



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP

Faculdade de Ciências – Campus Bauru



GLEICY ARIELE DE OLIVEIRA CORREIA

**AVALIAÇÃO DE DIFERENTES DOSES DE *BACILLUS ARYABHATAI* EM
POMAR IRRIGADO DE AVOCADO ‘HASS’**

Bauru
2025

Gleicy Ariele de Oliveira Correia

**AVALIAÇÃO DE DIFERENTES DOSES DE *BACILLUS ARYABHATAI* EM
POMAR IRRIGADO DE AVOCADO ‘HASS’**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Universidade Estadual Paulista (UNESP),
Faculdade de Ciências como requisito para
obtenção do título de Bacharel em Ciências
Biológicas com ênfase em Fruticultura.

Orientador: Prof^a Assoc. Aloísio Costa Sampaio

Bauru
2025

C824a	Correia, Gleicy Ariele de Oliveira Avaliação de diferentes doses de <i>Bacillus aryabhattai</i> em pomar irrigado de avocado "Hass" / Gleicy Ariele de Oliveira Correia. -Bauru, 2025 31 f. : il. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado - Ciências Biológicas) - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências, Bauru Orientador: Aloísio Costa Sampaio 1. <i>Bacillus aryabhattai</i>. 2. Avocado "hass". 3. Estresse hídrico. I. Título.
-------	--

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Dados fornecidos pelo autor(a).

Gleicy Ariele de Oliveira Correia

**AVALIAÇÃO DE DIFERENTES DOSES DE *BACILLUS ARYABHATAI* EM
POMAR IRRIGADO DE AVOCADO ‘HASS’**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita
Filho” como requisito para obtenção do título de
Bacharel em Ciências Biológicas com ênfase em
Fruticultura.

Orientador: Prof^ª Assoc. Aloísio Costa Sampaio

BANCA EXAMINADORA

Prof. Assoc. Aloísio Costa Sampaio
UNESP – Faculdade de Ciências - Campus de Bauru

Prof^ª. Dr^ª. Inês Cechin
Faculdade de Ciências

Prof^a. Dr^a. Marina Alves Gavassi

Faculdade de Ciências

AGRADECIMENTOS

Agradeço grandemente minha família, que me apoiou e forneceu todo suporte necessário para que eu conseguisse chegar aonde estou, foram anos de incentivo para continuar estudando e sem eles não teria chegado tão longe.

Agradeço ao meu orientador, Prof. Aloisio, pela valiosa orientação, dedicação e confiança depositada ao longo do desenvolvimento deste projeto. Sua experiência e comprometimento foram essenciais para a condução e o aprimoramento deste trabalho.

Quero agradecer também as minhas amigas, em especial à Bárbara, que, mesmo distante, sempre esteve presente com palavras de apoio, carinho e conforto e à Lara e à Ana, que estiveram ao meu lado me ajudando e tornando tudo mais leve e divertido.

*"Siga seus sonhos como um destruidor
Mesmo se der tudo errado, não volte atrás, jamais
Porque o amanhecer logo antes do sol nascer é o mais escuro
Mesmo num futuro distante nunca se esqueça do você de agora"*

Resumo

O presente estudo avaliou os efeitos da aplicação de diferentes concentrações da bactéria *Bacillus aryabhattai* que é encontrada nas raízes do mandacaru (*Cereus jamacaru*), em plantas de abacate (*Persea americana* Mill.) da variedade Hass, cultivadas sob irrigação por microaspersão, com o objetivo de investigar seu potencial para mitigar os impactos do stress hídrico. A pesquisa fundamentou-se na crescente relevância econômica do abacate no mercado global e nos desafios climáticos enfrentados pelas principais regiões produtoras, como México, Peru, Marrocos e Espanha, que registram secas prolongadas, ondas de calor e irregularidade pluviométrica, fatores que comprometem a produtividade e a sustentabilidade agrícola. O experimento foi conduzido em delineamento de blocos casualizados, com seis tratamentos e quatro repetições, avaliando-se parâmetros de crescimento vegetativo e produtividade. As análises indicaram que as diferentes concentrações de *B. aryabhattai* não promoveram diferenças estatísticas significativas em altura, diâmetro do tronco, área de copa ou número de frutos. Observou-se que as condições climáticas adversas durante o florescimento, caracterizadas por temperaturas superiores a 35 °C e umidade relativa abaixo de 25%, ocasionaram abortamento floral e baixíssima frutificação, resultando em redução na produção. Esses resultados evidenciam que o estresse térmico e hídrico exerceu influência determinante no desempenho produtivo das plantas, limitando o efeito potencial do bioinsumo. Conclui-se que a utilização de *B. aryabhattai* apresenta potencial promissor como ferramenta biotecnológica para promover a resiliência das plantas em condições de déficit hídrico; entretanto, sua eficiência depende das condições ambientais normais nos meses de agosto e setembro.

Palavras-chave: *Bacillus aryabhattai*, avocado “hass”, estresse hídrico.

Abstract

The present study evaluated the effects of applying different concentrations of the bacterium *Bacillus aryabhattai*, which is found in the roots of the mandacaru cactus (*Cereus jamacaru*) to Hass avocado plants (*Persea americana* Mill.), cultivated under microsprinkler irrigation, with the aim of investigating its potential to mitigate the impacts of water stress. The research is based on the growing economic relevance of avocado in the global market and the climatic challenges faced by major producing regions, such as Mexico, Peru, Morocco, and Spain, which record prolonged droughts, heatwaves, and irregular rainfall, factors that compromise productivity and agricultural sustainability. The experiment was conducted in a randomized block design, with six treatments and four replications, evaluating vegetative growth and productivity parameters. The analyses indicated that the different concentrations of *Bacillus aryabhattai* did not promote statistically significant differences in height, trunk diameter, canopy area, or number of fruits. It was observed that adverse climatic conditions during flowering, characterized by temperatures above 35 °C and relative humidity below 25%, caused floral abortion and low fruit set, resulting in reduced production. These results demonstrate that thermal and water stress exerted a determining influence on the productive performance of the plants, limiting the potential effect of the bioinput. It is concluded that the use of *Bacillus aryabhattai* shows promising potential as a biotechnological tool to promote plant resilience under water deficit conditions; however, its efficiency depends on environmental conditions and adopted management. The study highlights the importance of integrating sustainable agronomic practices and the use of growth-promoting microorganisms in facing the impacts of climate change, aiming to maintain productivity and adapt agriculture to scenarios of increasing water scarcity.

Keywords: *Bacillus aryabhattai*, avocado “hass”; Water stress.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Flor do avocado "hass"	17
Figura 2 - Aplicação do Bioinsumo	22

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Marcação e dosagens dos tratamentos do Auras (<i>Bacillus aryabhattai</i>)	22
Tabela 2. Medidas de diâmetro, altura, e área da copa	24
Tabela 3. Quantidade de frutos por tratamento e repetição	24
Tabela 4 - Valor do Teste F	25

Sumário

1. INTRODUÇÃO.....	12
1.1. ABACATE (<i>Persea americana</i> Mill.).....	12
1.2. IMPORTÂNCIA ECONÔMICA.....	13
1.3. ESTRESSE HÍDRICO.....	14
1.4. MICRORGANISMO DE SOLO (<i>Bacillus aryabhattai</i>).....	15
2. OBJETIVO	Erro! Indicador não definido.
3. REVISÃO BIBLIOGRAFICA.....	16
3.1. BIOLOGIA FLORAL.....	16
3.2. POLINIZAÇÃO.....	17
3.3. MUDANÇAS CLIMÁTICAS	18
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	21
4.1. LEVANTAMENTO BIBLIOGRAFICO.....	21
4.2. MONTAGEM DO EXPERIMENTO	22
4.3. MEDIÇÕES DAS PLANTAS	23
4.4. CONTAGEM DOS FRUTOS	23
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES	23
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	26
7. REFERÊNCIAS	27

1. INTRODUÇÃO

1.1. ABACATE (*Persea americana* Mill.)

A família Lauraceae, com cerca de 3.384 espécies aceitas distribuídas em 58 gêneros, integra a subclasse Magnoliidae e é composta quase inteiramente por espécies lenhosas. Sua distribuição é predominantemente tropical e subtropical, com maior diversidade na América tropical e na Ásia, embora algumas espécies ocorram em regiões temperadas. Além de sua expressiva importância ecológica, muitos representantes apresentam valor econômico e cultural, como o abacate (*Persea americana*), especiarias como a canela verdadeira (*Cinnamomum verum*) e o louro-indiano (*Cinnamomum tamala*), além de usos na extração de óleos essenciais e compostos aromáticos, a exemplo do pau-rosa (*Aniba rosaeodora*) e da cânfora (*Cinnamomum camphora*) (Li et al., 2025).

A espécie *Persea americana* Mill., popularmente conhecida como abacate, pertence à família Lauraceae e ao gênero *Persea*, que compreende aproximadamente 150 espécies distribuídas em regiões tropicais e subtropicais da América do Norte e do Sul, além de outras áreas tropicais do mundo (Gonçalves; Sampaio, 2022). Originária da América Central e da região sul do México, acredita-se que tenha surgido há cerca de 12 mil anos (Gonçalves; Sampaio, 2022). Trata-se de uma árvore de grande porte, com copa aberta, ramos bifurcados e casca espessa de coloração cinza-clara a escura, podendo atingir até 25 metros de altura. Suas folhas são simples, inteiras e alternadas (Gonçalves; Sampaio, 2022). Em plantações comerciais, no entanto, busca-se manter a altura da planta em até 7 metros, facilitando a colheita dos frutos (Arco, 2009). O cultivo requer solos profundos, bem drenados e com boa aeração, pois a má drenagem pode causar deficiência de oxigênio na zona radicular (Gonçalves; Sampaio, 2022).

Os abacates são tradicionalmente classificados em três raças principais: Mexicana, Guatemalteca e Antilhana, essas raças se originam de regiões distintas, e possuem características únicas que influenciam o cultivo e as propriedades dos frutos. A raça mexicana é de origem áreas montanhosas do México, seus frutos são reconhecidos por sua maturação precoce e tolerância ao frio. A raça guatemalteca também é de origem de áreas montanhosas da Guatemala, conhecida por produzir frutos pequenos e apresentar maturação tardia. A raça antilhana tem origem de terras baixas do sul do México e da

América Central, caracterizada por frutos maiores, com baixo teor de óleo (Canas-Gutierrez et al., 2025)

A variedade comercial “Hass”, é um híbrido entre as raças guatemalense e mexicana que foi desenvolvida na década de 1920 na Califórnia, sendo o cultivo mais importante no mercado internacional (Almeida, 2022). Os frutos dessa variedade possuem tamanho pequeno, casca rugosa que muda da cor verde para roxo quando maduros, formato piriforme e alto teor de óleo em comparação com outras variedades (Gonçalves; Sampaio, 2022).

1.2. IMPORTÂNCIA ECONÔMICA

Durante o período de 2016 a 2021, a produção global de abacate cresceu 47%, passando de seis para nove milhões de toneladas, destacando-se como uma das culturas frutíferas de maior expansão. No cenário nacional, a produção brasileira também se destacou, com um aumento de 53%, saindo de 197 mil toneladas em 2016 para 301 mil toneladas em 2021 (Barbieri; Geraldini; Boteon, 2023). Esse crescimento reflete a relevância crescente do abacate, que, no Brasil, apresenta uma produção significativa de mais de 427 mil toneladas em 2024, gerando um valor de mercado superior a 1 bilhão de reais. A área colhida totaliza 23.310 hectares, com um rendimento médio nacional de 16.889 kg por hectare, e o estado de São Paulo destaca-se como o maior produtor, com aproximadamente 10.356 hectares cultivados e um rendimento médio de 15.590 kg por hectare (IBGE, 2025).

Essa expansão brasileira alinha-se ao panorama internacional, onde o abacate se destaca como fruta tropical de relevância crescente, com a produção mais rápida entre as principais. Projetado para crescer 2,1% ao ano até 2034, atingindo 14 milhões de toneladas, esse avanço é impulsionado pela demanda global, altos retornos e preços lucrativos, incentivando investimentos em áreas plantadas. A produção concentra-se na América Latina e Caribe, com 64% do total, e países como México, Colômbia, Peru e República Dominicana expandem substancialmente, representando 53% da produção global em 2034, com aumentos de 25% a 35% nesses países (OECD/FAO, 2025).

Além de seu valor econômico, o abacate possui uma ampla utilização culinária, sendo consumido na forma de purês, saladas e outras preparações. Seu uso não se limita à alimentação, pois a partir da polpa e da semente podem ser extraídos óleos de interesse comercial. No Brasil, a fruta madura é preferencialmente apreciada com adição de açúcar,

mel ou licores, refletindo tradições locais que complementam o crescente consumo global (Leonel; Sampaio, 2008; Duarte; Chaves; Borges, 2016).

1.3. ESTRESSE HÍDRICO

A água é um recurso essencial para o desenvolvimento das plantas, representando grande parte da biomassa e garantindo o funcionamento adequado de tecidos, células e órgãos vegetais. Trata-se do elemento mais importante para o crescimento vegetal, e sua ausência compromete o ciclo vital das plantas (Research, Society and Development, 2021).

O estresse hídrico ocorre quando a quantidade de água disponível no solo não é suficiente para atender às necessidades das plantas, reduzindo a absorção hídrica e de nutrientes pelas raízes. Isso acarreta murcha foliar, alterações fotossintéticas, fechamento de estômatos e, em casos extremos, a morte da planta. Os efeitos da falta de água manifestam-se em níveis anatômicos, fisiológicos e bioquímicos, variando conforme a espécie e o tempo de exposição ao déficit hídrico. Algumas plantas sofrem grandes perdas, enquanto outras desenvolvem adaptações morfológicas e fisiológicas que conferem maior resistência à seca (Research, Society and Development, 2021).

A retenção e o movimento da água no solo estão diretamente relacionados à textura e à estrutura das partículas. Solos arenosos possuem grandes espaços entre as partículas, apresentando baixa capacidade de retenção de água, mas alta permeabilidade. Já solos argilosos têm poros menores, retendo mais água, embora exibam menor condutividade hidráulica. A absorção de água pelas plantas depende do contato direto entre o solo e a raiz, ampliado através de pelos radiculares, que aumentam a superfície de captação. A eficiência desse processo varia, sendo maior nas regiões próximas ao ápice radicular, enquanto segmentos mais velhos apresentam barreiras que reduzem a permeabilidade (Taiz et al., 2017).

A escassez hídrica decorrente de secas é um fenômeno climático extremo recorrente, capaz de afetar vastas regiões do mundo. Há indícios de que o aquecimento global esteja intensificando tanto a ocorrência quanto a severidade desses episódios em diferentes continentes, como Europa, América do Norte e América do Sul, incluindo o território brasileiro. No Brasil, a problemática da seca tem ganhado destaque, uma vez que seus efeitos trazem repercussões significativas para a população e para o desenvolvimento socioeconômico (Paredes-Trejo et al., 2023).

Segundo Cavalcanti et al. (2024), análises climáticas realizadas com dados meteorológicos do Brasil dos últimos 120 anos indicam que a severidade das secas aumentou na segunda metade do século XX e dobrou a partir de 2010. Esse aumento relaciona-se principalmente ao crescimento da evapotranspiração associado ao aquecimento das temperaturas, sendo mais relevante que a redução das chuvas, embora ambos os fatores tenham contribuído. Entre 1974 e 2019, os impactos médios sobre a produção agrícola foram relativamente pequenos; entretanto, em 10% das situações, houve perdas superiores a 45%, evidenciando que os efeitos se intensificam em eventos extremos.

1.4. MICRORGANISMO DE SOLO (*Bacillus aryabhatai*)

As bactérias do gênero *Bacillus aryabhatai* são microrganismos do solo encontrados nas raízes do mandacaru (*Cereus jamacaru*), um cacto típico da Caatinga. Elas têm a capacidade de hidratar as raízes e atuar na fisiologia da planta, promovendo uma melhor resposta ao estresse hídrico. Com base nisso, a Embrapa Meio Ambiente e a NOAA Ciência e Tecnologia Agrícola desenvolveram o produto Auras, um bioinsumo capaz de promover o crescimento de culturas em condições de seca (Embrapa, 2021).

Bactérias tolerantes à seca desempenham um papel importante na adaptação das plantas a condições de estresse hídrico. Ao colonizarem as raízes, elas produzem substâncias conhecidas como exopolissacarídeos, que ajudam a manter a hidratação e favorecem a resistência das plantas em períodos de falta de água. Algumas delas formam biofilmes, estruturas que reforçam a proteção do sistema radicular. Entre os grupos bacterianos mais comuns em ambientes secos, destacam-se espécies do gênero *Bacillus*, que sobrevivem em condições de baixa disponibilidade de água graças a esses mecanismos de defesa (Embrapa, 2017). Microrganismos capazes de sobreviver em condições de baixa disponibilidade de água são denominados xerotolerantes e são comumente encontrados em ambientes submetidos a estresse hídrico constante, como as regiões áridas do Nordeste brasileiro (Godinho et al., 2019).

A inoculação de *B. aryabhatai* tem demonstrado benefícios significativos em várias culturas agrícolas, especialmente em condições de estresse hídrico. Em mudas de cana-de-açúcar, promove melhorias no desenvolvimento da parte aérea e do sistema radicular, aumentando a tolerância à seca, a eficiência no uso da água, a biomassa e o perfilhamento (May et al., 2019). No cafeeiro, quando associado a fertilizante organomineral, melhora o desenvolvimento radicular e morfológico sob déficit hídrico,

Comentado [GC1]: Adicionar mais referências nesse tópico

promovendo maior enraizamento, rizocompetência, absorção de nutrientes e crescimento eficiente da parte aérea, atuando como estratégia para atenuar os efeitos da seca (Viera, Cunha, Souza, 2021). Já no milho, a aplicação combinada no tratamento de sementes e em plantas jovens observou-se um ganho no desenvolvimento vegetativo e na produtividade, aumentando a altura das plantas, o diâmetro do colmo, o número de grãos e o peso das espigas, com a associação de tratamento inicial da semente e aplicação em superfície sendo a prática mais eficaz (Souza, Aguiar, Rezende, 2025).

2. REVISÃO BIBLIOGRAFICA

2.1. BIOLOGIA FLORAL

As flores dos abacateiros são hermafroditas e pequenas, com diâmetro de 0,5 a 1,5 cm e coloração verde-amarelada ou branca (Figura 1). Elas são trímeras, contendo três sépalas e três pétalas (Lopes et al., 2020). São reunidas em panículas axilares, determinadas e indeterminadas, com o número de flores por panícula variando de 50 a mais de 600 (Gonçalves; Sampaio, 2022).

Como hermafroditas, as flores possuem simultaneamente androceu e gineceu, mas estes maturam em épocas diferentes. Elas contêm 12 estames, dos quais apenas nove são funcionais, além de um pistilo com ovário simples, um lóculo e um único óvulo (Gonçalves; Sampaio, 2022). No desenvolvimento floral das árvores de abacate, ocorre o fenômeno da dicogamia protogínica, no qual a maturação dos órgãos femininos precede a dos masculinos, com os femininos desenvolvendo-se primeiro e os masculinos logo após (Duarte et al., 2018).

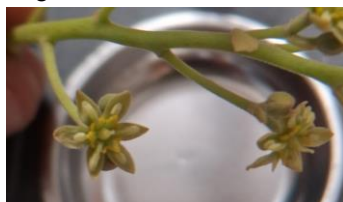
Existem dois tipos principais de flores em árvores de abacate: tipo A e tipo B. A variedade "Hass" possui flores do tipo A, nas quais a abertura floral ocorre pela manhã, com estigmas receptivos, mas estames ainda imaturos. Durante a tarde, a flor fecha-se. No segundo dia, pela manhã, a flor não se abre, mas à tarde reabre com estames deiscentes, embora o estigma já não esteja receptivo (Gonçalves; Sampaio, 2022).

A dicogamia é diretamente influenciada pelas condições ambientais. Alterações de temperatura e umidade relativa do ar podem modificar o comportamento floral de ambos os tipos, afetando o horário de abertura e a duração das fases. Em temperaturas mais baixas, há atraso no ciclo de abertura das flores, enquanto o comportamento normal ocorre em temperaturas elevadas, como 25 °C pela manhã e 15 °C à noite (Gonçalves; Sampaio, 2022).

Nas cultivares de abacate "Hass", temperaturas que ultrapassam 30/25 °C (dia/noite) ou caem abaixo de 24/19 °C impedem o florescimento (Boliani et al., 1998). Além da temperatura, a umidade relativa pode exercer efeitos negativos na produtividade, afetando diretamente a floração e a formação de frutos (Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas, 2010, p. 11). A irrigação é indispensável em regiões semiáridas e subúmidas, para evitar que o sol intenso da estação seca atinja o tronco das plantas, uma vez que a baixa umidade relativa do ar é desfavorável ao desenvolvimento vegetal (Duarte, 1998). A umidade é um fator crucial para o crescimento ativo, incluindo novas brotações, florescimento e desenvolvimento dos frutos (Leonel; Sampaio, 2008).

Dessa forma, observa-se que tanto os fatores de temperatura quanto de umidade exercem influência direta sobre os processos de floração, frutificação e crescimento do abacateiro. Em complemento, o ciclo fenológico da variedade "Hass" sob condições tropicais também é afetado pela altitude, resultando em diferenças marcantes entre localidades, pomares e até plantas da mesma área. Em regiões de clima mais quente, o desenvolvimento ocorre de forma mais rápida, encurtando os ciclos produtivos; já em ambientes mais frios, há prolongamento das fases de crescimento (Ramírez-Gil et al., 2023).

Figura 1. Flor do avocado "hass"



Fonte: Elaborado pelo Autor (2024)

2.2. POLINIZAÇÃO

A polinização do abacate é essencial para a frutificação e tem sido afetada pelas mudanças climáticas, com redução nas populações de polinizadores devido à perda de habitats naturais. Esse declínio agrava os desafios para a produtividade da cultura. Estratégias para proteger os polinizadores incluem a integração de práticas agroflorestais, que promovem o equilíbrio ecológico e minimizam os impactos ambientais, assegurando a sustentabilidade do sistema produtivo (FAO, 2024).

A elevação da temperatura é um dos principais fatores de estresse para as abelhas, pois o calor induz a ativação de genes ligados às proteínas de choque térmico, fundamentais para proteger as células contra danos, além de alterar o metabolismo de

lipídios e aminoácidos. No entanto, o excesso de calor pode causar danos às membranas celulares e comprometer funções vitais, evidenciando que as abelhas possuem limites fisiológicos diante do aquecimento global (Ma et al., 2019).

As mudanças climáticas têm impactos ainda mais amplos sobre a interação entre plantas alimentícias e seus polinizadores. Estudos indicam que o aumento da temperatura e as alterações climáticas reduzirão os habitats adequados para essas espécies no Brasil, criando desencontros espaciais entre plantas e abelhas, o que aumenta o risco de falhas na polinização. Esse cenário compromete a produção agrícola, a segurança alimentar e a economia (Oliveira et al., 2025).

Além disso, altas temperaturas impactam significativamente o desenvolvimento, o comportamento de forrageamento e o metabolismo de espécies como *Apis cerana* e *Apis mellifera*. Para resistir ao estresse térmico, as abelhas acumulam moléculas orgânicas envolvidas no metabolismo e na tolerância ao estresse, substâncias que protegem as células, estabilizam proteínas e fornecem energia extra (Li et al., 2023).

2.3. MUDANÇAS CLIMÁTICAS

No México, as condições climáticas em 2023 e 2024 foram marcadas por seca severa, com o país registrando seu ano mais seco em 2023 e o primeiro semestre de 2024 com mês de abril, como o terceiro mais seco e maio, como o segundo mais seco já registrados, além de ondas de calor significativas, como o maio mais quente da história e temperaturas extremas, como 52,0 °C em Tepache (WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION, 2025). Essas condições afetam profundamente a agricultura mexicana, que é altamente dependente da precipitação, levando a reduções na produção agrícola de sequeiro, nas populações de gado e nos meios de subsistência dos agricultores, com maior influência na emigração rural em estados com climas secos (Sánchez Guijosa et al, 2025). Em 2023, o México produziu aproximadamente 2.973.344,42 toneladas de abacate, consolidando-se como o maior produtor e exportador mundial, segundo dados da FAOSTAT (2025). As principais regiões produtoras são Michoacán e Jalisco. Michoacán representa 74% da produção nacional, abrangendo 170.000 hectares e gerando 1,8 milhão de toneladas anuais, das quais mais de 1,2 milhão são destinadas à exportação. Jalisco, a segunda maior região, dedica 40.000 hectares ao cultivo, produzindo 300.000 toneladas por ano e contribuindo com 12% da produção total do país (Avobook, 2025)

Na Espanha, o ano de 2024 registrou uma anomalia de temperatura de 1,2°C em relação ao período de referência de 1991-2020, classificando-se como o terceiro ano mais quente desde o início dos registros em 1961, o que destaca a crescente frequência de eventos climáticos extremos, incluindo ondas de calor (WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION, 2025). Em regiões agrícolas de clima mediterrânico, esses fatores climatológicos, como ondas de calor e padrões irregulares de precipitação, representam ameaças mais graves à produção do que os riscos de mercado, levando a flutuações acentuadas nos rendimentos das culturas, especialmente em condições de sequeiro, embora a irrigação possa mitigar parcialmente os impactos da seca meteorológica (Guerrero-Baena, Gómez-Limón, 2019). Tendo nas Ilhas Canárias o cultivar Hass sendo o mais valorizado por seu sabor para potencial exportação à Europa, com variações de qualidade devido aos microclimas da ilha (Méndez Hernández et al., 2024).

No Marrocos, ondas de calor incomuns ocorreram em agosto de 2024, com uma primeira onda afetando todo o país, atingindo temperaturas de 43,7°C a 47,4°C e uma segunda onda na parte norte do país, com picos de 46,2°C destacando a vulnerabilidade climática da região devido à diversidade que impulsiona secas e variabilidade de precipitação e temperatura (WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION, 2024). Essa variabilidade leva a episódios de seca que causam perturbações sociais e econômicas, desertificação, deslizamentos de terra e escassez de água, tornando a gestão hídrica desafiadora para sustentar a agricultura, que contribui com até 15% do PIB local e sofre com flutuações nos rendimentos devido à irregularidade das chuvas (Gumus et al., 2024). No contexto do abacate, a maioria das culturas está localizada na faixa costeira noroeste, entre o sul de Rabat e Tânger, com variedades como Ettinger, Fuerte, Hass e Reed (Nasri et al., 2021).

No Peru, eventos climáticos extremos associados ao El Niño, como ondas de calor noturnas prolongadas na costa de Ancash e temperaturas recordes de 40,6°C na Amazônia Peruana em fevereiro, destacam a vulnerabilidade a fenômenos como o El Niño Costeiro de 2023-2024, o mais intenso em 20 anos, que também causou inundações locais no início do ano (WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION, 2024). Esses eventos exacerbam secas agrícolas, especialmente influenciadas pelo ENOS (El Niño-Oscilação Sul), levando a uma maior incidência de secas nas próximas décadas, com impactos na disponibilidade hídrica e produção agrícola, tornando crucial a implementação de medidas adaptativas baseadas em conhecimentos indígenas e tecnologias para garantir

segurança alimentar (Arana-Ruedas, Moggiano, 2023). No Peru, as principais plantações de abacate estão na costa desértica, com baixa precipitação, exceto durante o fenômeno El Niño, que traz chuvas de verão à região norte. A temporada produtiva se estende de janeiro a outubro, com pico entre abril e setembro. A produção abrange cerca de 80.000 hectares, dos quais 60.132 são dedicados à variedade Hass, administrados por aproximadamente 23 mil produtores espalhados pelas regiões, destacando a importância da indústria no país (Avobook, 2024)

As variações climáticas influenciam diretamente o cultivo do abacate, provocando alterações nas temperaturas, nos regimes pluviométricos e na frequência de eventos extremos, como secas, granizo, ventos fortes e enchentes, comprometendo o crescimento das plantas, reduzindo a produtividade e afetando a qualidade dos frutos, além de favorecer a disseminação de pragas e doenças, com o estresse térmico e a escassez hídrica prejudicando a polinização e o desenvolvimento dos frutos (FAO, 2024).

De acordo com um relatório do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), o aumento da temperatura terrestre pode variar entre 0,3 °C e 1,7 °C, desde que haja uma diminuição nas emissões de gases de efeito estufa, mas a visão mais pessimista projeta um aumento de 2,6 °C a 4,8 °C até 2100, aumentando o risco de secas e enchentes em todo o planeta, com o aumento gradual da temperatura do ar, aliado à diminuição da precipitação, acarretando problemas em diferentes atividades agrícolas, como a fruticultura e o plantio de grãos (Vale, 2021).

Estudos mais recentes indicam que, além desses impactos isolados, eventos climáticos compostos, como a ocorrência sequencial de ondas de calor e secas rápidas, tendem a se intensificar, principalmente em cenários de altas emissões de gases de efeito estufa, aumentando a exposição de populações, áreas agrícolas e florestas, com projeções futuras sugerindo que regiões como a China, a América do Norte, a América do Sul e a Oceania podem enfrentar maior vulnerabilidade, com riscos de falhas de safra em culturas como milho, arroz, soja e trigo, além de aumento da mortalidade de árvores e maior susceptibilidade a incêndios florestais (Schillerberg; Tian, 2024).

O setor hídrico é considerado um dos mais vulneráveis às mudanças climáticas, pois sua disponibilidade depende diretamente de fatores climáticos, como precipitação, temperatura e evapotranspiração, com projeções apontando para fortes desigualdades

regionais no Brasil, onde o Norte e o Nordeste tendem a enfrentar reduções significativas nas vazões de rios, açudes e reservatórios, agravando problemas históricos de escassez, o Sul pode enfrentar um aumento da disponibilidade de água, mas com maior frequência de cheias e inundações, e o Sudeste enfrenta cenários mistos, com algumas bacias sofrendo redução de vazão enquanto outras podem ter aumentos extremos, trazendo desafios para a gestão de riscos, o que evidencia a urgência de estratégias de adaptação que incluam monitoramento contínuo, investimentos em tecnologias de uso eficiente da água e uma governança hídrica integrada, capaz de responder de forma flexível e robusta às incertezas climáticas (Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico, 2024).

3. OBJETIVO

Avaliar os efeitos da aplicação de diferentes concentrações de um bioinsumo contendo *Bacillus aryabhattai* em plantas da variedade "Hass" cultivadas em pomar irrigado por microaspersão em condições de estresse hídrico. A análise focará em como esses tratamentos influenciam características produtivas, como o número de frutos por planta, o tamanho médio dos frutos e a produtividade total, considerando o potencial dessa bactéria para auxiliar na hidratação das raízes e melhorar a resposta das plantas ao estresse hídrico.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. LEVANTAMENTO BIBLIOGRAFICO

Para a elaboração deste estudo, foram utilizados artigos científicos obtidos em bases de dados e bibliotecas acadêmicas, tais como Scopus, Scielo e Parthenon e livros que abordam diversos aspectos da família Lauraceae e da espécie *Persea americana*, como morfologia, distribuição geográfica, origem e desenvolvimento comercial da variedade "Hass". Também foram incluídos dados sobre a importância econômica mundial e nacional, bem como seus usos alimentares e industriais.

Informações sobre a morfologia floral do abacateiro foram incluídas, destacando o fenômeno da dicogamia protogínica e os tipos florais A e B, além de seu comportamento reprodutivo e a influência de condições ambientais na abertura das flores. Levou-se em consideração, principalmente, a influência de fatores como temperatura e umidade relativa do ar, e como isso pode afetar não apenas o comportamento reprodutivo da planta, mas também a polinização.

Também foi considerado como o microrganismo de solo *Bacillus aryabhattai* pode atuar nas raízes de plantas sob condição de estresse hídrico, promovendo o desenvolvimento vegetal.

4.2. MONTAGEM DO EXPERIMENTO

O experimento foi montado em um pomar de avocado “Hass”, plantado no espaçamento de 8 x 5 m, com quatro anos de plantio. Cada planta possui um microaspersor para manter a capacidade de campo.

O delineamento experimental foi de blocos casualizados, com seis tratamentos e quatro repetições, totalizando 24 plantas utilizadas no experimento. As concentrações do produto comercial Auras (*Bacillus aryabhattai*) foram: 0 mL (controle), 2 mL, 4 mL, 6 mL, 8 mL e 10 mL, diluídos em 1 litro de água, aplicadas com o auxílio de um pulverizador costal manual, dirigidas ao solo na projeção da copa (Figura 2). Cada tratamento foi demarcado com fitas coloridas (Tabela 1), com cada cor representando seu respectivo tratamento. As doses foram aplicadas duas vezes, com intervalo de 30 dias.

Figura 2 - Aplicação do Bioinsumo



Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

Tabela 1- Marcação e dosagens dos tratamentos do Auras (*Bacillus aryabhattai*)

Tratamento	Marcação	Dosagem (ml)	% da dose Recomendada
Tratamento 1	Vinho	0 ml	0%
Tratamento 2	Amarelo	2 ml	50%
Tratamento 3	Azul	4 ml	100%
Tratamento 4	Laranja	6 ml	150%
Tratamento 5	Preto	8 ml	200%
Tratamento 6	Branco	10 ml	250%

Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

4.3. MEDIÇÕES DAS PLANTAS

As medições realizadas foram de diâmetro do tronco, altura do caule e raio da copa, com o auxílio de uma fita métrica de 150 cm para o diâmetro do tronco e uma fita métrica de 5 metros para medir a altura e o raio da copa. O diâmetro foi medido na área mediana do caule onde não havia ramos; a altura foi medida a partir do início da parte aérea da planta; e o raio da copa foi calculado como a média das medidas em duas direções perpendiculares (x e y) da copa.

4.4. CONTAGEM DOS FRUTOS

Três meses após a segunda aplicação do bioinsumo Auras e a medição das plantas, ocorreu a contagem dos frutos de cada um dos tratamentos, as quantidades foram anotadas em uma tabela para melhor análise de produtividade.

4.5. DADOS CLIMÁTICOS

Foram coletados dados climáticos do IPMet (Instituto de Pesquisas Meteorológicas) referentes aos meses do experimento, com o objetivo de avaliar as condições climáticas, incluindo temperatura e umidade relativa do ar. Esses dados foram utilizados para contextualizar os resultados experimentais, considerando possíveis influências ambientais no desenvolvimento das plantas e na eficácia dos tratamentos aplicados.

4.6. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Para a análise estatística, foi utilizado o programa estatístico R© versão 4.4.3 e foi aplicado o teste F de análise de variância (ANOVA), com nível de significância de $p < 0,05$. Esses procedimentos permitiram comparar as médias entre os tratamentos, identificando possíveis diferenças significativas e garantindo a robustez dos resultados obtidos no experimento.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Foram coletadas medições de diâmetro de tronco, altura da árvore e área da copa (Tabela 2), essas variáveis foram coletadas para caracterização inicial, porém não foram utilizadas para interpretação dos resultados obtidos. E dados de quantidade de frutos por tratamentos foram anotados para a posterior análise estatística com o teste F de análise de variância (ANOVA).

Tabela 2. Medidas de diâmetro, altura, e área da copa

Tratamento	Repetição	Diâmetro (cm)	Altura (m)	Área da copa (m)
1	1	47,5	2,85	3,045
1	2	50,5	2,74	3,635
1	3	49,5	2,7	4,055
1	4	59,5	2,67	3,47
Tratamento	Repetição	Diâmetro (cm)	Altura (m)	Área da Copa (m)
2	1	59,7	3,01	3,69
2	2	51,6	2,73	4,435
2	3	49,4	2,8	3,74
2	4	58,6	2,64	4,125
Tratamento	Repetição	Diâmetro (cm)	Altura (m)	Área da Copa (m)
3	1	55,6	3,01	3,86
3	2	50,3	2,41	3,745
3	3	47,6	2,2	3,79
3	4	64,7	2,91	4,345
Tratamento	Repetição	Diâmetro (cm)	Altura (m)	Área da Copa (m)
4	1	50,6	2,64	3,355
4	2	47,4	2,86	3,345
4	3	51,3	2,37	3,39
4	4	59,2	2,48	4,48
Tratamento	Repetição	Diâmetro (cm)	Altura (m)	Área da Copa (m)
5	1	63,1	2,97	4,55
5	2	55	2,85	3,98
5	3	55,4	2,81	4,345
5	4	93,5	2,72	4,435
Tratamento	Repetição	Diâmetro (cm)	Altura (m)	Área da Copa (m)
6	1	94,5	2,68	3,775
6	2	62,6	2,93	4,27
6	3	56,1	2,79	3,93
6	4	55,8	2,8	4,3

Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

Tabela 3. Quantidade de frutos por tratamento e repetição

TRATAMENTO	REPETIÇÕES			
	1	2	3	4
1	3	0	1	4
2	0	0	42	13
3	1	0	2	7
4	0	0	0	0
5	0	0	0	0
6	1	0	5	0

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

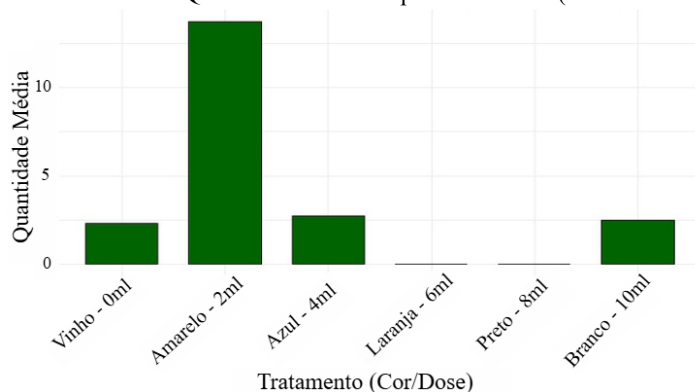
A variável número de frutos por planta apresentou variação numérica entre os tratamentos, porém sem diferença estatística (Tabela 4), conforme indicado pelo teste F ($p=0,297$; $F=1,342$; $p < 0,05$). A produção foi muito baixa e, em alguns tratamentos, inexistente, indicando que as plantas não conseguiram expressar frutificação adequada. Mesmo sendo uma bactéria associada à melhoria do sistema radicular e à maior tolerância ao estresse hídrico, *B. aryabhatai* não foi suficiente para garantir frutificação nessas condições.

Tabela 4 - Valor do Teste F

Teste F	
p-valor	0,297
F calculado	1,342

Fonte: Elaborada pelo autor (2025).

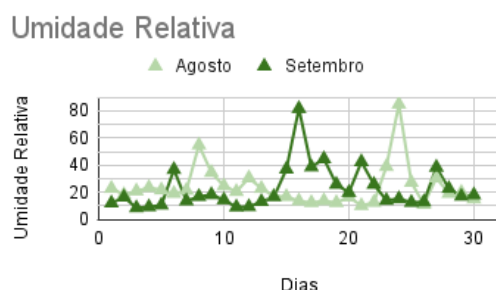
Gráfico 1 - Média da Quantidade de Frutos por Tratamento (Teste F -ANOVA)



Fonte: Elaborada pelo autor (2025) com auxílio do software R (versão 4.4.3).

Nas análises das condições climáticas os dados coletados demonstraram que nos meses de agosto e setembro registraram temperaturas máximas acima de 35 °C em 2 e 21 dias respectivamente (Gráfico 3), e umidade relativa inferior a 25% em 24 e 21 dias, respectivamente (Gráfico 2). Essas condições climáticas desfavoráveis coincidiram com o período de florescimento, comprometendo o pegamento floral e contribuindo com a baixa frutificação observada na maioria dos tratamentos.

Gráfico 2 - Dados de umidade relativa de agosto e setembro



Fonte: Elaborada pelo autor (2025) com dados do Instituto de Pesquisas Meteorológicas (IPMet)

Gráfico 3 - Dados de temperatura de agosto e setembro



Fonte: Elaborada pelo autor (2025) com dados do Instituto de Pesquisas Meteorológicas (IPMet)

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos indicam que a aplicação de diferentes concentrações de *Bacillus aryabhattai* não promoveu diferenças significativas no número médio de frutos por planta. Durante o período experimental, registraram-se temperaturas superiores a 35 °C e umidade relativa inferior a 25% em diversos dias dos meses de agosto e setembro de 2024, coincidindo com a fase de florescimento e pegamento dos frutos. Mesmo com irrigação por microaspersão, tais condições climáticas extremas possivelmente comprometeram a polinização e favoreceram o abortamento floral, resultando em baixa frutificação geral.

Dessa forma, conclui-se que, nas condições do presente estudo, a inoculação de *Bacillus aryabhattai* não foi suficiente para mitigar os efeitos combinados do estresse térmico e hídrico sobre o desenvolvimento e a produtividade das plantas.

7. REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (Brasil). **Impacto da mudança climática nos recursos hídricos do Brasil**. Brasília: ANA, 2024.

Disponível em: https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/api/records/31604c98-5bbe-4dc9-845d-998815607b33/attachments/Mudancas_Climaticas_25012024.pdf. Acesso em: 3 out. 2025.

ALMEIDA, Gabriel. **Mercado interno e externo - Variedades comerciais**. In: SAMPAIO, A. C.; WHATELY, M. C. (Org.). *Abacaticultura Sustentável*. 1. ed. Ponta Grossa: Atenas, 2022. p. 4-14.

ARANA-RUEDAS, Del Piero R.; MOGGIANO, Nabilt. **ENSO Influence on Agricultural Drought Identified by SPEI Assessment in the Peruvian Tropical Andes, Mantaro Valley**. *Manglar, Tumbes*, v. 20, n. 2, p. 157-167, abr. 2023.

Disponível em: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2414-10462023000200157&lng=es&nrm=iso. Acesso em: 26 out. 2025. DOI: 10.57188/manglar.2023.018.

ARCO, M. L. A. **Biología reproductiva del aguacate** (*Persea americana* Mill.). **Implicaciones para la optimización del cuajado**. Málaga, 2009.

AVOBOOK. México 2025. [S. l.], 2025. Disponível em: <https://avobook.com/mercados/mexico-2025/>. Acesso em: 27 out. 2025.

AVOBOOK. **Perú – Produtores de aguacates de Perú**. [S. l.], 15 jul. 2024. Disponível em: <https://avobook.com/productores/productores-aguacates-de-peru/>. Acesso em: 26 out. 2025.

BARBIERI, Marcela; GERALDINI, Fernanda; BOTEON, Margarete. **Abacate**. *Revista Hortifruti Brasil*, v. 21, n. 232, p. 8-15, 2023.

BOLIANI, Aparecido Carlos; PEREIRA, Francisco de Assis; REZENDE, José Luiz Pereira de. **Sistema de podas e reguladores vegetais no manejo da copa do abacateiro**. In: AGUIAR, Ademar Taranto de et al. (Org.). *Citros e outras frutíferas*. Jaboticabal: Funep, 1998. p. 156-165. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/140180/1/AspectosTecnicosdaProducaoPag156165.pdf>. Acesso em: 6 ago. 2025.

BRINGHURST, R. S. **Sexual reproduction in the avocado**. *California Avocado Society Yearbook*, v. 36, p. 210-214, 1952.

CAÑAS-GUTIÉRREZ, Gloria P.; LÓPEZ-HERNÁNDEZ, Felipe; CORTÉS, Andrés J. **Whole genome resequencing of 205 avocado trees unveils the genomic patterns of racial divergence in the Americas**. *International Journal of Molecular Sciences*, [S.l.], v. 26, n. 21, p. 10353, 2025. DOI: 10.3390/ijms262110353. Disponível em: <https://www.mdpi.com/1422-0067/26/21/10353>. Acesso em: 27 out. 2025.

CAVALCANTI, Francisco; HELFAND, Steven M.; MOREIRA, Ajax. **Climate Change, Drought, and Agricultural Production in Brazil**. Montevideo: International Association of Agricultural Economists, 2023. (2023 Inter-Conference Symposium, April 19-21, 2023, Montevideo, Uruguay, 338539). Disponível em: <https://ideas.repec.org/p/ags/iaae23/338539.html>. Acesso em: 26 set. 2025.

DUARTE, Amílcar; LOPES, Rosário; FURTADO, José Francisco; DUARTE, João. **Alguns aspetos da floração e vingamento do abacateiro**. Revista da Associação Médica Brasileira, v. 129, 2018.

DUARTE, Otoniel Ribeiro. **A cultura do abacateiro**. Boa Vista: Embrapa-CPAF-Roraima, 1998. 14 p. (Circular Técnica, 4). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/694244/1/abacateiroCIT.pdf>.

DUARTE, P. F.; CHAVES, M. A.; BORGES, C. D.; MENDONÇA, C. R. B. **Avocado: characteristics, health benefits and uses**. Ciência Rural, v. 46, n. 4, p. 747-754, 2016. DOI: 10.1590/0103-8478cr20141516.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Bactéria encontrada no mandacaru vira bioproduto que promove tolerância à seca em plantas**. Portal Embrapa, 27 abr. 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/60941801/bacteria-encontrada-no-mandacaru-vira-bioproduto-que-promove-tolerancia-a-seca-em-plantas>.

EMBRAPA. **Cientistas usam bactérias para ajudar plantas a resistir à seca**. Embrapa Meio Ambiente, 2017. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/22885691/cientistas-usam-bacterias-para-ajudar-plantas-a-resistir-a-seca>. Acesso em: 26 set. 2025.

FAO. **Ripe for change: adapting avocado production to a changing climate**. Revised. Rome: FAO, 2024. (Sustainable Tropical Fruits, No. 4). Disponível em: <https://doi.org/10.4060/cc7119en>. Acesso em: 18 out. 2024.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). **FAOSTAT: Statistical Database**. Rome: FAO, [s.d.]. Disponível em: <https://www.fao.org/faostat/en/>. Acesso em: 25 out. 2025.

GODINHO, Bárbara Temponi Vilarino; TAVARES, Amanda Nayê Guimarães; LANA, Ubiraci Gomes de Paula; SOUSA, Sylvia Moraes de; OLIVEIRA-PAIVA, Christiane Abreu de; MARRIEL, Ivanildo Evódio; GOMES, Eliane Aparecida. **Isolamento e potencial uso de bactérias do gênero Bacillus na promoção de crescimento de plantas em condições de déficit hídrico**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2019. 24 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 192). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1114738>. Acesso em: 26 set. 2025.

GONÇALVES, Bruno; SAMPAIO, Aloísio. **Fenologia das variedades de abacate e avocado ‘Hass’**. In: SAMPAIO, A. C.; WHATELY, M. C. (Org.). Abacaticultura Sustentável. 1. ed. Ponta Grossa: Atenas, 2022.

GUERRERO-BAENA, M. Dolores; GÓMEZ-LIMÓN, José A. **Insuring water supply in irrigated agriculture: a proposal for hydrological drought index-based insurance in Spain**. Water, v. 11, n. 4, p. 686, 2019. DOI: 10.3390/w11040686. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2073-4441/11/4/686>. Acesso em: 25 out. 2025.

GUMUS, Veysel; EL MOÇAYD, Nabil; SEKER, Mehmet; SEAID, Mohammed. **Future projection of droughts in Morocco and potential impact on agriculture**. Journal of Environmental Management, v. 367, p. 122019, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2024.122019>.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Produção de abacate no Brasil**. 2024. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/abacate/br>. Acesso em: 18 out. 2025.

IPMET – INSTITUTO DE PESQUISAS METEOROLÓGICAS. **Dados meteorológicos de Bauru/SP: junho a outubro de 2024**. UNESP, 2025. Disponível em: <http://www.ipmet.unesp.br/>

LEONEL, Sarita; SAMPAIO, Aloísio Costa. **Abacate: aspectos técnicos da produção**. São Paulo: UNESP, 2008. 239 p.

LI, Lang; LIU, Bing; SONG, Yu; MENG, Hong-Hu; CI, Xiu-Qin; CONRAN, John G.; DE KOK, Rogier P. J.; MORAES, Pedro Luís Rodrigues de; YE, Jun-Wei; TAN, Yun-Hong; LIU, Zhi-Fang; MERWE, Marlien van der; VAN DER WERFF, Henk; YANG, Yong; ROHWER, Jens G.; LI, Jie. Global advances in phylogeny, taxonomy and biogeography of Lauraceae. *Plant Diversity*, v. 47, n. 3, p. 229-247, 2025. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.pld.2025.04.001>.

LOPES, Rosário; DUARTE, João; DUARTE, Amílcar. **Sincronia floral de quatro cultivares de abacateiro (*Persea americana* Mill.)**, no Algarve. *Actas Portuguesas de Horticultura*, v. 32, p. 232-237, 2020.

MAY, André et al. **Promoção de crescimento de mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar inoculadas com *Bacillus aryabhattai* em diferentes frequências de irrigação**. Jaguariúna, SP: Embrapa Meio Ambiente, 2019. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1107857/1/boletim80Andre.pdf>. Acesso em: 24 out. 2025.

MÉNDEZ HERNÁNDEZ, Clemente; GRYCZ, Alicja; RIOS MESA, Domingo; RODRÍGUEZ GALDÓN, Beatriz; RODRÍGUEZ-RODRÍGUEZ, Elena M. **The Quality Evaluation of Avocado Fruits (*Persea americana* Mill.) of Hass Produced in Different Localities on the Island of Tenerife, Spain**. *Foods*, v. 13, n. 7, p. 1058, 2024. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2304-8158/13/7/1058>. Acesso em: 26 out. 2025. DOI: 10.3390/foods13071058.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, DO DESENVOLVIMENTO RURAL E DAS PESCAS. DIREÇÃO-GERAL DE AGRICULTURA E DESENVOLVIMENTO RURAL. **Produção integrada da cultura do abacateiro**. Lisboa: DGADR, 2010. 83 p. (Divulgação, ISSN 0872-3249; 323). ISBN 978-972-8649-81-4. Disponível em: <https://www.dgadr.gov.pt/mediateca/send/8-protecao-e-producao-integradas/59-producao-integrada-da-cultura-do-abacateiro>. Acesso em: 6 ago. 2025.

NASRI, Chaimae; HALABI, Yasmina; HARHAR, Hicham; MOHAMMED, Faez; BELLAOUCHOU, Abdelkadir; GUENBOUR, Abdallah; TABYAOU, Mohamed. **Chemical characterization of oil from four Avocado varieties cultivated in Morocco**. *OCL*, v. 28, p. 19, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1051/ocl/2021008>. Acesso em: 26 out. 2025.

OECD/FAO. **OECD-FAO Agricultural Outlook 2025-2034**. Paris: OECD Publishing; Rome: FAO, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.1787/601276cd-en>.

OLIVEIRA, Willams; CRUZ-NETO, Oswaldo; SILVA, Jéssica L. S.; TABARELLI, Marcelo; PERES, Carlos A.; LOPES, Ariadna V. **Climate change will lead to local extinctions and mismatched range contractions disrupting bee-dependent crop**

pollination. *Frontiers in Bee Science*, v. 3, p. 1510451, 2025. DOI: <https://doi.org/10.3389/frbee.2025.1510451>.

PAREDES-TREJO, Franklin; BARBOSA, Humberto Alves; DALDEGAN, Gabriel Antunes; TEICH, Ingrid; GARCÍA, César Luis; KUMAR, T. V. L.; BURITI, Catarina de Oliveira. **Impact of Drought on Land Productivity and Degradation in the Brazilian Semiarid Region.** *Land*, v. 12, n. 5, art. 954, 25 abr. 2023. DOI: 10.3390/land12050954.

RAMÍREZ-GIL, J. G.; CORREDOR, M. M.; HERNÁNDEZ, C. A.; MORALES, J. G. **Phenological variations of avocado cv. Hass and their responses under tropical conditions.** *Plants*, Basel, v. 12, n. 19, p. 3470, 2023. DOI: <https://doi.org/10.3390/plants12193470>.

Research, Society and Development. Water stress in plants: a review, [S. l.], v. 10, n. 15, p. e3111101523155, 2021. DOI: [10.33448/rsd-v10i15.23155](https://doi.org/10.33448/rsd-v10i15.23155). Disponível em: <https://rsdjournal.org/rsd/article/view/23155>. Acesso em: 24 sep. 2025.

SANTOS, Juliana; VIANA, Matheus; MARIANO, Cléa; MENEZES, Rodolpho; NERY, Davi; BRANDÃO, Simone. **Mudanças climáticas e o declínio das abelhas.** *Terra e Didática*, v. 18, 2022. DOI: 10.20396/td.v18i00.8669210.

SÁNCHEZ GUIJOSA, K. A.; MURRAY-TORTAROLO, G.; MARTÍNEZ SALGADO, M. **The impact of climate variability on agricultural employment in Mexico from 1980–2017.** *PLoS ONE*, v. 20, n. 2, e0313891, 2025. DOI: 10.1371/journal.pone.0313891. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85217535079&doi=10.1371%2Fjournal.pone.0313891&partnerID=40&md5=2a61c7950a67c95ef9504d95be53425b>. Acesso em: 25 out. 2025.

SCHILLERBERG, T. A., & TIAN, D. (2024). **Global assessment of compound climate extremes and exposures of population, agriculture, and forest lands under two climate scenarios.** *Earth's Future*, 12, e2024EF004845. <https://doi.org/10.1029/2024EF004845>

SOUZA, Isabella; AGUIAR, Lorena; REZENDE, Cláudia. **Inoculação do *Bacillus aryabhattai* e os efeitos na produtividade do milho.** *Research, Society and Development*, v. 14, n. 2, e10414248266, 2025. DOI: 10.33448/rsd-v14i2.48266. Disponível em: <https://doi.org/10.33448/rsd-v14i2.48266>. Acesso em: 24 out. 2025.

TAIZ, Lincoln; MØLLER, Ian M.; MURPHY, Angus; et al. **Fisiologia e Desenvolvimento Vegetal.** 7. ed. Porto Alegre: ArtMed, 2024. E-book. p.169. ISBN 9786558822127. Disponível em: <https://app.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9786558822127/>. Acesso em: 24 set. 2025

VALE, Tásia Moura Cardoso do. **Influência dos extremos climáticos e do balanço hídrico na produtividade agrícola.** 2021. 140f. Tese (Doutorado em Ciências Climáticas) - Centro de Ciências Exatas e da Terra, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2021.

VIEIRA, M. L.; CUNHA, A. J. da; SOUZA, D. S. **ORGANOMINERAL ASSOCIADO A BACILLUS ARYABHATAI COMO ATENUADOR DO DÉFICIT HÍDRICO EM MUDAS DE CAFÉ.** *Revista Vitae - Educação, Saúde &*

Meio Ambiente, [S. l.], v. 1, n. 9, 2021. Disponível em:
<https://revistas.unicerp.edu.br/index.php/vitae/article/view/2525-2771-v1n9-9>. Acesso
em: 24 out. 2025.

WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION. **WMO Statement on the State of
the Global Climate in 2024**. Geneva, 2025. Disponível em:
<https://public.wmo.int/en/our-mandate/climate/wmo-statement-state-of-global-climate>.
Acesso em: 26 out. 2025.