

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

LÍVIA PEREIRA LICO

MORFOLOGIA DA FOLHA E RESPOSTAS FISIOLÓGICAS DE SEIS CULTIVARES DE
PERSEA AMERICANA MILL (ABACATEIRO)

Monte Carmelo

2023

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
LÍVIA PEREIRA LICO

MORFOLOGIA DA FOLHA E RESPOSTAS FISIOLÓGICAS DE SEIS CULTIVARES DE
PERSEA AMERICANA MILL (ABACATEIRO)

Trabalho de Conclusão apresentado ao curso de Agronomia da Universidade Federal de Uberlândia, Campus Monte Carmelo, como requisito necessário para a obtenção do grau de Engenheira Agrônoma.

Orientadora: Profa. Dra. Adriana Tiemi Nakamura.
Coorientador: Prof. Dr. Edson Simão.

Monte Carmelo

2023

LÍVIA PEREIRA LICO

MORFOLOGIA DA FOLHA E RESPOSTAS FISIOLÓGICAS DE SEIS CULTIVARES DE
PERSEA AMERICANA MILL (ABACATEIRO)

Trabalho de Conclusão apresentado ao curso de
Agronomia da Universidade Federal de
Uberlândia, Campus Monte Carmelo, como
requisito necessário para a obtenção do grau de
Engenheiro Agrônomo.

Monte Carmelo, 29 de junho de 2023.

Banca Examinadora

Profa. Dra. Adriana Tiemi Nakamura
Orientador (a)

Profa. Dra. Ângela Cristina Bieras
Membro da Banca

Profa. Dra. Jacqueline Bonfim e Cândido
Membro da Banca

Monte Carmelo

2023

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer primeiramente a Deus, pela conclusão da minha faculdade.

Gostaria de agradecer a Nossa Senhora da Lapa pela minha jornada acadêmica e pela conclusão da mesma.

Agradeço aos meus pais Magno e Adriana por estarem ao meu lado em mais uma etapa importante de minha vida e por jamais medirem esforços na minha criação. Se hoje sou essa mulher batalhadora é graças a vocês.

Agradeço as minhas irmãs Luíza e Luana por sempre estarem ao meu lado, essa conquista é nossa.

Agradeço ao meu namorado Charlys, por todo apoio e companheirismo durante a minha jornada acadêmica.

Agradeço a minha amiga Isabel, por toda parceria desde o nosso primeiro dia de aula até o último. Nós conseguimos!

Agradeço aos meus amigos que fiz durante o período de graduação, todos vocês foram essenciais para a conclusão desta conquista.

Gostaria de agradecer aos meus orientadores Edson Simão e Adriana Tiemi Nakamura por jamais medirem esforços para me auxiliar durante a jornada acadêmica.

Agradeço ao produtor Wanderley Kiyoshi Mamossi pela disponibilidade da área para a execução do trabalho.

Agradeço as pessoas que de forma direta ou indireta colaboraram na minha formação e na conclusão do curso de agronomia.

Agradeço a Universidade Federal de Uberlândia – Campus Monte Carmelo por me permitir concluir a Graduação em Agronomia usufruindo de toda infraestrutura e recursos Humanos (servidores docentes e técnicos administrativos) que executam suas atividades com maestria e excelência.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	6
2 OBJETIVO	8
3 REFERENCIAL TEÓRICO	9
4 MATERIAL E MÉTODOS	11
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	14
6 CONCLUSÃO.....	23
REFERÊNCIAS	24

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo descrever e comparar a morfofisiologia foliar de seis cultivares de abacateiro produzidas no distrito de Celso Bueno (Monte Carmelo-MG) e verificar caracteres de adaptação ao bioma cerrado e caracteres relevantes para estudos fitotécnicos e manejo das cultivares. Folhas em dois estádios de desenvolvimento, jovens e totalmente expandidas, das cultivares Breda, Fortuna, Geada, Hass, Margarida e Ouro Verde foram coletadas e processadas no Laboratório de Botânica da Universidade Federal de Uberlândia, Campus Monte Carmelo. A estatística dos dados de anatomia e fisiologia foi realizada no programa GENES, utilizando os Testes de Scott e Knott e Tukey ao nível de 5% de significância. Os resultados demonstraram que as folhas das seis cultivares de abacateiro são semelhantes mas o formato da folha, sua base e ápice podem variar e esses caracteres podem ser utilizados para identificação das cultivares. Sugere-se que esta característica esteja relacionada ao crescimento acentuado dos ramos pela intensidade luminosa resultando em auto-sombreamento e necessidade de expansão foliar. Outra característica ímpar, a presença de tricomas tectores, foi verificada somente na cultivar Margarida, em folhas jovens e pode estar relacionada à defesa contra a perda de água pela planta, podendo esta cultivar ser considerada mais sensível à perda de água que as demais cultivares estudadas. Os dados estatísticos mostraram que a área foliar de Margarida e Ouro Verde são maiores que as demais cultivares, embora a densidade estomática seja igual.

Palavras-Chave: Lauraceae; abaticultura; cerrado; fitotecnia.

1 INTRODUÇÃO

A espécie *Persea americana* Mill., conhecida como abacate, é um representante de Lauraceae, família que inclui aproximadamente 91 gêneros e 2.858 espécies (STEVENS, 2017). É nativa da América Central sendo mundialmente conhecida e amplamente cultivada em diversas regiões do mundo (BARBIERI *et al.*, 2023). Quando de origem seminal, a plantapode atingir até 20 metros de altura. A copa pode ser ereta ou espalhada com tendência dos ramos inferiores para o solo. As folhas são perenes, entretanto, são conhecidas algumas cultivares que podem apresentar a característica de trocar de folhas antes do período de floração. Morfológicamente, as folhas são inteiras, de filotaxia alterna, curto- pecioladas variando entre 10 a 30 cm de comprimento e formato diverso, podendo ser largamente ovaladas a lanceoladas (DUARTE, 1998).

A espécie apresenta diversas cultivares que se diferenciam pelos aspectos morfológico e fisiológico dos frutos, tempo de prateleira, coloração e tamanho da semente, destacando-se as cultivares Quintal, Fortuna, Geada e Margarida (CORREIA *et al.*, 2010). Em 2016, as cultivares Geada e Fortuna receberam destaques nas comercializações (AGRIANUAL, 2017). As cultivares tem características morfológicas de porte da planta, folhae frutos específicas que são importantes na sua distinção e identificação (ZAMBON *et al.*, 2018).

Em relação à anatomia foliar, estudos que utilizam a anatomia como ferramenta para a compreensão da fisiologia e comportamento da planta vem ganhando espaço dentro da Agronomia. Alguns exemplos, são os estudos realizados com as cultivares “Hass” (avocado) e “Fuerte”, avaliando a anatomia foliar quantitativa, associada ao stress hídrico (CHARTZOULAKISA *et al.*, 2002) e outros analisam a condutividade do xilema (REYES-SANTAMARÍA *et al.*, 2002; FASSIO *et al.*, 2009).

O desenvolvimento vegetativo e reprodutivo do abacateiro é diretamente proporcional à disponibilidade de água (SAMPAIO & GONÇALVES, 2022), e outros aspectos como solo e a nutrição também são essenciais para o desenvolvimento da planta (SAMPAIO; GONÇALVES, 2022).

O aumento do consumo do abacate vem justificando o aumento na produção do fruto. O mercado externo do abacate tem crescido devido aos avanços nas tecnologias de pós- colheita, reduções de barreiras comerciais, forte demanda pelo consumo baseado na divulgação dos benefícios na saúde, além do aumento de áreas e incentivos em países produtores (BARBIERI

et al., 2023). Esta demanda se justifica pelas características de valor nutritivo, vitamínico, teor proteico e de óleo do fruto do abacate. Inclusive, o fruto vem sendo utilizado como matéria prima na produção de azeite (OLIVEIRA *et al.*, 2018).

A produção mundial de abacate está concentrada na América e na Ásia (PRODUÇÃO..., 2023), sendo o México o maior produtor mundial do fruto. O Brasil é o sétimo produtor mundial com uma produção de 243,0 mil toneladas (PARANÁ, 2022). No Brasil, a cultura do abacate apresentou índices de aumento de cultivo e o estado de Minas Gerais é o segundo maior produtor do fruto no país (PEREIRA, 2015; PREÇO ..., 2017) produzindo 15.780Kg/ha em 2021 (GONÇALVES *et al.*, 2023)

A região de Monte Carmelo está inserida dentro do bioma cerrado, onde a cultura do abacate apresenta grandes possibilidades de expansão, pois condições de temperatura e umidade podem favorecer seu desenvolvimento (GONÇALVES, 2018). Poucas são as cultivares exploradas no cerrado e por isso, a comercialização do produto ocorre num período estreito, embora o abacate permita a seleção de cultivares com possibilidade de escalonamento de produção durante todo o ano (EMBRAPA., 2003).

Neste contexto, estudos de morfologia foliar auxiliam no levantamento de informações que podem ser utilizados no cultivo de abacate na região do cerrado mineiro. O estudo pormenorizado da folha, que é o órgão mais plástico da planta, pode revelar nuances de adaptação da planta ao ambiente cerrado. Informações como presença de cera, cutícula e tricomas protegem a folha contra o aquecimento e a radiação excessiva decorrentes das altas luminosidades que predominam no bioma cerrado (COUTINHO, 2002). Além disso, a presença dessas camadas lipídicas da epiderme foliar e dos tricomas reduzem a transpiração foliar, limitando a perda de água, ainda que não estejam sujeitas ao stress hídrico severo, conforme foi verificado por Bieras e Sajo (2009) em eudicotiledôneas do cerrado.

A região do cerrado caracteriza-se por solos de baixa fertilidade (HARIDASAN, 1987) entretanto vem se destacando na produção do fruto, principalmente na região de Monte Carmelo. Estudos básicos como a morfologia e anatomia das folhas, que ilustrem as características para a adaptação do abacateiro ao cerrado mineiro, são importantes para auxiliar na tomada de decisões em relação ao manejo da cultura.

Assim, neste estudo o objetivo foi realizar uma descrição e comparação da morfofisiologia foliar de seis cultivares de abacateiro produzidas no distrito de Celso Bueno (Monte Carmelo-MG) e verificar caracteres de adaptação ao bioma cerrado e caracteres relevantes para estudos fitotécnicos e manejo das cultivares.

2 OBJETIVO

O presente trabalho teve como objetivo descrever e comparar a morfofisiologia foliar de seis cultivares de abacateiro produzidas no distrito de Celso Bueno (Monte Carmelo-MG) e verificar caracteres de adaptação ao bioma cerrado e caracteres relevantes para estudos fitotécnicos e manejo das cultivares.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

Representante de Lauraceae, *Persea americana* Mill., é uma espécie arborea que apresenta um bom desenvolvimento em regiões tropicais e subtropicais. Possui um porte médio-alto que pode variar de 12 a 25 metros. Seu caule é cilíndrico e lenhoso com coloração cinza escuro. As folhas são classificadas como incompletas, pois não apresenta estípulas, curto-pecioladas e de filotaxia alterna. O seu formato e coloração variam entre as cultivares da espécie (TEIXEIRA, 1995).

As flores do abacateiro são hermafroditas e apresentam dicogamia protogínica, que é quando o gineceu (conjunto de carpelos, parte feminina) tem a maturação antes do androceu (conjunto de estames, verticilo masculino) (KOLLER, 1992). Por conta dessa característica, as flores se classificam em dois grupos distintos, Grupo A, onde são encaixadas as plantas cujas flores tem a primeira abertura no período da manhã com o gineceu maduro e estigma receptivo, e segunda abertura, na tarde do dia seguinte, quando ocorre a dispersão dos pólenes. As cultivares pertencentes ao grupo B tem a primeira abertura das flores no período da tarde, e a segunda abertura acontece na manhã do dia seguinte. Para garantir uma polinização eficaz, o pomar deve ter as cultivares dos dois grupos florais.

Comercialmente o abacate é representado por raças: Antilhana - *P. americana* var. americana; Guatemalense ou guatemalteca - *P. nubigena* var. guatemalensis; e Mexicana - *Persea americana* var. drymifolia (ALMEIDA, 2022). As raças de abacate apresentam características foliares bastante peculiares. Sendo assim, a folhagem da raça Antilhana possui ausência de odor de anis e coloração em tom de verde claro. As folhas representantes da raça Guatemalense possui odor de anis e a raça Mexicana possui a folhagem com ausência do odor de anis e coloração em tom de verde escuro (DUARTE, 1998).

Outras características das raças são citadas por Almeida (2022) como a origem, atributos do fruto e da semente, conteúdo de óleo da polpa, época de amadurecimento do fruto, período de florescimento e resistência ao frio.

A abaticultura é representada por diversas cultivares que se diferenciam pela época de floração e frutificação. Os frutos podem ser utilizados para identificação e distinção das cultivares, porém, são observados em um curto período do ano. As folhas são perenes, embora ocorra a deiscência foliar antes do período de floração para algumas cultivares, mas no geral, a identificação utilizando a morfologia das folhas, que é um órgão observado em grande partedo tempo junto ao caule, é facilitada (EMBRAPA, 1998).

Embora a temperatura e a umidade podem intervir na produtividade da cultura (GONÇALVES, 2018), no Brasil, as cultivares Breda, Fortuna, Geada, Margarida e Quintal, a cultivar Hass (avocado - a preferida para exportação) tem sido escolhida para expansão do cultivo pelos produtores da região Sudeste e também no Sul do Brasil (AGRIANUAL, 2017). Breda é uma cultivar que pertence ao grupo floral A, híbrido antilhano-guatemalense, que possui o fruto com formato piriforme/elíptico sem formação de “pescoço” (WATANABE, 2013, citado por ALMEIDA, 2015), a coloração do pericarpo é verde-brilhante, com mesocarpo de polpa amarelada. O peso dos frutos variam de 400 a 600 g e a época da colheita é do mês de agosto até o mês de novembro (ZAMBON *et al.*, 2018)

Fortuna é uma cultivar que pertence ao grupo floral A, híbrido antilhano, que possui os frutos grandes e com formato piriforme com o peso variável entre 600 e 1000 g. O pericarpo é liso e verde escuro e mesocarpo amarelo (KOLLER, 1992). A colheita acontece nos meses de maio a agosto (ZAMBON *et al.*, 2018).

Geada é uma cultivar que pertence ao grupo floral B, híbrido antilhano. O fruto pode ser piriforme a ovalado. Apresenta a maturação precoce (TEIXEIRA, 1995; KOLLER, 1992). A colheita é no mês de janeiro e pode se estender até o mês de fevereiro (ZAMBON *et al.*, 2018).

Margarida é uma cultivar que pertence ao grupo floral B, híbrido antilhano-guatemalense. Os frutos são redondos e a casca é rugosa (KOLLER, 1992). É uma cultivar tolerante ao transporte por longas distâncias (BONELLA, 2013) A colheita é realizada do mês de outubro ao mês de dezembro (ZAMBON *et al.*, 2018). Uma característica peculiar das folhas desta cultivar é que as folhas jovens são arroxeadas, típicas da raça Guatemalense (KOLLER, 2002 citado por ALMEIDA, 2022).

Hass é uma cultivar preferida pelo mercado externo (ALMEIDA, 2022) e pertencente ao grupo floral A, híbrido guatemalense-mexicano. O fruto é arredondado, que ao amadurecer tem a coloração da casca escurecida. O peso do fruto pode variar entre 149 e 300 g e apesar de ser pequeno, é muito valorizado no mercado devido a alta concentração de lipídeos (MICKELBART *et al.*, 2007; CRIZEL, 2008). A colheita acontece nos meses de junho a setembro (ZAMBON *et al.*, 2018).

Ouro Verde é uma cultivar pertencente ao grupo floral A, híbrido antilhano-guatemalense. O fruto é elíptico com peso variando entre 500 a 700 g. A casca é verde-escuro-brilhante e a polpa, amarelada. A colheita se dá nos meses de julho a setembro (ZAMBON *et al.*, 2018).

4 MATERIAL E MÉTODOS

Na região de Monte Carmelo, mais especificamente no Distrito de Celso Bueno, o abacateiro vem sendo produzido em área irrigada, por exemplo, na Fazenda Platão ($18^{\circ} 54' 23''$ S / $47^{\circ} 23' 67''$ W) (Figura 1). Seis cultivares são desenvolvidas na fazenda: Breda, Fortuna, Geada, Hass, Margarida e Ouro Verde (Tabela 1), as quais são objetos deste estudo.

Figura 1 - Foto aérea da área da Fazenda Platão, distrito de Celso Bueno.



Fonte: Google Earth, 2023.

Tabela 1 - Características das seis cultivares de abacate cultivadas na Fazenda Platão.¹

Cultivar	Raça	Grupo Floral	Formato do fruto	Peso do fruto (g)	Época de colheita	Época de colheita Faz. Platão**
Breda	Antilhano-guatemalense	A	Elíptico	400-600	Ago -Nov	Abr
Fortuna	Antilhana	A	Piriforme	600-1000	Mai - Ago	Final de fev
Geadá	Antilhana	B	Piriforme/ovalado sem pescoço	600-750	Jan - Fev	Dez
Hass	Guatemalense-mexicana	A	Redondo de casca rugosa	149-300	Jun - Set	Abr
Margarida	Antilhano-guatemalense	B	Arredondado	600-750	Out - Dez	Mar
Ouro Verde	Antilhano-guatemalense	A	Elíptico	500-700	Jul - Set	Mar

Fonte: A própria autora conforme informações de Valdir Faustino – Técnico agrícola e funcionário da Fazenda Platão. O início da época de colheita pode variar de acordo com temperatura, umidade e época de floração.

Para o presente estudo, o ensaio experimental utilizado foi o Delineamento em Blocos ao Acaso (DBC) com 6 tratamentos e 4 blocos, com total de 24 parcelas experimentais. Os tratamentos foram constituídos pelas cultivares de *Persea americana* Will.: Breda (B), Fortuna (F), Geadá (G), Hass (H), Margarida (M) e Ouro Verde (O), coletadas no dia 13 de outubro de 2022 na Fazenda Platão. Os blocos foram constituídos pelos pontos cardeais em que cada folha estava posicionada na planta, respectivamente: Leste, Oeste, Norte e Sul.

A parcela experimental foi constituída por três plantas, sendo coletados oito folhas por planta para os estudos morfológicos e anatômicos. Para o estudo morfológico foram analisadas, quatro folhas totalmente expandidas (maduras) de cada cultivar, seguindo a classificação propostas por Ellis *et al.* (2002) e Leaf Architecture Working Group (1999). As folhas foram identificadas através de uma numeração e escaneadas e os dados obtidos foram posteriormente tabulados.

Para os estudos anatômicos, avaliou-se quatro folhas totalmente expandidas e quatro folhas jovens de cada cultivar. As amostras da região central das folhas foram fixadas em FNT (formalina neutratamponada) (LILLIE, 1948 apud CLARK, 1981) e conservadas em álcool 70%. Foram realizadas secções paradérmicas das face adaxial e abaxial das folhas e secções transversais com auxílio de lâminade barbear. Para as secções transversais, as secções foram clarificadas em hipoclorito de sódio a 20%, passadas três vezes em água acética a 1% e lavadas em água destilada até o cheiro de ácido acético ser extintos. Para todos os cortes, paradérmico

¹ Época de colheita e peso do fruto podem variar de acordo com a localidade do pomar e tratamentos culturais.

e transversal, os fragmentos foram corados com Azul de Toluidina O (O'BRIEN *et al.*, 1964). e montados entre lâmina e lamínula em água glicerinada.

Todo o material produzido em forma de lâminas foi fotografado em microscópio trinocular, Motic Modelo BA310, com capturador de imagens AxioCam ERc 5s acoplado, com auxílio do programa Zeiss.

Em campo, foram avaliados os seguintes parâmetros ambientais: Temperatura do ar próximo a folha utilizando um Termo Hidro Anemômetro Luxímetro Digital Lm 8000. Na planta, foram coletadas as seguintes medidas: Temperatura da folha (Termômetro digital infravermelho- Minipa) e teor de clorofila em unidades de SPAD (com auxílio de um aparelho SPAD-502 Plus Medidor de Clorofila). Para cada planta de cada cultivar foram amostrados quatro ramos localizados na porção inferior do dossel e dispostos um em cada ponto cardeal da planta. A folha avaliada foi a do segundo nó a partir do ápice do ramo. O ramo escolhido foi aquele que apresentou a folha do nó indicado completamente expandida. As folhas jovens foram coletadas no mesmo ramo, no nó apical acima do nó em que foram coletadas as folhas expandidas. Foram selecionadas as folhas expandidas jovens que estavam íntegras.

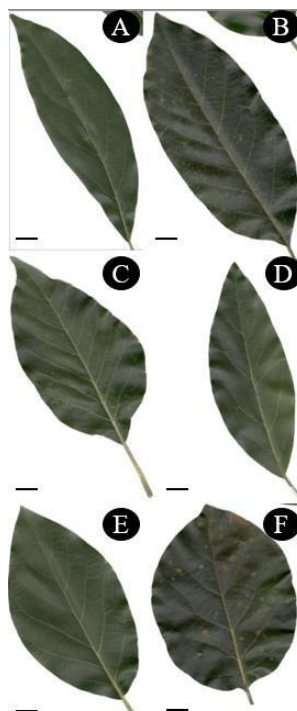
A estatística foi realizada no programa GENES, utilizando os Testes de Scott e Knotte Tukey ao nível de 5% de significância. Foram rodados os dados da temperatura foliar, temperatura do ar e SPAD, anotados no dia da coleta das folhas, além da análise de densidade estomática e a espessura foliar. Já a área foliar foi medida no programa Image J. Somente as folhas totalmente expandidas foram medidas. Após rodar os dados, foram confeccionadas tabelas com as médias totais de cada cultivar e de cada ponto cardeal.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Quanto ao tamanho da lâmina, todas são classificadas como mesófilas pois apresentam área foliar de 4.500 a 18.225 mm² (Figura 2 e Tabela 8) (LEAF ARCHITECTURE WORKING GROUP, 1999).

A forma das folhas varia de elíptica Breda (Figura 2 A), Margarida (Figura 2 E), Hass (Figura 2 D); oblonga - Fortuna (Figura 2 B); ovada - Geada (Figura 2 C) a orbiculada - Ouro Verde (Figura 2 F). Sobre a base, o tipo predominante é convexo, observados em Fortuna (Figura 2 B), Geada (Figura 2 C) e Margarida (Figura 2 E); sendo que o tipo cuneado é verificado para Breda (Figura 2 A) e Hass (Figura 2 D); já Ouro Verde (Figura 2 F), verifica-se a base do tipo redondo. O ápice é do tipo agudo para todas as cultivares exceto para Ouro Verde, que apresenta o ápice convexo (Figuras 2 C), conforme classificação de Ellis *et al.* (2002). Essas características podem ser utilizadas para identificação das cultivares em campo, embora sejam cultivares da mesma espécie, nuances do formato da folha, base e ápice prestam para tal informação.

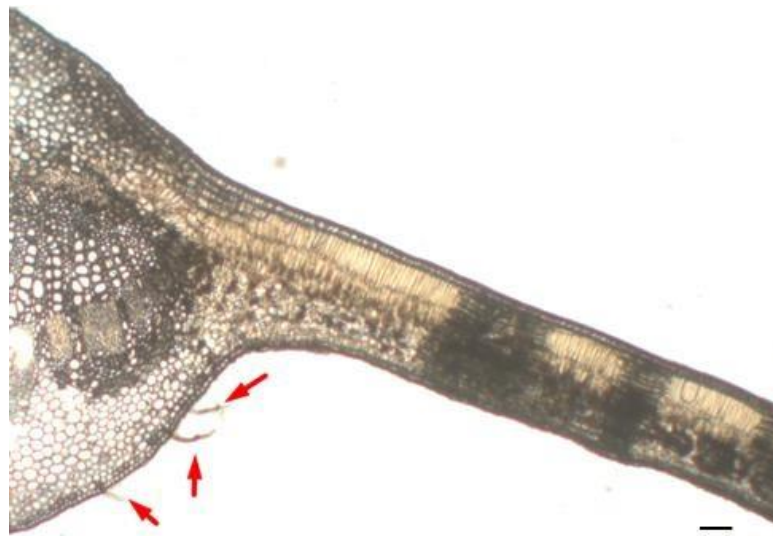
Figura 2 - Características morfológicas de folhas totalmente expandidas das seis cultivares de abacate. A: Breda; B: Fortuna; C: Geada; D: Hass; E: Margarida e F: Ouro Verde. Escala: 100 µm.



Fonte: A própria autora, 2023.

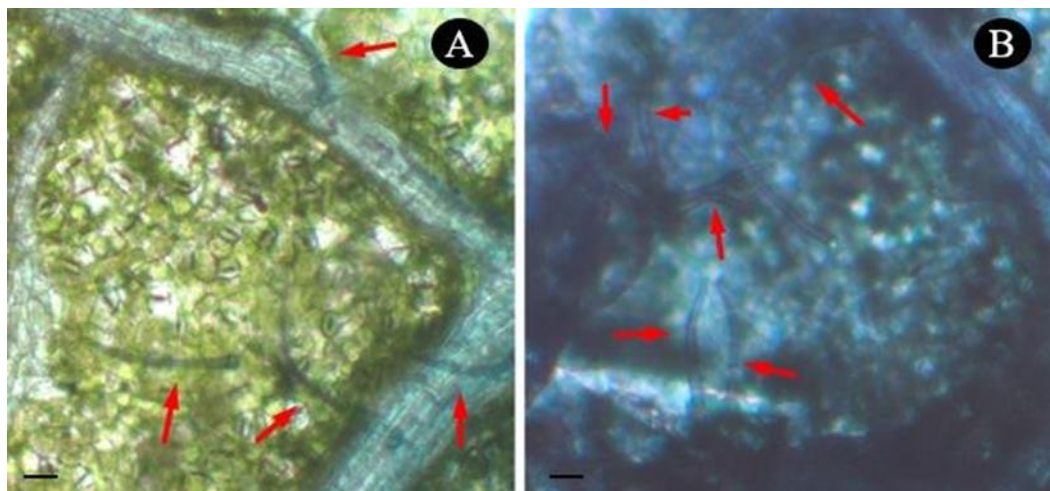
Anatomicamente, as folhas das cultivares de abacateiro evidenciaram um padrão, glabras, com epiderme unisseriada de cutícula delgada. Na cultivar Margarida, entretanto, foram observados tricomas tectores na folha jovem (Figuras 3; 4) que podem estar atuando na redução da transpiração foliar, limitando a perda de água (BICKFORD, 2016), entretanto, esses tricomas são caducos na maturidade foliar. As folhas são hipoestomáticas e os aparelhos estomáticos são do tipo paracítico (Figura 5).

Figura 3 - Secção transversal da folha jovem de abacateiro, cultivar Margarida, evidenciando tricomas tectores (setas). Escala: 100 μ m.



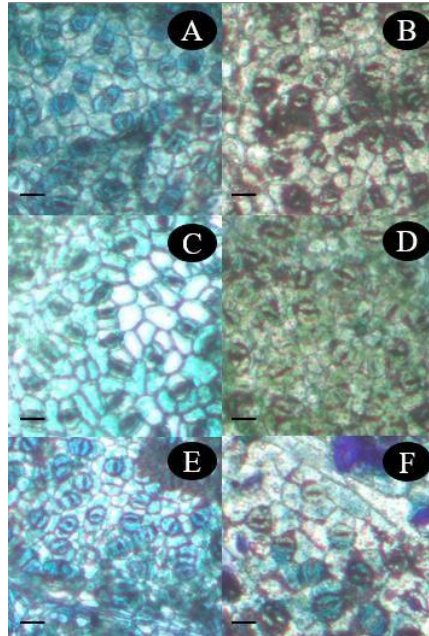
Fonte: A própria autora, 2023.

Figura 4 - Presença de tricomas (setas) em folhas jovens da cultivar Margarida. A: Cortesem a coloração com azul de toluidina; B: Corte corado com azul de toluidina. Escala: 100 μ m.



Fonte: A própria autora, 2023.

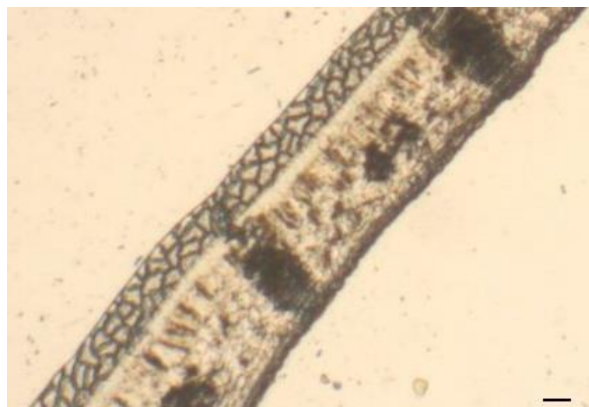
Figura 5 - Face abaxial das folhas de *P. americana* evidenciando os estomâtos das seis cultivares de abacate. A: Breda; B: Fortuna; C: Geada, D: Margarida; E: Hass e F: Ouro Verde. Escala: 100 μ m.



Fonte: A própria autora, 2023.

O mesofilo é dorsiventral composto por duas camadas de parenquima clorofiliano paliçádico e de seis a sete camadas de células de parênquima clorofiliano lacunoso. Na região da nervura central, a epiderme permanece unisseriada com redução do tamanho das células ordinárias. Logo abaixo da epiderme em ambas as faces observam-se colenquima anelar e parenquima fundamental. O sistema vascular é formado por feixes vasculares do tipo colateral com parenquima estreito entre os feixes (Figura 6).

Figura 6 - Mesofilo dorsiventral de *P. americana*. Escala: 100 μ m



Fonte: A própria autora, 2023.

A densidade estomática das folhas das seis cultivares não variou significativamente quando observados os pontos cardeais (Tabela 2). Em relação às cultivares, somente no ponto cardinal norte a cultivar Ouro Verde apresentou média inferior às demais cultivares (Tabela 2).

Tabela 2 - Análise de variância de médias das densidades estomáticas de seis cultivares de abacate comparando os pontos cardeais.²

Pontos Cardeais	Densidade Estomática							Média Total
	Cultivares							
	Geada	Fortuna	Margarida	Breda	Ouro Verde	Hass		
Leste	21,67 A a	16,33 A a	16,67 A a	19,67 A a	15,67 A a	20,67 A a	16,67	
Oeste	22 A a	16 A a	17,67 A a	16,67 A a	20 A a	15 A a	17,17	
Norte	22,67 A a	19,33 A a	20 A a	19 A a	13 A b	20,33 A a	19,33	
Sul	19 A a	21,33 A a	20 A a	18 A a	15 A a	19 A a	19	
Média Total	21,835	16,33	17,67	18,5	15,335	19,665		

Fonte: A própria autora, 2023.

Quanto à espessura das folhas, verificou-se que não houve diferença significativa nem nos pontos cardeais e nem entre as cultivares analisadas (Tabela 3).

Tabela 3 - Análise de variância de médias das espessuras das folhas de seis cultivares de abacate.³

Pontos Cardeais	Espessura Foliar							Média Total
	Cultivares							
	Geada	Fortuna	Margarida	Breda	Ouro Verde	Hass		
Leste	0,13 A a	0,12 A a	0,13 A a	0,13 A a	0,12 A a	0,11 A a	0,125	
Oeste	0,15 A a	0,18 A a	0,16 A a	0,13 A a	0,13 A a	0,15 A a	0,15	
Norte	0,11 A a	0,11 A a	0,1 A a	0,17 A a	0,17 A a	0,18 A a	0,11	
Sul	0,18 A a	0,18 A a	0,22 A a	0,17 A a	0,12 A a	0,13 A a	0,175	
Média Total	0,13	0,12	0,13	0,13	0,125	0,14		

Fonte: A própria autora, 2023.

² Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na horizontal indicando o ambiente não difere significativamente entre si pelo Teste de Scott e Knott ao nível de 5% de probabilidade. Médias seguidas pela mesma letra minúscula na horizontal indicando o genótipo não difere significativamente entre si pelo Teste de Scott e Knott ao nível de 5% de probabilidade.

³ Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na horizontal indicando o ambiente não difere significativamente entre si pelo Teste de Scott e Knott ao nível de 5% de probabilidade. Médias seguidas pela mesma letra minúscula na horizontal indicando o genótipo não difere significativamente entre si pelo Teste de Scott e Knott ao nível de 5% de probabilidade.

A temperatura média foliar (Tabela 4) em relação aos pontos cardeais não apresentou diferença significativa para as cultivares. Já em relação às cultivares, as médias diferem estatisticamente. No ponto cardinal Oeste, as médias das cultivares Geada, Margarida e Breda são inferiores às médias das demais cultivares. Já no ponto cardinal Norte, as médias das cultivares Geada e Breda são inferiores às médias das demais cultivares e no ponto cardinal Sul, as médias das cultivares Ouro Verde e Hass são superiores às demais médias, considerando o Teste de Scott e Knott a uma probabilidade de 5%.

Tabela 4 - Análise de variância de médias das temperaturas das folhas de seis cultivares de abacate.⁴

Pontos Cardeais	Temperatura Foliar							
	Cultivares							
	Geada	Fortuna	Margarida	Breda	Ouro Verde	Hass		Média Total
Leste	26,83 A a	28,07 A a	27,83 A a	27,57 A a	30,33 A A	30,07 A a		28,45
Oeste	24,53 A b	29,40 A a	27,07 A b	26,20 A b	30,07 A A	30,20 A a		27,91
Norte	24,87 A b	29,57 A a	28,40 A a	25,93 A b	31,23 A A	31,37 A a		28,56
Sul	26,70 A b	27,13 A b	27,60 A b	26,13 A b	30,00 A A	29,60 A a		27,86
Média Total	25,73	28,54	27,73	26,46	30,41	30,31		

Fonte: A própria autora, 2023

As temperaturas médias do ar (Tabela 5) também não apresentaram diferenças significativas para as cultivares em relação aos pontos cardeais, exceto no ponto Leste para Geada, que foi inferior às demais médias.

⁴ Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na horizontal indicando o ambiente não difere significativamente entre si pelo Teste de Scott e Knott ao nível de 5% de probabilidade.

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na horizontal indicando que a temperatura média entre as cultivares não difere significativamente entre si pelo Teste de Scott e Knott ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 5 - Análise de variância de médias das temperaturas do ar próxima a folha no dia da coleta das folhas para seis cultivares de abacate.⁵

Pontos Cardeais	Temperatura do Ar							Média Total
	Cultivares							
	Geada	Fortuna	Margarida	Breda	Ouro Verde	Hass		
Leste	14,37B b	30,53A a	31,23A a	30,5A a	31,6A a	31,93A a	30,53	
Oeste	28,8A b	30,4A b	30A b	31,2A b	32,37A a	33,23A a	30,4	
Norte	28,7A c	31,06A b	29,83A c	31A b	32,33A a	33,27A a	31	
Sul	29,57A b	30,7A b	30,93A b	31,03A b	31,83A a	33,07A a	30,93	
Média Total	28,7	30,53	30	31	32,08	33,15		

Fonte: A própria autora, 2023.

Com relação ao teor de clorofila mensuradas por unidades de SPAD (Tabela 6), observa-se que os pontos cardeais leste e sul para a cultivar Geada apresentaram teores estatisticamente inferiores. Em relação às cultivares, nos pontos cardeais leste e oeste Ouro Verde e Hass atingiram as maiores médias de teor de SPAD. No ponto cardeal norte, a cultivar Ouro Verde apresentou a maior média, seguida da cultivar Hass que apresentou média superior às demais cultivares considerando o Teste de Scott e Knott a uma probabilidade de 5%.

Tabela 6 - Análise de variância de médias de teor de clorofila (unidades de SPAD) para seis cultivares de abacateiro.⁶

Pontos Cardeais	SPAD							Média Total
	Cultivares							
	Geada	Fortuna	Margarida	Breda	Ouro Verde	Hass		
Leste	43,7B b	46,8A b	49,53A b	49,17A b	61,83A a	56,87A a	49,17	
Oeste	48,2A b	47,73A b	48,67A b	48,17A b	60,47A a	54,23A a	48,2	
Norte	51,73A c	45,23A c	47,87A c	49,67A c	65,5A a	57,07A b	49,67	
Sul	43,7B b	47,1A b	49,37A b	49,43A b	64,9A a	49,97A b	49,37	
Média Total	45,95	46,8	48,67	49,17	61,83	55,55		

Fonte: A própria autora, 2023.

⁵ Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na horizontal indicando o ambiente não difere significativamente entre si pelo Teste de Scott e Knott ao nível de 5% de probabilidade. Médias seguidas pela mesma letra minúscula na horizontal indicando o genótipo não difere significativamente entre si pelo Teste de Scott e Knott ao nível de 5% de probabilidade.

⁶ Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na horizontal indicando o ambiente não difere significativamente entre si pelo Teste de Scott e Knott ao nível de 5% de probabilidade. Médias seguidas pela mesma letra minúscula na horizontal indicando o genótipo não difere significativamente entre si pelo Teste de Scott e Knott ao nível de 5% de probabilidade.

Ainda para o teor de clorofila (SPAD), a cultivar Ouro Verde apresentou a maior média com diferença significativa para as demais cultivares. A segunda maior leitura foi conferida para a cultivar Hass a qual diferiu das demais. Já as cultivares Geada, Breda, Margarida e Fortuna não se diferem entre si pelo Teste de Scott e Knott, avaliando as médias totais a uma significância de 5%. Já as médias de densidade estomática não diferiram entre si (Tabela 7). Comparando-se o teor de SPAD e densidade estomática dos pontos cardeais, observa-se uma constância de médias totais a uma significância de 5% pelo teste de Tukey (Tabela 8).

Entre os quantitativos de estômatos apresentados pelas cultivares, Margarida e Ouro Verde apresentaram a maior área foliar média comparada com as demais cultivares, 109,35 cm² e 102 cm², respectivamente (Tabela 9). Acredita-se que a área foliar não esteja relacionada com a densidade estomática uma vez que as duas cultivares que apresentaram a maior área foliar mantiveram estatisticamente a mesma densidade estomática das demais cultivares de área estatisticamente menor.

Tabela 7 - Médias totais das seis cultivares de abacate para teor de clorofila – unidade de SPAD e da Densidade Estomática por 10.000 μm^2 .⁷

Cultivares	Scott e Knott	
	SPAD	D. Estomática
Geada	46,83 c	21,33 a
Breda	46,72 c	18,25 a
Margarida	48,86 c	18,58 a
Fortuna	49,11 c	18,33 a
Ouro Verde	63,17 a	15,92 a
Hass	54,53 b	18,75 a
Média Total	51,54	18,53
CV %	7,35	19,39

Fonte: A própria autora, 2023.

⁷ Médias seguidas pela mesma letra na vertical não se diferem significativamente entre si pelo Teste de Scott e Knott ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 8 - Médias totais de teor de SPAD e densidade estomática dos pontos cardeais das seis cultivares de abacate.⁸

Pontos Cardeais	Tukey	
	SPAD	D. Estomática
Leste	51,32a	18,44a
Oeste	51,24a	17,89a
Norte	52,84a	19,05a
Sul	50,74a	18,72a
Média Total	51,54	18,53
CV %	7,35	19,39

Fonte: A própria autora, 2023.

A área foliar tendeu a ser mais ampla no ponto cardinal sul. A maior média de área foliar foi destacada para as cultivares Fortuna, Margarida, Ouro Verde e Hass. Sugere-se que a formação de áreas foliares maiores para estas cultivares não significa maior resistência ao estresse hídrico. Acredita-se que esta característica esteja relacionada ao crescimento acentuado dos ramos pela intensidade luminosa o que resulta em auto-sombreamento e necessidade de expansão foliar para compensar a captação de luz.

As características foliares variaram de acordo com a posição da folha na planta em forma, tamanho, espessura, densidade e rusticidade porque estão expostas a condições microclimáticas diversas (Dickison, 2000; Morais et al., 2003). Analisando folhas de café Morais *et al.* (2003) observaram que as folhas de sol são menores, mais espessas e mais rústicas em relação às folhas de sombra de uma mesma copa, por terem maior quantidade de tecidos protetores.

⁸ Médias seguidas pela mesma letra na vertical não se diferem significativamente entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 9 - Médias da extensão das áreas foliares (cm²) das folhas velhas de cultivares de abacate.⁹

Pontos Cardeais	Área Foliar							
	Cultivares							Média Total
	Geada	Fortuna	Margarida	Breda	Ouro Verde	Hass		
Leste	65,20	72,53	111,90	60,29	90,43	69,60	78,33	
Oeste	58,34	65,46	99,35	82,21	102,62	95,03	83,84	
Norte	70,74	82,32	99,30	74,36	106,51	76,90	85,02	
Sul	66,15	90,55	126,86	52,73	111,61	104,44	92,06	
Média Total	65,11 b	77,72 B	109,35 a	67,40 b	102,79 a	86,49 b		

Fonte: A própria autora, 2023.

⁹ Médias seguidas pela mesma letra na vertical não se diferem significativamente entre si pelo Teste de Tukey e pelo Teste de Scott e Knott ao nível de 5% de probabilidade.

6 CONCLUSÃO

- A morfologia das folhas das seis cultivares de *Persea americana* Mill. analisadas são semelhantes, com variações de forma, ápice e base foliar, que podem ser utilizadas na identificação dessas cultivares;
- A cultivar Margarida apresentou como destaques tricomas nas folhas jovens e folhas adultas oblonga a ovada, maior área foliar (junto com Ouro Verde) e densidade estomática estatisticamente igual às cultivares estudadas, indicando maior sensibilidade às condições impostas pelo bioma cerrado;
- Na interação entre pontos cardeais e as cultivares, Ouro Verde e Hass tiveram a maior variação nos valores de temperatura do ar e folha e teor de SPAD. As duas cultivares apresentam maior plasticidade na formação da folha e respostas ligadas à fisiologia da folha como a maior densidade de estomática;
- O ponto cardinal pode estar influenciando no parâmetro área foliar para plantas de abacateiro e esta resposta está ligada ao auto-sombreamento, entretanto, mais estudos são necessários para ratificar esses dados.

REFERÊNCIAS

- AGRIANUAL 2017: **Anuário da Agricultura Brasileira**. São Paulo: IEG/FNP, 2017.
- ALMEIDA, G. V. B. Mercado Atacadista de Abacate e Avocado. *In*: SIMPÓSIO NACIONAL DE ABACATE E AVOCADO, 3., 2015, Bauru. **Anais [...]**. Bauru: CEAGESP, 2015.
- ALMEIDA, G. V. B. Mercado interno e externo: variedades comerciais. *In*: SAMPAIO, A. C.; Whatel, M.C. (org.). **Abaticultura sustentável**. Ponta Grossa: Atena, 2022. Disponível em:
<https://www.feis.unesp.br/Home/departamentos/fitossanidadeengenhariaruralesolos715/irrigacao5868/abaticultura-sustentavel.pdf>. Acesso em: 05 jul. 2023.
- BARBIERI, M.; GERALDINI, F.; BOTEON, M. Abacate: produção da fruta é uma das que mais cresce no Brasil e no mundo! **Revista Hortifruti Brasil**, Piracicaba, v. 21, n. 232, abr. 2023, p. 8- 15. Disponível em: <https://www.hfbrasil.org.br/br/revista/acessar/completo/https-issuu-com-hfbrasil-docs-hf-232-flip.aspx>. Acesso em: 05 jul. 2023.
- BICKFORD, C. P. Ecophysiology of leaf trichomes. **Functional Plant Biology**, [s.l.], v. 43, n. 9, p. 807-814. Disponível em: <https://doi.org/10.1071/FP16095>. Acesso em: 05 jul. 2023.
- BIERAS, Angela Cristina; SAJO, Maria das Graças. Leaf structure of the cerrado (Brazilian savanna) woody plants. **Springer Journals**, 2008. Disponível em:
<https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s00468-008-0295-7.pdf>. Acesso em: 05 jul. 2023.
- BONELLA, J. A. **Classificação de abacates na CEAGESP.**. São Paulo: Companhia de Entrepósitos e Armazéns Gerais de São Paulo, 2013.
- CHARTZOULAKIS, K. *et al.* Water stress affects leaf anatomy, gas exchange, waterrelations and growth of two avocado cultivars. **Scientia Horticulturae**, [s. l.], v. 95, n. 1-2, p. 39-50, 2002.
- CLARK, G. **Staining Procedures Used by the Biological Stain Commission**. 4. ed. London: Williams & Wilkins, 1981. Disponível em:
[https://www.scirp.org/\(S\(lz5mqp453edsnp55rrgjct55\)\)/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=2113323](https://www.scirp.org/(S(lz5mqp453edsnp55rrgjct55))/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=2113323). Acesso em: 26 jun. 2023.
- CORREIA, R. C. *et al.* Abacate: preferência e mercado. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DEFRUTICULTURA, 2010.[S.l.]. **Anais [...]**. [S.l.: s.n.], 2010.
- COUTINHO, L.M. O bioma cerrado. *In*: KLEIN, A. (org). **Eugen Warming e o cerrado brasileiro: um século depois**. São Paulo: UNESP, 2002.p. 77-91.
- CRIZEL, *et al.* Características físicas e químicas de abacates das variedades Quintal e Hass. *In*: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 17., Pelotas. **Anais [...]**. Pelotas: UFPEL, 2008.

DICKISON, W.C. **Integrative plant anatomy**. New York: Harcourt/Academic, 2000.

DONADIO, L. C. **Abacate para exportação: aspectos técnicos da produção**. Brasília, DF: FrupeX/Mapa, 1995.

DUARTE, O. R. **A cultura do abacateiro**. Boa Vista: Embrapa-CPAF-Roraima, 1998.

Disponível em:

<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/694244/1/abacateiroCIT.pdf> .

Acesso em: 05 jul. 2023.

ELLIS, B. *et al.* **Manual of leaf architecture**. New York: Cornell University Press, 2009.

EMBRAPA. Avaliação de acessos de abacate nas condições de cerrado de Brasília, DF. **Boletim de Pesquisa e desenvolvimento**, Brasília, DF, n. 112, 2003. Disponível em:

<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/567940/avaliacao-de-acessos-de-abacate-nas-condicoes-de-cerrado-de-brasilia-df>. Acesso em: 26 jun. 2023.

FASSIO, Claudia *et al.* Sap flow in ‘Hass’ avocado trees on two clonal rootstocks in relation to xylem anatomy. **Scientia Horticulturae**, [s. l.], v. 120, n. 1-3, mar. 2009, p. 8-13.

FRANCISCO, Vera Lúcia Ferraz dos Santos *et al.* Cultura do Abacate no Estado de São Paulo. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 35, n. 5, maio 2005, , p. 27-41.

GONÇALVES *et al.* **Perfil da fruticultura 2023**. Disponível em: reformaagraria.mg.gov.br. Acesso em: 01 jun. 2023.

HARIDASAN, M. Distribution and mineral nutrition of aluminium accumulating species in different plant communities of the cerrado region of central Brazil. *In*: SAN JOSÉ, R. R.; MONTES, R. (ed.) **La capacidad Bioprodutiva de Sabanas**. Caracas: IVIC./CIET, 1987.

KOLLER, O. C. **Abacate: produção de mudas, instalação e manejo de pomares, colheita e pós-colheita**. Porto Alegre: Cinco Continentes, 2002.

KOOLER, O. C. **Abacaticultura**. Porto Alegre: UFRGS, 1992.

LEAF ARCHITECTURE WORKING GROUP. **Manual of Leaf Architecture:**

morphological description and categorization of dicotyledonous and net-veined monocotyledonous angiosperms. Washington: Leaf Architecture Working Group, 1999.

Disponível em: https://personal.ems.psu.edu/~pdw3/1999_MLA.pdf. Acesso em 05 jul. 2023.

MICKELBART, M. V. *et al.* Effects of clonal rootstocks on “Hass” avocado yield components, alternate bearing and nutrition. **Journal of Horticultural Science & Biotechnology**, Ashford, v. 82, n. 3, 2007, p. 460-466.

MONTENEGRO, H. W. S. **A cultura do abacateiro**. São Paulo: Melhoramentos, 1951.

MORAIS, Heverly *et al.* Características fisiológicas e de crescimento de cafeeiro sombreado com guandu e cultivado a pleno sol. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 38, n. 10, out. 2003, p. 1131-1137.

O'BRIEN, T.P.; FEDER, N.; MCCULLY, M.E. Polychromatic staining of plant cellwalls by toluidine blue O. **Protoplasma**, v. 59, jun. 1964, p. 368-373. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/BF01248568>. Acesso em: 06 jun. 2023.

OLIVEIRA, Adelson Francisco de. *et al.* Extração de azeite de abacate para uso gourmet. **Informe Agropecuário**, v.39, n. 303, 2018, p. 102-117.

PARANÁ. Departamento de economia rural. Fruticultura: abacate. **Boletim semanal**, n. 25, 07 jul. 2022. Disponível em: https://www.agricultura.pr.gov.br/sites/default/arquivos_restritos/files/documento/2022-07/boletim_semanal_25_deral_07_julho_2022.pdf. Acesso em 26 jun. 2023.

PEREIRA, P A. **Evolução da produção mundial e nacional de abacate**. 55 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Curso de Agronomia, Universidade de Brasília, Brasília, 2015.

PREÇO médio por produto: série histórica disponível nos últimos cinco anos. Contagem, 2017. Portal: CeasaMinas. Disponível em: <https://minas1.ceasa.mg.gov.br/detec/prcmediopr/prcmediopr.php>. Acesso em: 06 ago. 2022.

PRIEGO, A. B.; COLIN, S. S. Stomatal density and its relationship to growth habit in avocado. **South African Avocado Growers' Association Yearbook**, [s.l.], v. 10, p. 66-67. Proceedings of the First World Avocado Congress. 1987.

PRODUÇÃO de abacate é uma das que mais cresce no Brasil e no mundo. [S.l.], 2023. Portal: Agrolink. Disponível em: https://www.agrolink.com.br/noticias/producao-de-abacate-e-uma-das-que-mais-cresce-no-brasil-e-no-mundo-_478325.html agrolink.com.br. Acesso em: 29 jun. 2023.

REYES-SANTAMARÍA, I. *et al.* Xylem conductivity vulnerability in cultivars and races of avocado. **Scientia Horticulture**, [s.l.], v. 92, 2002, p. 97-105.

RIBEIRO, Y.L. L. *et al.* **Abacate condução do plantio à colheita**. Campo e Negócio: HortiFruti, 2020.

SAMPAIO, Aloísio Costa; GONÇALVES, Bruno Henrique Leite. Planejamento para plantio de abacateiro e avocado no Brasil. *In*: SAMPAIO, Aloísio Costa; GONÇALVES, Bruno Henrique Leite. **Abacaticultura sustentável**. Ponta Grossa: Atena, 2022.

SOUZA, V. C. **Botânica sistemática**: guia ilustrado para identificação das famílias de Fanerógamas nativas e exóticas no Brasil, baseado em APG II. 2. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2008.

STEVENS, P. F. Angiosperm Phylogeny Website. Version 14. **Missouri Botanical Garden**, [S.l.], 2014. Disponível em: <http://www.mobot.org/MOBOT/research/APweb/>. Acesso em: 30 jun. 2023.

TANGO, J. S.; CARVALHO, C. R. L.; SOARES, N. B. Caracterização física e química de frutos de abacate visando a seu potencial para extração de óleo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, [s.l.], v. 26, n. 1, 2004. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-29452004000100007>. Acesso em: 05 ago. 2023.

TEIXEIRA, C. G. Cultura. *In*: INSTITUTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS. **Abacate**: cultura, matéria-prima, processamento e aspectos econômicos. 2. ed. Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1995.

WATANABE, H. S. **Características de cultivares de abacate**. São Paulo: CEAGEPS – Companhia de Entrepósitos e Armazéns Gerais de São Paulo, 2013.

WHATELY, M. C. **Abaticultura sustentável**. Ponta Grossa: Atena, 2022. Disponível em: <https://www.feis.unesp.br/Home/departamentos/fitossanidadeengenhariaruralesolos715/irrigacao5868/abacaticultura-sustentavel>. Acesso em: 05 jul. 2023.

WILLIAMS, L. O. The botany of the avocado and its relatives International Tropical Fruit ShortCourse: the avocado. *In*: INTERNATIONAL TROPICAL FRUIT SHORT COURSE. **The Avocado**. Gainesville: University of Florida, 1976.

ZAMBON, C. R., *et al.* Fisiologia, morfologia e biologia floral do abacateiro. **Informe Agropecuário**, [s.l.], v. 39, n. 303, 2018, p. 12-26.