</i> (B) de folhas de diferentes cultivares de mangueira em função do porta-enxerto, UNIVASF, 2020.....	15
Figura 7 -	Temperatura foliar as 9h (A) e extravasamento de eletrólitos (B) de diferentes cultivares de mangueira em função do porta-enxerto, UNIVASF, 2020.....	16
Figura 8 -	Atividade da enzima nitrato redutase em folhas de diferentes cultivares de mangueira em função do porta-enxerto, UNIVASF, 2020.....	18
Figura 9 -	Correlação de Pearson entre as variáveis de clorofila a (Cl _a), clorofila b (Cl _b) e clorofila total (Cl _t), temperatura foliar (TF), atividade da enzima nitrato redutase (NR) e extravasamento de eletrólitos (EE) em folhas de diferentes cultivares de mangueira em função do porta-enxerto, UNIVASF, 2020.....	19

LISTAS DE TABELAS

Tabela 1 -	Síntese da análise de variância (valor 'F') para as variáveis de clorofila a (CL _a), clorofila b (CL _b), clorofila total (CL _{total}), temperatura foliar as 9h (Tem. F. 9h), extravasamento de eletrólitos (EE) e atividade da nitrato redutase (NR) de diferentes cultivares de mangueira em função do porta-enxerto, UNIVASF, 2020.	14
------------	--	----

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	07
2	METODOLOGIA	08
2.1	<i>Localização do experimento</i>	08
2.2	<i>Delineamento experimental</i>	08
2.3	<i>Condução do experimento</i>	09
2.4	<i>Variáveis analisadas</i>	10
2.5	<i>Análise estatística</i>	13
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	14
4	CONCLUSÃO	20
5	REFERÊNCIAS	20

1 INTRODUÇÃO

A manga (*Mangifera indica* L.) é a fruta mais exportada pelo Brasil e atualmente o país ocupa a sétima posição no ranking dos maiores exportadores de manga do mundo e grande parte dessa produção provem da região Nordeste que tem o Submédio do São Francisco como destaque de produção dessa fruta (KIST et al., 2021).

Esta região se destaca devido a sua capacidade crescente de produção, obtenção de tecnologias necessárias para produção de frutas com o padrão de qualidade que é exigido pelo mercado internacional e das condições edafoclimáticas que permitem que se produza durante todo o ano, fazendo com que se tenham as mais variadas janelas de mercado (BRANCO; LIMA, 2016).

A *Mangifera indica* L. é da família Anacardiaceae, que está distribuída por todo o mundo, sendo originária da Ásia. Tem-se conhecimento de cerca de 1000 cultivares, porém apenas algumas são produzidas comercialmente (JAHURUL et al., 2015). As principais cultivares produzidas no submédio do Vale do São Francisco são a Tommy Atkins, Palmer, Keitt, Haden e Kent (SAMPAIO et al., 2017). Para que se obtenha uma boa produção, diversas técnicas de manejo são realizadas com o objetivo de regularizar a oferta do produto no mercado interno e externo, entre os principais métodos, se destaca a enxertia, que atua na melhoria dos pomares, trazendo uniformidade, produtividade e frutos de qualidade (FERREIRA, 2016).

A enxertia possibilita a propagação de características de interesse agrônomo da planta matriz nas cultivares proporcionando uma produção homogênea, com alto vigor e rápida produção (PEREIRA et al., 2002). Esse processo de multiplicação é comum em frutíferas, promovendo plantios mais uniformes, produtivos, precoces e com maior qualidade (FERREIRA et al., 2016).

Os porta-enxertos originam-se de árvores adaptadas as condições climáticas e de solos locais, combinando os “cavalos” vigorosos (porta-enxerto) com cultivares (enxerto) produtivos e condições favoráveis comercialmente. No Nordeste, os porta-enxerto Rosa, Espada, Fiapó e Itamaracá se destacam por serem os mais utilizados devido o seu vigor e compatibilidade com as cultivares comerciais (GENU; PINTO, 2002).

A interação porta-enxerto x enxerto e o estabelecimento ambiental do conjunto à região de cultivo são o suporte para se obter uma boa produção, sendo

necessário o uso de cultivares poliembrionicas para desenvolvimento de enxertos que apresentem um pomar mais homogêneo (SANTOS et al., 2006). No entanto trabalhos relacionados com porta-enxerto para cultivares de interesse econômico para região do Vale do São Francisco não foram realizados.

Mediante o que foi exposto o presente trabalho teve como objetivo avaliar as características fisiológicas de mangueiras Palmer, Tommy Atkins, Kent e Keitt em função dos porta-enxertos Capucho, Coquinho e Espada.

2 METODOLOGIA

2.1 Localização do experimento

O experimento foi desenvolvido em novembro de 2020 no setor de Fruticultura do Campus de Ciências Agrárias (CCA), da Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF), localizado em Petrolina-PE, a 9°19'11.2" S de latitude, 40°33'48.1 W de longitude e altitude média de 402 m. O solo da área é classificado como Argissolo Amarelo Eutrocoeso Típico (SILVA et al., 2017). O clima é classificado como semiárido (Bsh), com temperatura média anual de 26,0 °C e precipitação média anual de 481,7 mm, na região do Submédio do Vale do São Francisco (ALVARES et al., 2013).

2.2 Delineamento experimental

O experimento foi conduzido em esquema fatorial 3 x 4, correspondente a três porta-enxertos (Espada, Capucho e Coquinho) e quatro cultivares de enxerto (Palmer, Keitt, Kent e Tommy Atkins). Os tratamentos foram distribuídos em blocos ao acaso, em cinco repetições e duas plantas por parcela, conforme demonstrado no croqui (Figura 1).

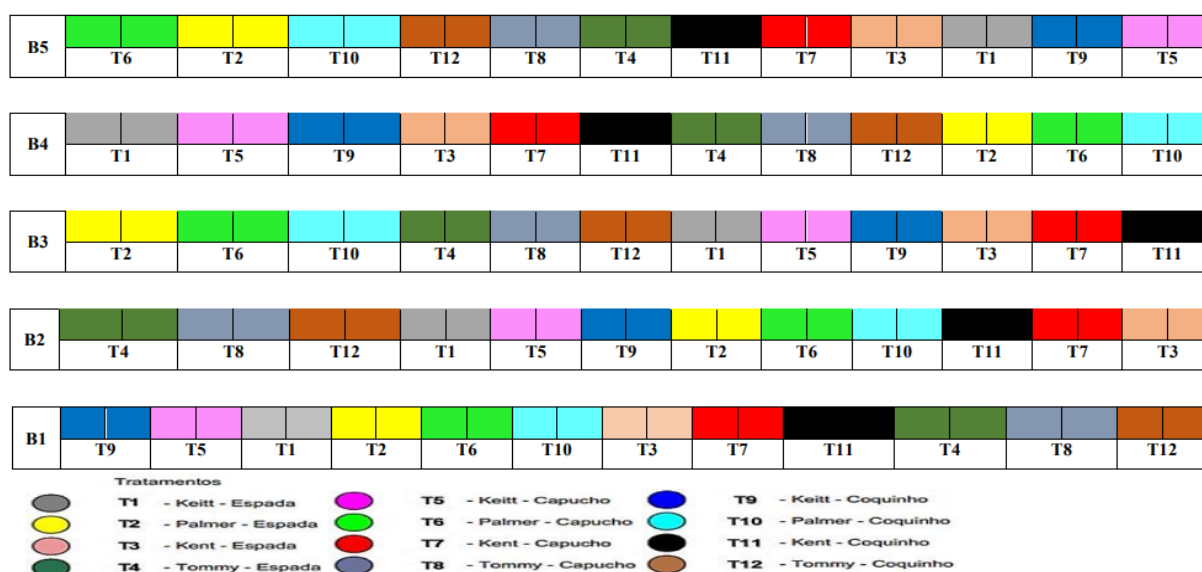


Figura 1. Croqui da área experimental com mangueiras em diferentes combinações enxerto/porta-enxerto, UNIVASF, 2020.

2.3 Condução do experimento

As sementes dos porta-enxertos foram obtidas de frutos maduros de diferentes variedades (Capucho, Coquinho e Espada) e foram semeadas em sacos polietileno com capacidade de 1 L, preenchidos com areia e mantidas em ambiente protegido até atingirem ponto ideal para realização da enxertia que foi quando as plantas apresentaram caule com diâmetro entre 8 e 12 mm e comprimento de 30 cm acima do colo da planta.

O material vegetal das diferentes cultivares de enxerto (Tommy Atkins, Palmer, Kent e Keitt) foram obtidos de plantas sadias conforme recomendação de Genú e Pinto (2002). Em seguida todas as cultivares foram enxertadas na mesma data, através do método de fenda cheia.

As mudas foram mantidas em telado com sombreamento de 50% onde ficaram por 227 dias. Após esse período, foram levadas ao campo e transplantadas em espaçamento de 4,00 x 2,00 m. O sistema de irrigação foi o de gotejamento, com duas fitas por linha e espaçamento entre gotejos de 0,5 m, no qual o turno de rega diário foi ajustado de acordo com a necessidade da cultura e da fase de desenvolvimento.

Durante a condução do experimento os tratos culturais foram realizados conforme o recomendado para a cultura da mangueira nas condições regionais de cultivo

seguindo as normas técnicas da Produção Integrada de Manga que são definidas por Lopes et al. (2003).

Os dados meteorológicos foram monitorados a partir da estação meteorológica da Universidade Federal do Vale do São Francisco (LabMet/UNIVASF), instalada no *Campus* de Ciências Agrárias (Figura 2).

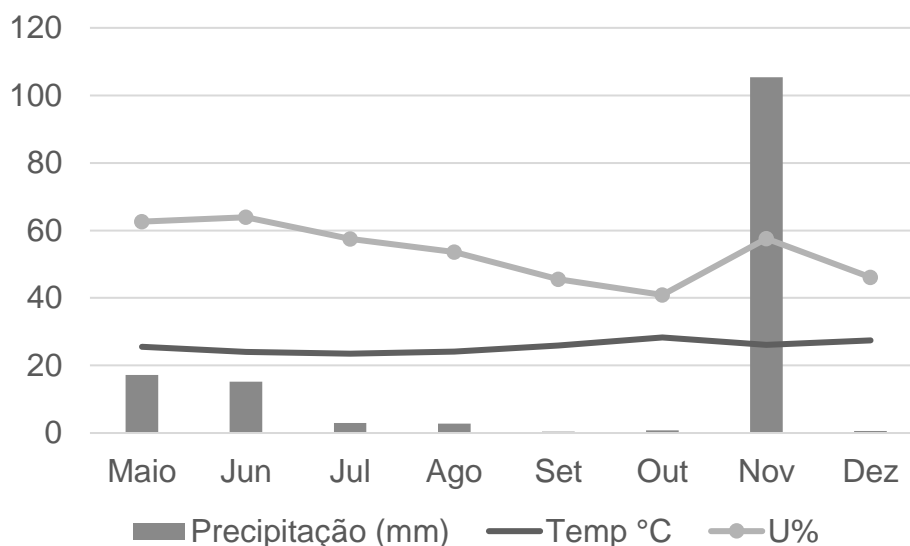


Figura 2. Precipitação, temperatura e umidade relativa do ar registrados durante a condução do experimento em campo de diferentes cultivares de mangueira em função do porta-enxerto, UNIVASF, 2020.

2.4 Variáveis analisadas

As análises foram realizadas seis meses após o transplântio das mudas em campo:

Clorofilas (a, b e total): para determinar a atividade fisiológica referente ao efeito do porta-enxerto em cada cultivar foram avaliados durante o dia 07 de dezembro de 2020 no horário entre 09:00 e 11:00 da manhã o índice de clorofilas a, b e total, através do uso de clorofilômetro eletrônico (clorofiLOG - Falker® Brasil). Foram selecionadas três folhas expandidas totalmente do último fluxo vegetal por planta para realização das leituras na região basal, mediana e apical da folha (Figura 3), seguindo a metodologia descrita por El-Hendawy e Schimidhalter (2005).



Figura 3 - Determinação da clorofila a, b e total com clorofiLOG - Falker® Brasil, de diferentes cultivares de mangueira em função do porta-enxerto, UNIVASF, 2020.

Enzima Nitrato Redutase in vivo nas folhas: o material foi coletado no período de 09:00 horas da manhã, sendo quatro folhas totalmente expandidas do segundo fluxo, expostas a radiação solar e localizadas no dossel na altura mediana nas duas plantas da parcela, totalizando dez plantas por tratamento. As folhas foram acondicionadas em sacos plásticos e foram submersas em gelo e levadas ao laboratório de fisiologia vegetal localizado no CCA/UNIVASF para avaliação da atividade da enzima, seguindo a metodologia proposta por Majerowickz et al. (2003), com adaptações de Santos (2019).

Temperatura foliar: foi determinada através da câmera termográfica FLIR ONE Pro®, sendo a captura das imagens térmicas realizadas no horário de 09:00 da manhã. As imagens foram analisadas posteriormente no software FLIR Tools onde foi medido três pontos de temperatura na folha e tirado a média para determinar a resposta térmica (Figura 4).

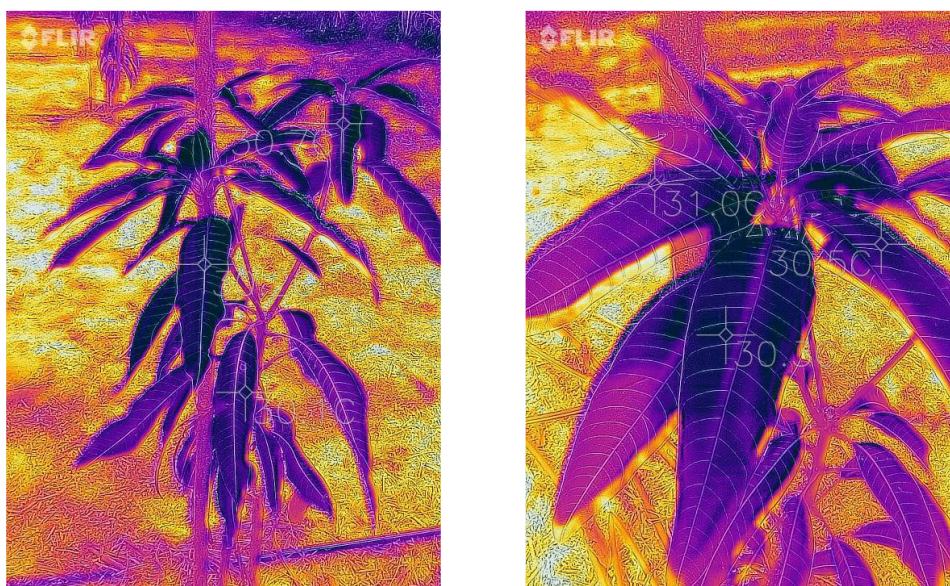


Figura 4. Imagem térmica capturada pela câmera termográfica FLIR ONE Pro® de diferentes cultivares de manga em função do porta-enxerto Fonte das imagens: Santos. A. S. (2020).

Extravasamento de eletrólitos: foi realizado de acordo com o método de Lima et al. (2002), com algumas modificações. Foi coletado cinco folhas totalmente expostas por repetição e levadas ao laboratório de fisiologia vegetal da UNIVASF onde foi retirado 12 discos de 10 mm das folhas de cada tratamento com o auxílio de um perfurador de metal. Em seguida foram lavados em água destilada para eliminação do conteúdo das células rompidas durante a remoção e postos para flutuar em tubos de ensaio contendo 30 ml de água deionizada. A condutividade elétrica inicial (L1) do líquido de suspensão foi lida em condutivímetro após a incubação de 4 horas em temperatura ambiente, sendo expressa em porcentagem de condutividade total (L2) que foi obtida após colocar os frascos contendo os discos foliares em uma estufa a 90° C, durante 2 horas (Figura 5). A permeabilidade da membrana foi calculada através da seguinte fórmula:

$$EL = \frac{L1}{L2} \times 100$$

Onde: EL: corresponde ao extravasamento expresso em porcentagem; L1: Condutividade elétrica inicial e L2: Condutividade elétrica final.

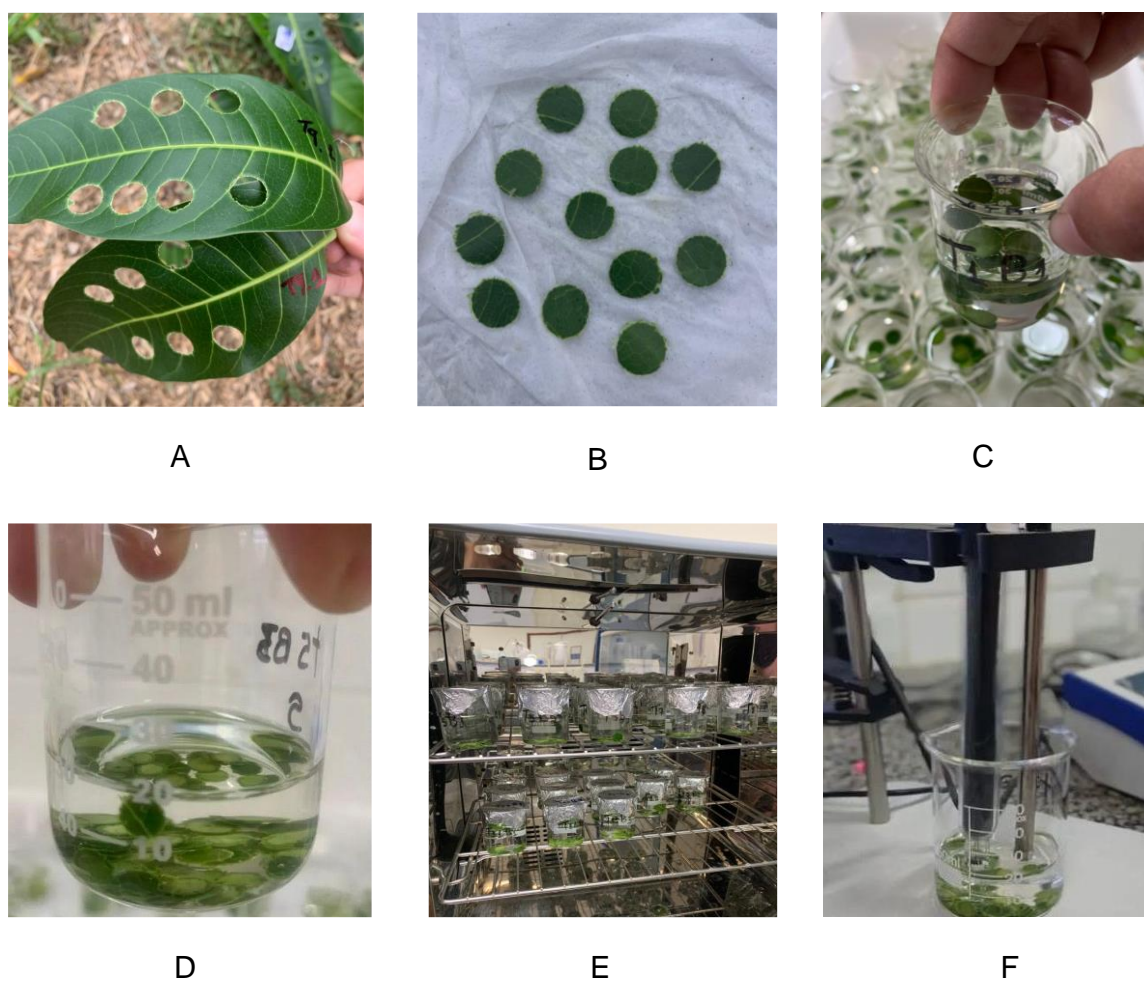


Figura 5. Retirada dos discos das folhas (A), discos foliares (B), preparo da amostra para análise (C e D), acondicionamento das amostras na estufa (E) e leitura da amostra (F) de diferentes cultivares de mangueira em função do porta-enxerto. Fonte das imagens: Santos, A. S. (2020).

2.5 Análise estatística

Os dados foram submetidos a análise de variância e, de acordo com a significância do teste F ($P < 0,05$), as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey em até 5% de probabilidade. O gráfico de correlação de Pearson entre as variáveis ($P \leq 0,05$), foi produzido através do pacote estatístico corrplot (WEI; SIMKO, 2017). Todas as análises foram realizadas com auxílio do software estatístico R4.0.0 (CORE TEAM, 2018).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância referente as variáveis de clorofila (*a*, *b* e *total*), temperatura foliar, extravasamento de eletrólitos e atividade da nitrato redutase de folhas de diferentes cultivares de mangueira em função do porta-enxerto, encontra-se na Tabela 1, demonstrando que apenas a variável nitrato redutase é influenciada simultaneamente pelos fatores avaliados (porta-enxerto e enxerto) a 1% de probabilidade, enquanto que a clorofila *a* não sofreu influência destes fatores, entretanto a clorofila *b*, total e a temperatura foliar apresentaram efeito significativo para os diferentes enxertos de mangueira a 5 e 1% respectivamente.

Tabela 1. Síntese da análise de variância (valor 'F') para as variáveis de clorofila *a* (CLa), clorofila *b* (CLb), clorofila total (CL_{total}), temperatura foliar as 9h (Tem. F. 9h), extravasamento de eletrólitos (EE) e atividade da nitrato redutase (NR) de diferentes cultivares de mangueira em função do porta-enxerto, UNIVASF, 2022.

Fonte de variação	CLa (mg g ⁻¹)	CLb (mg g ⁻¹)	CL _{total} (mg g ⁻¹)	Tem. F. 9h (°C)	EE (%)	NR (μmoles NO ₂ - h ⁻¹ gm ⁻¹)
Bloco	0,649 ^{ns}	18,21 ^{ns}	22,69 ^{ns}	8,75 ^{**}	43,61 ^{**}	0,0007 ^{ns}
Porta-enxerto (PE)	2,060 ^{ns}	25,59 ^{ns}	42,11 ^{ns}	4,37 ^{ns}	12,56 ^{ns}	0,0019 ^{**}
Enxerto (E)	8,223 ^{ns}	101,42 [*]	165,36 [*]	15,05 ^{**}	24,23 [*]	0,0097 ^{**}
PE x E	2,47 ^{ns}	47,04 ^{ns}	69,81 ^{ns}	1,30 ^{ns}	10,53 ^{ns}	0,0016 ^{**}
Média geral	40,12	19,74	59,85	32,99	19,20	0,072
CV (%)	3,8	25,0	10,5	3,0	10,6	18,3

*Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F; **Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F. CV (%): coeficiente de variação.

As análises de pigmentos fotossintetizantes em folhas de mangueira de diferentes cultivares em função dos porta-enxertos avaliados, demonstraram que a clorofila *a* não foi afetada pelos fatores estudados, entretanto a clorofila *b* e a *total* apresentaram diferença significativa para o fator isolado copa, onde as cultivares Palmer, Kent, Keitt apresentaram o maior resultado para ambas as variáveis e não diferiram estatisticamente entre si, enquanto que a cultivar Tommy Atkins apresentou o menor valor para a clorofila *total*, porém não diferiu das cultivares Kent e Keitt (Figura 6A e B).

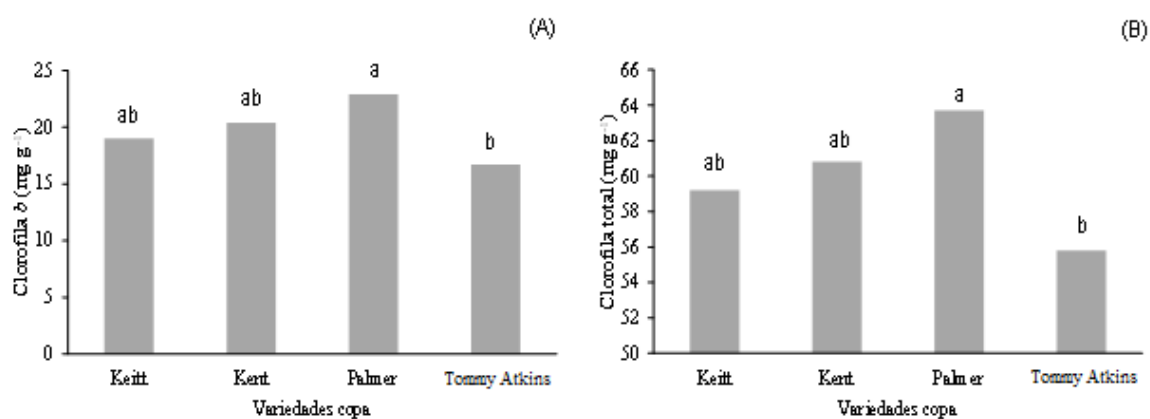


Figura 6. Clorofila *b* (A) e clorofila *total* (B) de folhas de diferentes cultivares de manga em função do porta-enxerto, UNIVASF, 2020.

As clorofilas apresentam papéis diferentes no metabolismo vegetal, no qual a clorofila *b* absorve energia em comprimento de onda diferente da clorofila *a* e a encaminha para o centro de reações, maximizando, a captura energética que efetivamente atua nas reações fotoquímicas e para o adequado funcionamento desse metabolismo não é apenas a quantidade de luz que chega ao centro de reações que é importante, mas também a qualidade desta luz para excitar a clorofila, logo, a concentração de clorofila presente nas folhas é um indicador fundamental na produção de biomassa e da atividade fotossintetizante da célula vegetal (TAIZ et al., 2017).

A concentração de clorofila na folha também pode ser um indicador de incompatibilidade translocada entre porta-enxertos e enxerto onde combinações que apresentem essa incompatibilidade podem apresentar menor concentração de clorofilas estimada pelo índice de clorofilas (SPAD- Soil Plant Analysis Development) se comparado as combinações compatíveis (ZARROUK et al., 2006; MACHADO et al., 2015; NEVES et al., 2017).

Machado et al. (2015) avaliando a compatibilidade fenotípica entre cultivares de pereiras europeias e porta-enxertos de marmeleiro, constataram que pereiras ‘Clapps Favourite’ enxertadas sobre ‘EMA’ que apresentavam problemas funcionais no ponto de inserção da enxertia e consequentemente baixo crescimento vegetativo apresentaram também baixo índice SPDA nas folhas, ou seja baixa concentração de clorofilas. Essa redução no SPDA também foi constatada por NEVES et al. (2017)

quando avaliaram diferentes cultivares de pessegueiro sobre porta-enxertos que apresentaram incompatibilidade quando comparado com as combinações compatíveis.

Analisando a temperatura foliar das diferentes cultivares de mangueira, observa-se que os dados apresentaram efeito significativo para o fator isolado enxerto, onde os maiores resultados foram obtidos para as cultivares Kent e Palmer, porém não diferiram estatisticamente entre si, enquanto que as cultivares Keitt e Tommy Atkins apresentaram os menores resultados para a temperatura foliar, mas também não diferiram estatisticamente (Figura 7A).

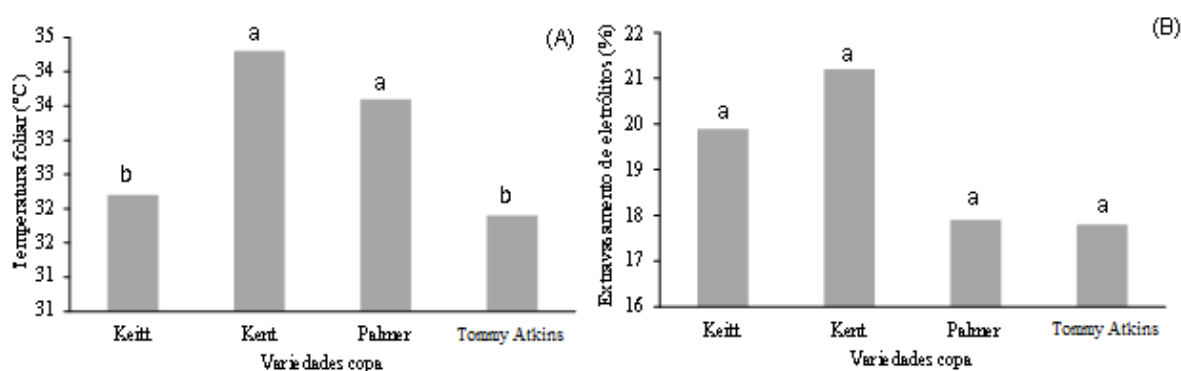


Figura 7. Temperatura foliar as 9h (A) e extravasamento de eletrólitos (B) de diferentes cultivares de mangueira em função do porta-enxerto, UNIVASF, 2020.

A temperatura foliar é um fator determinante no ciclo e desenvolvimento da cultura e o seu aumento altera a estrutura das enzimas que estão envolvidas na etapa de carboxilação, favorecendo ainda incrementos a fluidez das membranas dos cloroplastos e reduzindo a condutância estomática, desencadeando conseqüentemente a redução na assimilação líquida de carbono, o que afeta tanto o processo bioquímico quanto a fixação do CO₂ (MOORE et al., 2021).

Resultados similares aos observados neste foram obtidos por Almeida et al. (2015) que avaliando a ecofisiologia da mangueira Tommy Atkins, cultivada em condições de campo, na estação experimental da Universidade Federal do Ceará, verificaram para a temperatura foliar desta variedade (avaliada as 9 da manhã), valores de 34°C.

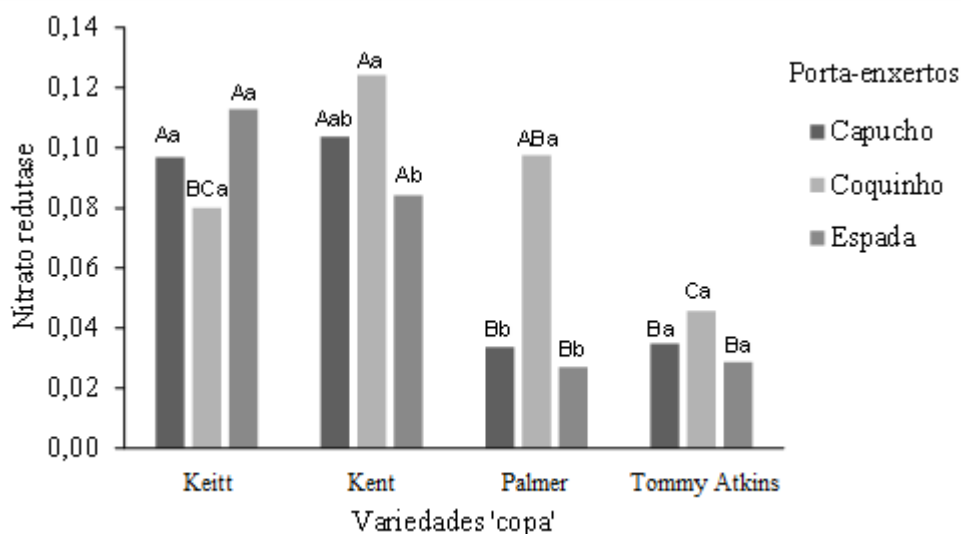
Sousa (2015) analisando a qualidade de mudas de laranjeira 'Pera' interenxertadas por tecidos de plântulas nucelares sobre porta-enxertos 'Flying Dragon' também não observaram diferenças significativas entre as diferentes combinações de enxerto e porta-enxerto estudados.

Para o extravasamento de eletrólitos de diferentes cultivares de enxerto de mangueira, constatou-se que não houve diferença significativa entre as variedades avaliadas. Essa variável indica a resistência ou estabilidade da membrana celular aos danos que podem ser ocasionados por uma condição de estresse, a exemplo de combinações de enxerto e porta-enxerto, que por sua vez podem ser compatíveis ou incompatíveis, entretanto os resultados demonstraram não haver diferença entre as cultivares Keitt, Kent, Palmer e Tommy Atkins (Figura 7B).

De acordo com KUMAR (2015) combinações de enxerto e porta-enxerto compatíveis reduzem a quantidade de íons através do extravasamento de eletrólitos, indicando que combinações compatíveis facilita a manutenção das membranas dos tecidos foliares, ou seja, as mantém semipermeáveis, favorecendo o melhor desempenho das plantas. Em contrapartida alta concentração de extravasamento de eletrólitos corresponde a alto índice de danos internos nas células das folhas, demonstrando uma maior sensibilidade a tal condição, que neste caso poderíamos associar a combinações incompatíveis (MODARELLI et al., 2020).

Bayoumi et al. (2021) avaliando a influência do porta-enxerto na produção e qualidade de frutos de pepino, constataram que alguns porta-enxertos ativaram a maior atividade da catalase e reduziu o extravasamento de eletrólitos e associaram esse resultado a uma maior adaptação para a combinação de enxerto e porta-enxerto compatíveis.

Para a atividade da enzima nitrato redutase observou-se que o porta-enxerto Coquinho apresentou maior atividade desta enzima quando associado a cultivar Kent, porém este porta-enxerto não diferiu estatisticamente do porta-enxerto Espada nesta mesma cultivar de enxerto. O porta-enxerto Espada também não diferiu entre as cultivares Keitt e Kent. Ambos os porta-enxertos avaliados apresentaram baixo desempenho para a atividade da enzima nitrato redutase quando combinados com a cultivar Tommy Atkins, conforme apresentado na Figura 8.



Nota: Letras diferentes sob as colunas, minúsculas para cultivares dentro do mesmo porta-enxerto e maiúscula para porta-enxerto dentro da mesma cultivar, indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

Figura 8. Atividade da enzima nitrato redutase em folhas de diferentes cultivares de manga em função do porta-enxerto, UNIVASF, 2020.

Esse resultado observado para o porta-enxerto Coquinho e a cultivar Kent pode estar relacionado com a forte correlação entre o crescimento e desenvolvimento do enxerto, transpiração e condutância hidráulica do porta-enxerto, pois o porta-enxerto pode alterar a translocação do nitrogênio (N) para a parte aérea do enxerto, através do controle do fluxo de água da planta, assim como a união do enxerto também pode influenciar essa translocação de N e até o transporte de reservas de N para as raízes (ATKINSON et al., 2003). O processo de cicatrização na união do enxerto é outro fator que altera localmente a anatomia do xilema, logo todo o sistema hidráulico da planta pode ser afetado refletindo diretamente no movimento de água, hormônios e outros nutrientes como nitrato (NO_3^-) e amônia (NH_4^+) (GONÇALVES et al., 2007; GAMBETTA et al., 2012; ZHANG et al., 2016).

Assim, a combinação porta-enxerto e enxerto que apresentou maior atividade do nitrato redutase ocorreu devido essa maior compatibilidade, uma vez que a NO_3^- , é translocada via xilema para a parte aérea através do fluxo de transpiração, aumentando desta forma a disponibilidade do substrato para a maior atividade desta enzima (TAIZ et al., 2017).

Santos et al. (2021) avaliando a atividade da enzima nitrato redutase da mangueira Palmer cultivada no semiárido, observaram valores de $0,10 \mu\text{mol of NO}_2^- \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ em folhas após a aplicação de PBZ, que é um regulador de crescimento, utilizado para promover a maturação das gemas, potencializando a produção de brotos e constataram ainda que a atividade desta enzima é menor na fase vegetativa do que na fase reprodutiva.

A maior correlação (1,00) foi observada entre a clorofila *b* e *total*, seguidas da clorofila *a* e *total* (0,94) e clorofila *a* e *b* (0,90), no qual pode-se inferir que o aumento do conteúdo de pigmentos de uma clorofila está associado ao aumento da outra, enquanto que a correlação negativa foi constatada para as variáveis clorofila *a* e temperatura foliar (-0,18) e entre a atividade da enzima nitrato redutase e extravasamento de eletrólitos (-0,15), conforme demonstrado na Figura 9.

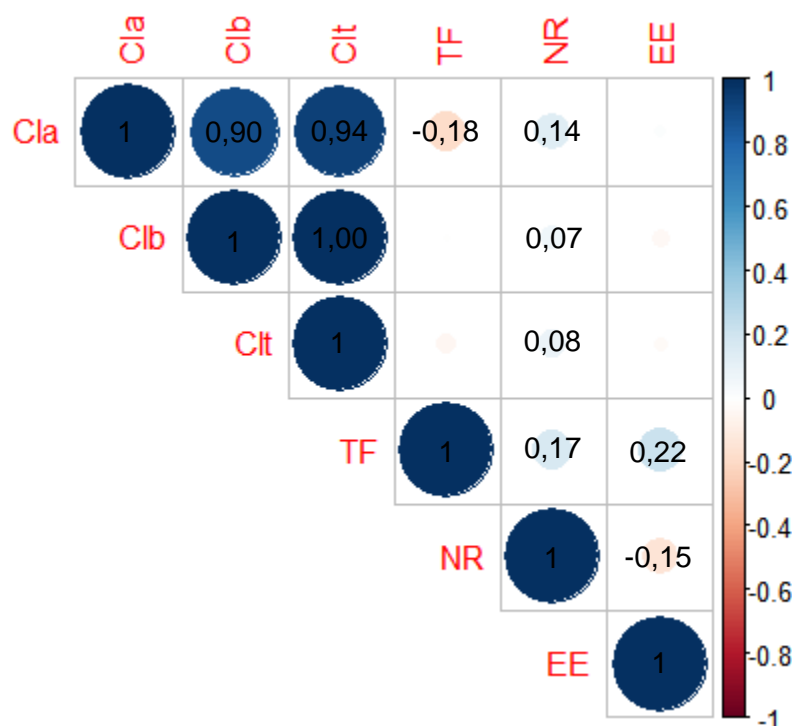


Figura 9. Correlação de Pearson entre as variáveis de clorofila *a* (*Cla*), clorofila *b* (*Clb*) e clorofila *total* (*Clt*), temperatura foliar (TF), atividade da enzima nitrato redutase (NR) e extravasamento de eletrólitos (EE) em folhas de diferentes cultivares de mangueira em função do porta-enxerto, UNIVASF, 2020.

De acordo com Thiesen et al. (2017) quando observamos correlação positiva entre as clorofilas, quer dizer que estas são dependentes uma das outras e que estes

pigmentos fotossintéticos apresentam grande importância na absorção de energia luminosa e transformação em energia química, assim como conversão desta energia em fotoassimilados que são compostos importantes para o crescimento e desenvolvimento dos vegetais, porém a atividade fotossintética é dependente de vários fatores como as condições edafoclimáticas em que as plantas são submetidas.

4 CONCLUSÃO

As cultivares Kent, Keitt e Palmer apresentaram melhor desempenho fotossintético, enquanto que o porta-enxerto Coquinho apresentou maior atividade da enzima nitrato redutase quando associado as Kent e Palmer.

5 REFERÊNCIAS

ALMEIDA, E. I. B.; CELIN, E. F.; FREIRE, A. G.; LACERDA, C. F.; BEZERRA, M. A.; MESQUITA, R. O. Ecofisiologia de mangueiras 'Tommy Atkins' submetidas a diferentes regimes hídricos e disponibilidade de luz. **Revista Agro@ambiente On-line**, v.9, n.3, p.251-260, 2015.

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711–728, 2013.

ATKINSON, C. J.; ELSE, M.; A.; TAYLOR, L.; DOVER, C. J. Root and stem hydraulic conductivity as determinants of growth potential in grafted trees of apple (*Malus pumila* Mill.) **Journal of Experimental Botany**. v.54, n.1, p. 1221-1229, 2003.

BAYOUMI, Y.; ABD-ALKARIM, E.; EL-RAMADY, H.; AIDY, F.; SAMAHY-EL H.; TAHA, N.; PROHENS, J.; RAKHA, M.; Grafting Improves Fruit Yield of Cucumber PLANTS Grown under Combined Heat and Soil Salinity Stresses. **Horticulturae**, v.7, n.61, p.1-14, 2021.

BRANCO, D. K. S.; LIMA, J. E. Comportamento das exportações de manga do Vale Submédio São Francisco: uma abordagem a partir de vetores autorregressivos. **Revista Econômica do Nordeste**. v. 47, n. 4, p. 29-37, 2016.

CORE TEAM. **R: A Language and Environment for Statistical Computing**. R Foundation for Statistical Computing, Viena, 2018.

EI-HENDAWY, S. E.; HU, Y.; SCHIMIDHALTER, U. Growth, ion content, gas exchange, and water relations of wheat genotypes differing in salt tolerances. **Australian Journal of Agricultural Research**, v. 56, n. 2, p. 123-134, 2005.

- FERREIRA, L. G.; JUNIOR, E. N.; VALENTE, J. P.; TÁVORA, C.; FERREIRA, C. B. Avaliação de Métodos de Enxertia para Mangueira e Cajueiro na Baixada Cuibana. **Ensaio e Ciência: C. Biológicas, Agrárias e da Saúde**, v. 20, n. 3, p. 128-132, 2016.
- GAMBETTA, G. A.; MANUCK, C. M.; DRUCKER, S. T.; SHAGHASI, T.; FORT, K.; MATTHEWS, M. A.; WALKER, M. A.; McELRONE, A. J. The relationship between root hydraulics and scion vigour across *Vitis* rootstocks: What role do root aquaporins play? **Journal of Experimental Botany**, v.63, n.1, p.6445-6455, 2012.
- GENÚ, P. J. C.; PINTO, A. C. Q. **A cultura da mangueira**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, p. 454, 2002.
- GONÇALVES, B.; CORREIA, C. M.; SILVA, A. P.; BACELAR, E. A.; SANTOS, A.; FERREIRA, H. PEREIRA, J. M. M. Variation in xylem structure and function in roots and stems of scion-rootstock combinations of sweet cherry tree (*Prunus avium* L.). **Trees**, v.21, n.1, p.121–130, 2007.
- JAHURUL, M. H. A.; Z Aidul, I. S. M.; GHAFoor, K.; AL-JUHAIMI, F. Y.; NYAM, K. L.; NORULAINI, N. A. N.; OMAR, A. M. Mango (*Mangifera indica* L.) by-products and their valuable components: A review. **Food chemistry**, v. 183, n.1, p. 173-180, 2015.
- KIST, B. B. **Anuário Brasileiro da Fruticultura 2021**. Santa Cruz do Sul. Editora Gazeta Santa Cruz, 85 p., 2021.
- KUMAR, P. Improving heavy metal stress tolerance in tomato by grafting. 148 F. **Thesis** (PhD in Horticulture (Cicle XXVII)). University of Tuscia, Viterbo – Italy, 2015.
- LIMA, A. L. S.; DAMATTA, F. M.; PINHEIRO, H. A.; TOTOLA, M. R.; LOUREIRO, M. E. Photochemical responses and oxidative stress in two clones of *Coffea canephora* under water deficit conditions. **Environmental and Experimental Botany**, v.47, n.1, p.239-247, 2002.
- LOPES, P. R. C.; HAJI, F. N. P.; MOREIRA, A. N.; MATTOS, M. A. A. **Normas técnicas e documentos de acompanhamento da Produção Integrada de Manga**. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2003. 72p.
- MACHADO, B. D.; MAGRO, M.; RUFATO, L.; BOGO, A.; KREZTSCHMAR, A. A.; SIMÕES, F. Compatibilidade fenotípica entre cultivares de pereiras europeias e porta-enxertos de marmeleiro. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 45, n. 9, p. 1551-1556, 2015.
- MAJEROWICZ, N.; FRANÇA, M. G. C.; PERES, L. E. P.; MÉDICI, L. O.; FIGUEIREDO, S. A. **Fisiologia Vegetal - Curso Prático**, Âmbito Cultural Edições Ltda., RJ, 2003.
- MODARELLI, G. C.; ROUPHAEL, Y.; PASCALE, S.; ÖZTEKIN, G. B.; TÜZEL, Y.; ORSINI, F.; GIANQUINTO, G. Appraisal of Salt Tolerance under Greenhouse Conditions of a Cucurbitaceae Genetic Repository of Potential Rootstocks and Scions. **Agronomy**, v.10, n.967, p.75-90, 2020.

MOORE, C. E.; HENSOLD, K. M.; LEMONNIER, P.; SLATTERY, R. A.; BENJAMIM, C.; BERNACCHI, C. J.; LAWSON, T.; CAVANAGH, A. The effect of increasing temperature on crop photosynthesis: from enzymes to ecosystems. **Journal of Experimental Botany**, v. 72, n. 8, p.2822–2844, 2021.

NEVES, T. R.; MAYER, N. A.; UENO, B. Graft incompatibility in *Prunus* spp. preceded by SPAD index reduction. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 38, n. 2, p. 635-648, 2017.

PEREIRA, M. C. T.; VIANA, R. C.; CORREA, H. C. T.; NIETSCH, S. Evaluation of grafting methods in mango trees. In: **VII International Mango Symposium 645**. 2002. p. 679-683.

SAMPAIO, B. É. O.; CASSUNDÉ, F. R. S. A.; CASSUNDÉ JUNIOR, N. F. Mangicultura e Vale das Frutas: Quais as Contribuições Científicas da Engenharia de Produção?. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v.10, n.1, p. 9-32, 2017.

SANTOS, A. J. S. 2019. 79 f. Caracterização da atividade da redutase do nitrato em mangueira cv. Palmer cultivada no Vale do São Francisco. **Dissertação** (Mestrado em Agronomia) – Programa de pós-graduação em Agronomia - Produção vegetal, Universidade Federal do Vale do São Francisco, Petrolina – PE, 2019.

SANTOS, A. J. S.; PAIVA NETO, V. B.; SANCHES, L. G.; CARREIRO, D. A.; PEREIRA, M. P. M.; BORGES, M. C. R. Z.; SANTOS, S. E. R.; CAVALCANTE, I. H. L. Nitrate reductase activity in the different phenophases of ‘palmer’ mango cultivated in the semiarid. **Journal of Applied Botany and Food Quality**, v.94, n.1, p. 192 – 198, 2021.

SANTOS, M. G. F. M.; TAVARES, J. C.; LUCENA, I. H. C.; CARDOSO, G. D.; DI GALVANINI, F. Desenvolvimento de três cultivares de mangueira sobre quatro porta-enxertos em Ipanguaçu (RN). **Revista de Ciências Agrárias Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences**, v. 46, n.1, p.133-142, 2006.

SOUSA, M. C. Qualidade de Mudanças de Laranjeira ‘Pêra’ Interenxertadas por Tecidos de Plântulas Nucelulares sobre o Porta-Enxerto ‘Flying Dragon’. 2015, 86 f. **Dissertação** (Mestrado em Produção Vegetal). Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias, Campos Goyatacazes, 2015.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY A. **Plant physiology and development**. 6. ed. Sunderland: Sinauer Associates; 2017.

THIESEN, L. A.; PINHEIRO, M. V.; HOLZ, E.; FONTANA, D. C.; SANTOS, J.; Pearson correlation between photosintetizant pigments and phytomass of plants of *Aloysia triphylla*. **Journal of Environmental Analysis and Progress**, v.2, n.3, 249-257, 2017.

WEI, T.; SIMKO, V. R. Package "corrplot": visualization of a correlation matrix (Version 0.84). 2017.

ZARROUK, O.; GOGORCENA, Y.; MORENO, M. A. Graft compatibility between peach cultivars and Prunus rootstocks. **HortScience**, v. 41, n. 6, p. 1389-1394, 2006.

ZHANG, L.; MARGUERIT, E.; ROSSDEUTSCH, L.; OLLAT, N.; GAMBETTA, G. A. The influence of grapevine rootstocks on scion growth and drought resistance. **Theoretical and Experimental plant Physiology**, v.28, n.1, p. 143-157, 2016.