

Estudo da necessidade hídrica do abacaxi no contexto climático de Tarauacá, Acre

Study of the water needs of pineapple in the climate context of Tarauacá, Acre

Estudio de las necesidades hídricas de la piña com el contexto climático de Tarauacá, Acre

Recebido: 15/01/2025 | Revisado: 24/01/2025 | Aceitado: 24/01/2025 | Publicado: 27/01/2025

Lázaro Pereira de Oliveira

ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-5338-9534>
Universidade Federal do Acre, Brasil
E-mail: lazaro.oliveira@sou.ufac.br

Jefferson Vieira José

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1384-0888>
Universidade Federal do Acre, Brasil
E-mail: jefferson.jose@ufac.br

Emanuel Moraes de Souza

ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-6950-8940>
Universidade Federal do Acre, Brasil
E-mail: emanuel.souza@sou.ufac.br

José Epitácio dos Santos Neto

ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-5586-6456>
Universidade Federal do Acre, Brasil
E-mail: jose.epitacio@sou.ufac.br

Kelly Nascimento Leite

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1919-9745>
Universidade Federal do Acre, Brasil
E-mail: kelly.leite@ufac.br

Kleber Andolfato de Oliveira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6274-2489>
Universidade Federal do Acre, Brasil
E-mail: kleber.oliveira@ufac.br

Resumo

O cultivo do abacaxi em Tarauacá, Acre, constitui uma prática agrícola relevante para a economia regional. Este estudo objetiva avaliar a aptidão agroclimática e os riscos climáticos associados ao cultivo na área. Foram analisados dados meteorológicos — temperatura do ar, umidade relativa média, precipitação pluvial e evapotranspiração de referência Penman-Monteith (ET_o) — coletados do banco de dados de Xavier et al. (2022), abrangendo 18 anos (2001-2019). A capacidade de água disponível (28,28 mm) e a água facilmente disponível (16,97 mm) do solo serviram como variáveis centrais na modelagem do balanço hídrico normal e sequencial em base mensal. Para mensurar o Índice de Satisfação da Necessidade de Água (ISNA), foi calculada a relação entre a Evapotranspiração da cultura (ET_c) e a ET_o mensal. A precipitação revelou alta variabilidade sazonal, concentrando-se de outubro a maio, com período seco de junho a setembro. A análise revela uma aptidão agroclimática favorável para o cultivo, com temperaturas adequadas e precipitações anuais consistentes; contudo, o déficit hídrico nos meses mais secos sugere desafios para práticas de irrigação e manejo hídrico.

Palavras-chave: Aptidão agroclimática; Balanço hídrico; Riscos climáticos.

Abstract

Pineapple cultivation in Tarauacá, Acre, constitutes an agricultural practice relevant to the regional economy. This study aims to evaluate the agro-climatic suitability and climatic risks associated with cultivation in the area. Meteorological data were analyzed — air temperature, mean relative humidity, rainfall and Penman-Monteith reference evapotranspiration (ET_o) — collected from the database of Xavier et al. (2022), covering 18 years (2001-2019). Available water capacity (28.28 mm) and readily available water (16.97 mm) of the soil served as central variables in modeling the normal and sequential water balance on a monthly basis. To measure the Water Need Satisfaction Index (ISNA), the relationship between crop Evapotranspiration (ET_c) and monthly ET_o was calculated. Precipitation revealed high seasonal variability, concentrated from October to May, with a dry period from June to September. The analysis reveals a favorable agroclimatic suitability for cultivation, with adequate temperatures and consistent annual rainfall; however, water deficits in the driest months suggest challenges for irrigation and water management practices.

Keywords: Agroclimatic suitability; Water balance; Climate risks.

Resumen

El cultivo de piña en Tarauacá, Acre, constituye una práctica agrícola relevante para la economía regional. Este estudio tiene como objetivo evaluar la idoneidad agroclimática y los riesgos climáticos asociados al cultivo en la zona. Se analizaron datos meteorológicos — temperatura del aire, humedad relativa media, precipitaciones y evapotranspiración de referencia de Penman-Monteith (ET_o) — recopilados de la base de datos de Xavier et al. (2022), que abarca 18 años (2001-2019). La capacidad de agua disponible (28,28 mm) y el agua fácilmente disponible (16,97 mm) del suelo sirvieron como variables centrales en el modelado mensual del balance hídrico normal y secuencial. Para medir el Índice de Satisfacción de Necesidad de Agua (ISNA), se calculó la relación entre la Evapotranspiración del cultivo (ET_c) y la ET_o mensual. Las precipitaciones mostraron una alta variabilidad estacional, concentrándose de octubre a mayo, con un período seco de junio a septiembre. El análisis revela una idoneidad agroclimática favorable para el cultivo, con temperaturas adecuadas y precipitaciones anuales consistentes; sin embargo, los déficits de agua en los meses más secos sugieren desafíos para las prácticas de riego y gestión del agua.

Palabras clave: Idoneidad agroclimática; Balance hídrico; Riesgos climáticos.

1. Introdução

O abacaxi é uma das frutas tropicais mais relevantes no cenário agrícola global. Países como Costa Rica, Indonésia, Brasil, Filipinas e China se destacam como os maiores produtores. Em 2021, a produção mundial de abacaxi atingiu 28.647.865,69 toneladas. Os cinco maiores produtores foram Costa Rica, com 2.938,33 toneladas, seguida por Indonésia (2.886,41 toneladas), Filipinas (2.860,20 toneladas), Brasil (2.317,55 toneladas) e China (1.899,00 toneladas) (FAOSTAT, 2023). Esse cultivo possui grande importância tanto para o mercado doméstico quanto para o internacional, sendo um fator de destaque na economia de diversos países tropicais.

No Brasil, o abacaxi é uma cultura de expressiva relevância, com destaque para a região amazônica, onde o Acre é considerado um dos centros de origem dessa fruta. Cidades como Tarauacá, Rio Branco e Cruzeiro do Sul são exemplos de localidades com forte tradição no cultivo de abacaxi (Andrade Neto et al., 2011). A região amazônica possui características climáticas únicas, com variações significativas na distribuição de chuvas e nas temperaturas ao longo do ano, o que impacta diretamente a demanda hídrica do abacaxi, especialmente nas fases críticas de desenvolvimento da planta, como o crescimento vegetativo e a floração. Esse contexto realça a importância de um manejo hídrico adequado, uma vez que a falta de controle na irrigação pode resultar em perdas de produtividade e qualidade dos frutos ou em problemas fitossanitários decorrentes de excesso de umidade (Cavalcante et al., 2024; Matos et al., 2006).

Para atender a essas demandas e melhorar a eficiência no uso da água, o balanço hídrico climático (BHC) torna-se uma ferramenta fundamental. O BHC, de forma resumida, refere-se à contabilidade da água presente no solo, calculando as entradas e saídas de água no sistema (Silva & Bracht, 2010). No caso do solo cultivado, o balanço hídrico é a contabilização dos fluxos de entrada e saída de água, expressos em volume e em uma unidade de tempo (Libardi, 2005). A metodologia para estimar o balanço hídrico foi inicialmente proposta por Thornthwaite (1948) e posteriormente aprimorada por Thornthwaite e Mather (1955). Esse monitoramento permite ajustar o armazenamento de água no solo, considerando fatores como a textura do solo, a profundidade das raízes e o fluxo de água. Contudo, o balanço hídrico em cultivos agrícolas enfrenta o desafio da alta variabilidade das variáveis envolvidas, devido às diferenças nos tipos de solo, nas camadas e formações, além das variações na cobertura vegetal durante as diferentes fases do desenvolvimento das culturas (Pinheiro, 2010).

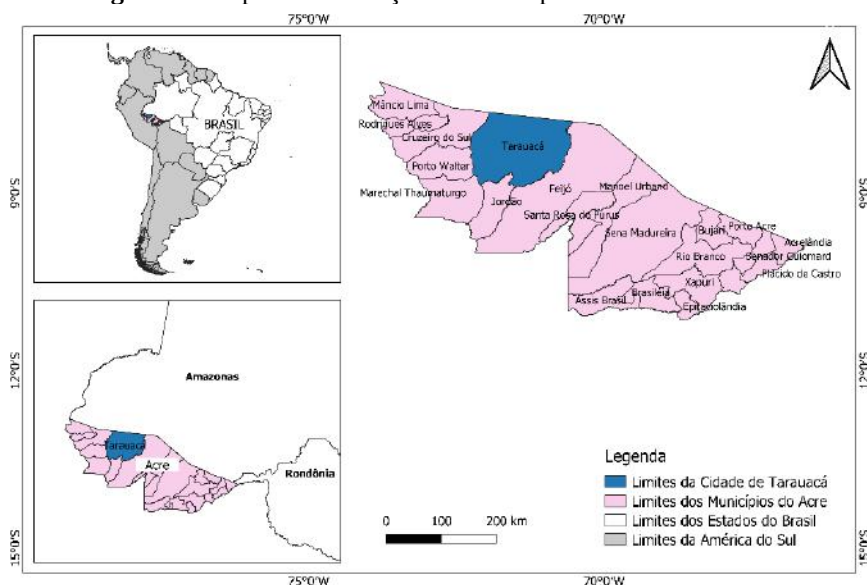
Considerando a importância do manejo hídrico para a produção de abacaxi, é essencial entender as necessidades hídricas do abacaxizeiro ao longo de seu ciclo fenológico. Essas necessidades variam ao longo do tempo, dependendo do estágio de desenvolvimento e da umidade do solo, podendo oscilar entre 1,3 e 5,0 mm por dia (Py et al., 1984; Cunha et al., 1999; Almeida & Souza, 2011). As fases de crescimento vegetativo e floração são particularmente críticas, pois apresentam as maiores demandas de água, e a disponibilidade hídrica insuficiente pode prejudicar a produção, o tamanho, o peso e a qualidade dos frutos (Carvalho et al., 2005; Souza & Torres, 2011).

Dessa forma, o presente estudo tem como objetivo avaliar a necessidade hídrica do abacaxi no município de Tarauacá, Acre, e analisar a adequação agroclimática dessa cultura. Através da compreensão das demandas de água em diferentes estágios do ciclo de crescimento e das condições climáticas locais, busca-se fornecer informações técnicas que auxiliem na otimização do uso dos recursos hídricos, promovendo a sustentabilidade agrícola e a viabilidade econômica do cultivo do abacaxi na região.

2. Metodologia

Realizou-se uma investigação de natureza quantitativa, e do tipo pesquisa de campo (Pereira et al., 2018; Gil, 2017). Os dados coletados tiveram tratamento de estatística descritiva simples com uso, por exemplo de valores médios, máximos e mínimos (Shitsuka et al., 2014). O estudo foi conduzido no município de Tarauacá, situado na região noroeste do estado do Acre, Brasil, a aproximadamente 381 km da capital, Rio Branco. A cidade tem uma população estimada de 43.464 habitantes, sendo o terceiro município mais populoso do Acre, com uma área territorial de 20.169,485 km², sendo a terceira maior extensão territorial do estado (IBGE, 2023). Localizado a uma altitude de 179 metros, o município encontra-se nas coordenadas geográficas de 8° 8' 8" S e 70° 45' 54" W. No âmbito das suas fronteiras, limita-se ao norte com os municípios amazonenses de Ipixuna, Eirunepé e Envira; ao sul com Jordão; ao leste com Feijó; e a oeste e sudoeste com Cruzeiro do Sul, Porto Walter e Marechal Thaumaturgo (IBGE, 2023), conforme demonstrado na Figura 1.

Figura 1 - Mapa de localização do município de Tarauacá - Acre.



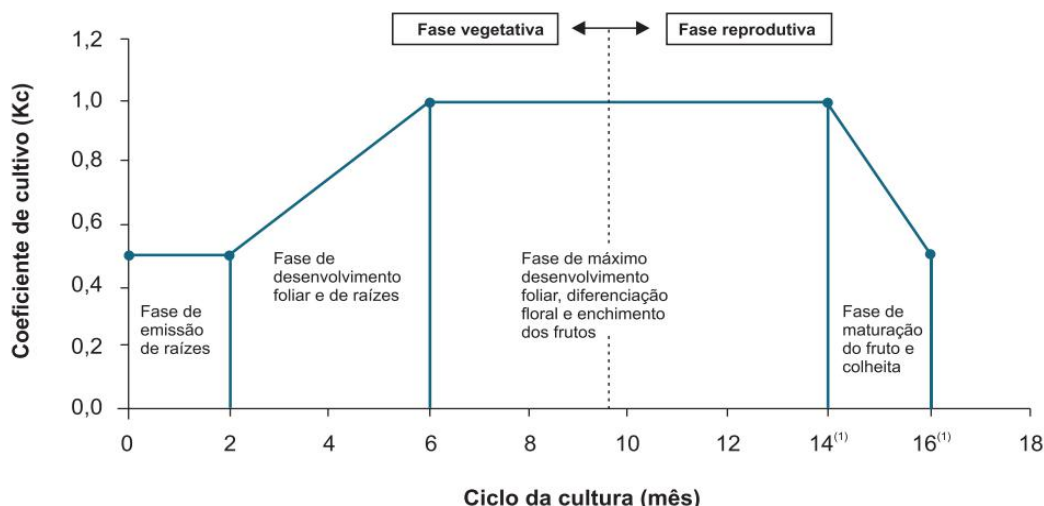
Fonte: Dados da pesquisa.

Segundo a classificação climática de Köppen e Geiger, a região de Tarauacá apresenta um clima tropical úmido Am, caracterizado por um período seco com precipitação pluvial inferior a 60 mm (Uchoa et al., 2024). O período seco se estende de abril a outubro, enquanto o período úmido dura de novembro a março, concentrando aproximadamente 81% da precipitação anual (1845 mm) neste intervalo (Sousa, 2020). A temperatura média anual é de 25,9°C, com máximas de até 33,6°C e mínimas de 19,5°C.

Foram utilizados dados climáticos históricos de Tarauacá com base em uma série de 18 anos (2001 a 2019), obtidos do banco de dados de Xavier et al. (2022), que interpola dados diários de múltiplas fontes e fornece resoluções de 0,1° x 0,1°, incluindo precipitação pluvial (Ppt, mm), temperatura média do ar (Tmed, °C), evapotranspiração de referência (ET_o, mm) e

umidade relativa (UR, %). A evapotranspiração de referência (ET_o) e o coeficiente de cultura (K_c) foram utilizados para estimar a evapotranspiração da cultura (ET_c). O coeficiente de cultivo do abacaxi (K_c) segue Souza et al. (2009), conforme representado na (Figura 2): fase de emissão de raízes, K_c = 0,5; fase de desenvolvimento foliar e radicular, K_c = 0,5 a 1,0; máximo desenvolvimento foliar, diferenciação floral e enchimento dos frutos, K_c = 1,0; e fase de maturação do fruto e colheita, K_c de 1,0 a 0,5 (Pereira, 2006).

Figura 2 - Estádios de desenvolvimento do abacaxizeiro com os seus prováveis coeficientes de cultivo (K_c).



Fonte: Almeida (2001).

A Capacidade de Água Disponível (CAD) para a cultura do abacaxi foi calculada em 28,28 mm, considerando-se uma profundidade de sistema radicular (Z_r) de 20 cm e os valores médios de Água Disponível (AD) de três classes de solo representativas: Argissolo Vermelho-Amarelo Aluminífero (1,404 mm cm⁻¹), Luvisolo Crômico Órtico (1,414 mm cm⁻¹) e Luvisolo Háplico Órtico (1,484 mm cm⁻¹). A CAD foi expressa em m³ de água por m³ de solo, conforme a Equação 1.

$$CAD = AD \times Z_r \quad (1)$$

Em que:

AD: Água disponível do solo;

Z_r: Profundidade da raiz.

A Água Facilmente Disponível (AFD) é definida como a fração (f) que pode ser retida no solo sem afetar o desenvolvimento vegetal (Doorenbos e Kassam, 1994). Assim, a deficiência hídrica ocorre quando a água do solo diminui abaixo de f, resultando em diminuição de crescimento e produção (Matos et al., 2006). A AFD (16,968 mm) foi calculada como o produto entre CAD e o fator de disponibilidade (f = 0,6) (Allen et al., 1998), conforme a Equação 2.

$$AFD = CAD \times f \quad (2)$$

Em que:

CAD: Capacidade de armazenamento de água do solo;

f: Fator de disponibilidade de água no solo.

Com base nos dados de evapotranspiração de referência (ET_o), precipitação e armazenamento de água no solo (AFD), aplicou-se o método de Thornthwaite e Mather (1955) para elaborar o balanço hídrico mensal. Este método permite quantificar a evapotranspiração real (ETR), a deficiência hídrica (DEF), o excesso hídrico (EXC) e o armazenamento de água no solo

(ARM), considerando o período de 18 meses, correspondente ao ciclo de desenvolvimento do abacaxizeiro (Matos et al., 2014).

Para avaliar o risco climático da área de estudo, foi calculado o Índice Hídrico (Ih) conforme a Equação 3, utilizando dados anuais de evapotranspiração potencial (ETP), EXC e DEF.

O Índice de Satisfação da Necessidade de Água (ISNA) foi obtido pela razão ETR/ETc em escala mensal. A classificação final de risco climático, incluindo aptidões térmica e hídrica para o cultivo do abacaxi, foi definida com base na Tabela 1. O software R Statistical® (R Core Team, 2023) e seus pacotes dplyr (Wickham et al., 2021), ggplot2 (Wickham, 2016) e lattice (Sarkar et al., 2020) foram utilizados para a análise dos dados e geração de gráficos.

Tabela 1 - Índice de satisfação da necessidade de água, categorias de risco climático e classes de aptidão térmica e hídrica para o plantio do abacaxi.

Classe	Período	Apta – Baixo risco climático	Marginais – Médio risco climático	Inapta – Alto risco climático
Exigências térmicas ¹	Anual	29°C – 32°C	20°C – 32°C	> 32°C e < 20°C
Exigências hídricas ²	Anual	> 500 mm	180 – 500 mm	< 180 mm
	Estival	> 100 mm	45 – 100 mm	< 45 mm
ISNA ³	Mensal	ISNA ≥ 0,65	0,45 < ISNA < 0,65	≤ 0,65

¹ Temperatura do ar média; ² Precipitação pluvial acumulada; ³ Índice de satisfação da necessidade de água. Fonte: Elaborado pelos autores.

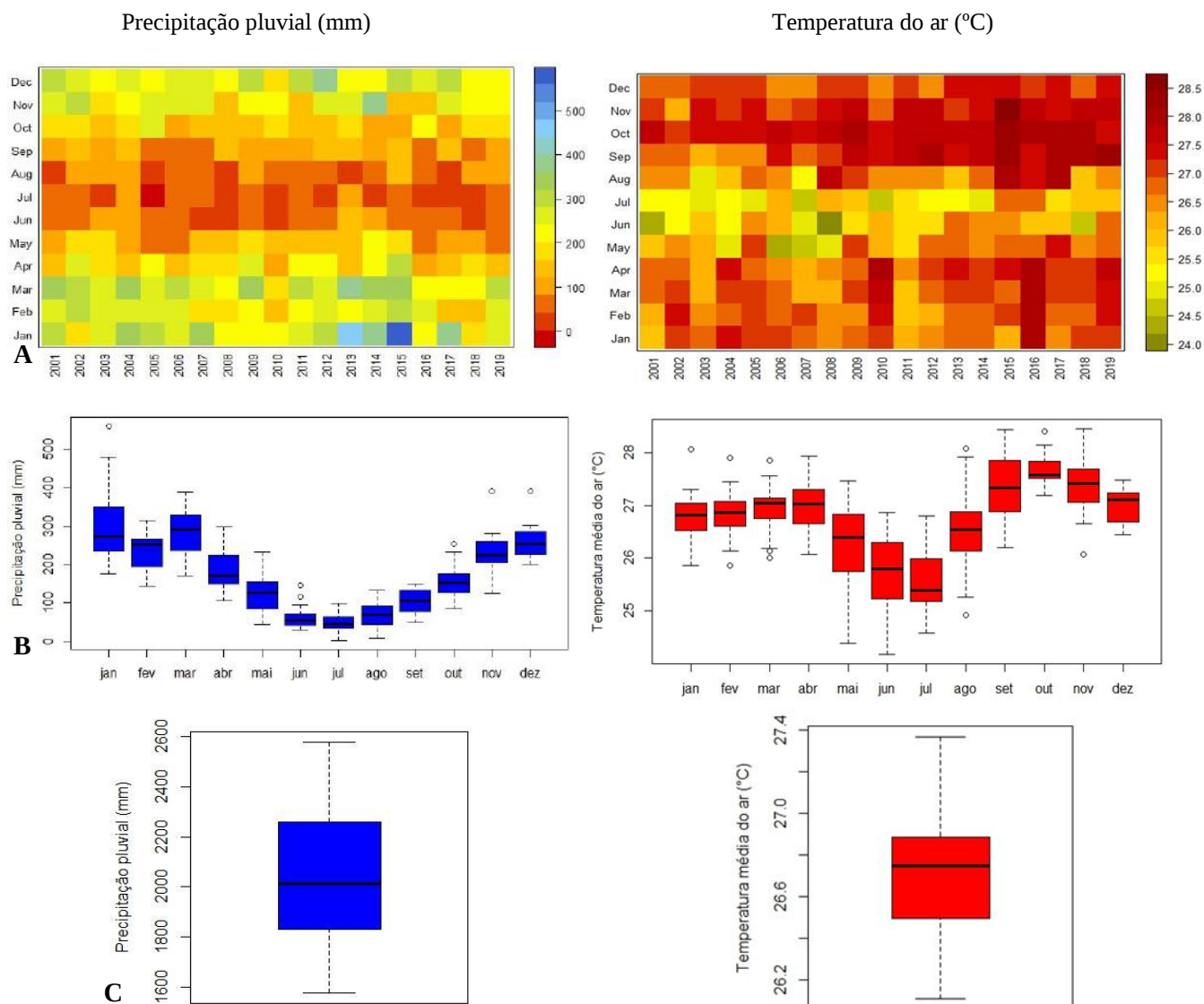
3. Resultados e Discussão

A Figura 3 apresenta uma análise detalhada da precipitação pluvial e temperatura do ar médias mensais e anuais no município de Tarauacá-AC. A média mensal de precipitação é de 200,29 mm, destacando-se um pico em janeiro de 2015, com 558,98 mm, e um mínimo em julho de 2016, com 23,21 mm (Figura 3A). Observa-se um declínio na precipitação entre abril e julho, seguido por um aumento em agosto, com janeiro sendo o mês de maior variabilidade de precipitação. O boxplot indica uma estação chuvosa predominante entre os meses de outubro e maio, enquanto o período seco, de junho a setembro, apresenta uma média acumulada de 436,75 mm (Figura 3B). Considerando os dados anuais, as médias de precipitação pluviométrica para o município de Tarauacá-AC revelam uma média anual de 2040,67 mm, com valores extremos de 2578,19 mm em 2015 e 1577,19 mm em 2010 (Figura 3A e 3C).

De acordo com a Tabela 1 sobre exigências hídricas, precipitações anuais superiores a 500 mm indicam um baixo risco climático para o cultivo, classificando a região como "Apta – Baixo risco climático". As médias anuais de precipitação e os valores observados tanto no período seco quanto no chuvoso atendem plenamente às necessidades hídricas, sinalizando um ambiente propício ao desenvolvimento da cultura. O abacaxizeiro, em particular, exige uma precipitação mensal entre 60 mm e 100 mm (PY et al., 1984). Em regiões onde a pluviosidade anual é inferior a 500 mm, Neild e Boshell (1976) destacam que a irrigação se torna essencial para o sucesso do cultivo. Além disso, a cultura mostra uma tolerância significativa à variação de precipitação, sendo considerado aceitável um intervalo de 600 a 2500 mm anuais (Maia et al., 2023; Cunha et al., 1999).

A temperatura média do ar anual em Tarauacá-AC é de 26,58°C, com um valor máximo registrado de 27,36°C em 2016 e um mínimo de 26,10°C em 2007. A temperatura média do ar mensal atingiu seu pico em outubro, registrando 27,41°C, enquanto o ponto mais baixo foi observado em janeiro de 2008, com 26,68°C (Figura 3A e 3B). Segundo a Tabela 1 de exigências térmicas, temperaturas médias anuais entre 20°C e 32°C indicam um risco climático médio para a cultura, o que se enquadra na categoria marginal. Desse modo, a temperatura média anual da região classifica-se como Marginal.

Figura 3 - Precipitação pluvial e temperatura do ar mensal e anual entre 2001 e 2019, no município de Tarauacá, Acre.



Fonte: Dados da pesquisa.

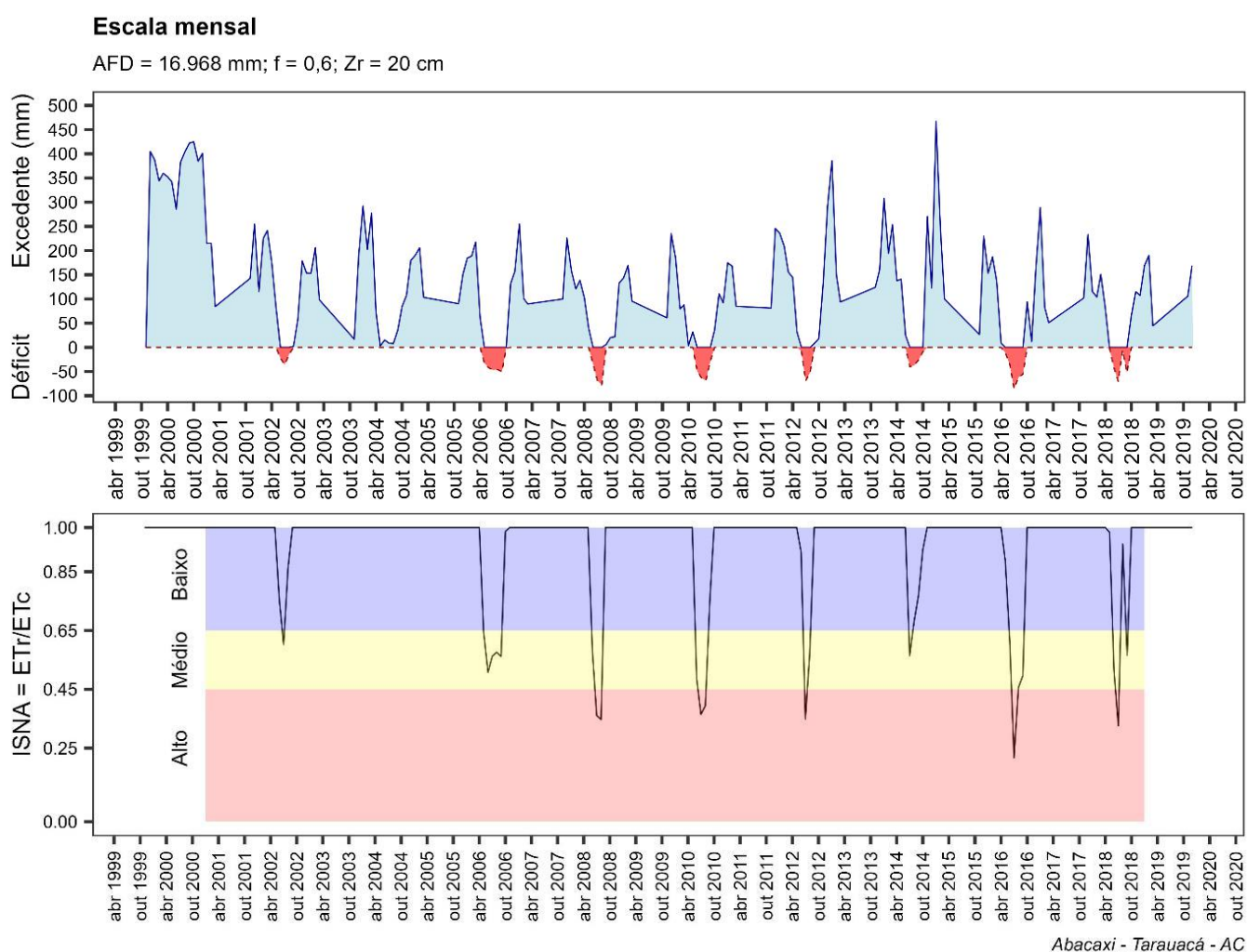
A Figura 4A demonstra que, com base na água facilmente disponível do solo (AFD), o conteúdo de água no solo apresentou um acentuado déficit iniciado em junho de 2002, com 22,28 mm, que aumentou para 35,67 mm em julho e atingiu 14,63 mm em agosto, totalizando uma média de 72,59 mm para esses meses. No ano de 2006, o período seco, compreendido entre maio e outubro, acumulou um déficit de 219,03 mm, enquanto 2016 registrou o período mais seco da série histórica, com 249,28 mm de déficit entre os mesmos meses. Em contrapartida, apenas nos anos 2000 e 2004 não foi observado déficit hídrico.

De acordo com o Índice de Satisfação da Necessidade de Água (ISNA) apresentado na Figura 4B, foram identificados períodos de alto risco climático ao longo dos anos que possivelmente afetaram o desenvolvimento da cultura do abacaxi. Especificamente, condições climáticas desfavoráveis foram registradas nos meses de junho de 2006, agosto e setembro de 2008, junho, julho e agosto de 2010, julho de 2012, julho, agosto e setembro de 2016, e junho e julho de 2018, sugerindo possíveis impactos adversos na cultura.

Com base nas observações apresentadas, os períodos críticos identificados podem ter induzido não apenas a escassez de água, mas também temperaturas extremas e eventos climáticos adversos. Tais condições contribuíram para a desidratação das

plantas, refletindo-se em uma provável redução no crescimento e na produtividade dos frutos. Entre os fatores mais prejudiciais, destacam-se as temperaturas extremas, capazes de causar queimaduras nas folhas e frutos, comprometendo tanto a qualidade quanto o rendimento da colheita. Adicionalmente, as secas prolongadas ocasionam danos físicos às plantações, interrompendo o ciclo de crescimento e desenvolvimento do abacaxi, o que pode comprometer o sucesso produtivo dessa cultura em longo prazo.

Figura 4 - Balanço hídrico mensal sequencial (A) e Índice de Satisfação da Necessidade de Água (ISNA) (B), limitado pela água facilmente disponível (AFD) ao longo do ciclo do abacaxi de 17 meses (novembro a março) em Tarauacá, Acre.



Fonte: Dados da pesquisa.

A análise dos dados apresentados na Tabela 2 revela as diferentes fases do desenvolvimento da cultura do abacaxi, além dos valores de déficit hídrico associados a cada etapa. Durante as fases iniciais, como a de emissão de raízes e o desenvolvimento foliar e radicular, não foram observados problemas significativos de estresse hídrico. Entretanto, nas fases de máximo desenvolvimento foliar, diferenciação floral e enchimento dos frutos, as médias mensais de déficit hídrico começam a indicar riscos potenciais para a cultura, especialmente entre os meses de maio e outubro, quando o déficit acumulado atinge 134,11 mm. O mês de julho se destaca como o período de maior média de déficit hídrico, com 47,82 mm, caracterizando-se como uma fase crítica para o desenvolvimento do abacaxi. Em contrapartida, durante a fase de maturação do fruto e colheita,

nos meses de janeiro, fevereiro e março, não se registra déficit hídrico, indicando que a cultura não enfrenta problemas de escassez de água nesse período, conforme ilustrado na Tabela 2.

Na fase inicial de emissão de raízes, que ocorre nos meses de novembro e dezembro, tanto o Índice de Satisfação da Necessidade de Água (ISNA) quanto a evapotranspiração real (ET_r) mantêm-se em níveis estáveis, com valores próximos de 1,00, o que indica condições hídricas favoráveis e boa disponibilidade de água para as plantas. A significativa precipitação pluvial contribui para esse equilíbrio hídrico, resultando em um déficit hídrico nulo. À medida que a cultura avança para a fase de desenvolvimento foliar e radicular, de janeiro a abril, os valores de ET_r e precipitação continuam altos, atendendo à demanda crescente de água, mas mantendo o déficit hídrico próximo de zero, evidenciando um manejo eficiente da água nessa fase crítica.

Contudo, durante as fases de máximo desenvolvimento foliar, diferenciação floral e enchimento dos frutos, que ocorrem entre maio e outubro, surgem desafios na disponibilidade de água para a cultura. O ISNA passa a apresentar uma redução, sugerindo que as necessidades hídricas das plantas não estão sendo totalmente supridas. A evapotranspiração real permanece elevada, enquanto a precipitação pluvial diminui consideravelmente, levando a um aumento expressivo do déficit hídrico, especialmente nos meses de julho e agosto, períodos críticos que podem comprometer o crescimento e a produtividade do abacaxi.

Na fase de maturação do fruto e colheita, de novembro a março, observa-se uma recuperação das condições hídricas, com o ISNA retornando a 1,00 e o déficit hídrico novamente nulo, indicando uma recuperação das plantas após o período de estresse hídrico. Ao longo de todo o ciclo de cultivo, verifica-se que a evapotranspiração real supera a precipitação, resultando em um déficit hídrico acumulado. Esse cenário ressalta a importância de um manejo hídrico adequado para o cultivo do abacaxi em Tarauacá, especialmente nos períodos mais secos.

Tabela 2 - Valores médios mensais do Índice de Satisfação da Necessidade de Água (ISNA), evapotranspiração real (ET_r), precipitação pluvial e o déficit hídrico mensal para a cultura do abacaxi em Tarauacá, Acre.

Fases do abacaxi	Mês	ISNA	ET _r	Precipitação	Déficit hídrico
			(mm)		
Fase de emissão de raízes	01 – Nov	1,00	29,72	128,65	0,00
	02 – Dez	1,00	51,89	284,47	0,00
Fase de desenvolvimento foliar e raízes	03 – Jan	1,00	54,54	268,07	0,00
	04 – Fev	1,00	58,84	244,38	0,00
	05 – Mar	1,00	76,94	278,94	0,00
	06 – Abr	1,00	87,30	201,73	0,00
Fase de máximo desenvolvimento foliar, diferenciação floral e enchimento dos frutos	07 – Mai	0,95	86,67	150,47	4,50
	08 – Jun	0,74	63,46	88,56	23,30
	09 – Jul	0,53	51,71	88,31	47,82
	10 – Ago	0,68	74,33	115,50	36,25
	11 – Set	0,81	91,79	144,39	21,22
	12 – Out	0,99	115,68	200,87	1,02
	13 – Nov	1,00	106,00	256,17	0,00
	14 – Dez	1,00	102,03	282,39	0,00
Fase de maturação do fruto e colheita	15 – Jan	1,00	93,15	337,45	0,00
	16 – Fev	1,00	62,32	235,56	0,00
	17 – Mar	1,00	14,60	99,11	0,00
Acumulado			861,74	1998,78	134,11

Fonte: Dados da pesquisa.

4. Conclusão

A avaliação da aptidão agroclimática e do risco climático na região indicou risco médio para o cultivo do abacaxi, com temperaturas entre 20°C e 32°C e precipitação significativa, especialmente de outubro a maio, com média mensal de 60 mm a 100 mm, totalizando uma média anual de 2040,67 mm. No entanto, períodos de déficit hídrico foram identificados entre junho e setembro, com médias mensais variando de 4,50 mm a 47,82 mm e um total acumulado de 134,11 mm. A análise do balanço hídrico mensal mostrou que 2006 e 2016 foram os anos mais críticos, com déficits de 219,03 mm e 249,28 mm, respectivamente. Além disso, períodos de alto risco climático foram observados nos meses de junho, julho, agosto e setembro de vários anos, com o Índice de Satisfação da Necessidade de Água (ISNA) evidenciando condições climáticas desfavoráveis que podem ter prejudicado o cultivo do abacaxi.

Portanto, é essencial que os agricultores em Tarauacá adotem estratégias de manejo da água eficientes e medidas adaptativas para lidar com as variabilidades climáticas e garantir uma produção sustentável e de alta qualidade de abacaxi. Isso inclui a implementação de práticas de irrigação adequadas, o uso de tecnologias de conservação de água e a adoção de cultivos resistentes às condições climáticas locais. Levando em consideração principalmente a fase de máximo desenvolvimento foliar, diferenciação floral e enchimento dos frutos, de maio a outubro em que ocorre os meses mais críticos do ciclo da cultura e também os meses específicos com déficit hídrico significativo junho, julho, agosto e setembro que também coincide com essa fase de desenvolvimento do abacaxi no município de Tarauacá.

Referências

- Allen, R. G., Pereira, L. S., Raes, D., & Smith, M. (1998). Crop evapotranspiration-Guidelines for computing crop water requirements-FAO Irrigation and drainage paper 56. Fao, Rome, 300(9), D05109.
- Almeida, O. A. (2001). Irrigação na cultura do abacaxi: aspectos técnicos e econômicos.
- Almeida, O. A., & Souza, L. D. S. (2011). Irrigação e fertirrigação na cultura do abacaxi.
- Andrade Neto, R. D. C., Negreiros, J. D. S., de Araújo Neto, S. E., Cavalcante, M., Alécio, M. R., & Santos, R. S. (2011). Diagnóstico da potencialidade da fruticultura no Acre.
- Carvalho, S. L. C. D., Neves, C. S. V. J., Bürkle, R., & Marur, C. J. (2005). Épocas de indução floral e soma térmica do período do florescimento à colheita de abacaxi'Smooth Cayenne'. Revista Brasileira de Fruticultura, 27, 430-433.
- Cavalcante, P. A., Souza, E. M., Santos Neto, J. E., Almeida, M. G., Ferreira, N. T. S., & Leite, K. N. (2024). Balanço hídrico e classificação climática de thornthwaite para o município de tarauacá – Acre na Amazônia sul ocidental. In: Anais do III Simpósio de Ciências Ambientais na Amazônia Sul Ocidental. Anais...Cruzeiro do Sul(AC) Universidade Federal do Acre - Campus Floresta. <https://www.even3.com.br/anais/iiiscaamazonia/847235-BALANCO-HIDRICO-E-CLASSIFICACAO-CLIMATICA-DE-THORNTHWAITE-PARA-O-MUNICIPIO-DE-TARAUACA--ACRE-NA-AMAZONIA-SUL-OCI>.
- Cunha, G. A. P., Cabral, J. R. S., & Souza, L. F. S. (1999). O abacaxizeiro: cultivo, agroindústria e economia. Brasília, DF: Embrapa. 480 p.
- Doorenbos, J., & Kassan, A. H. (1994). Efeito da água no rendimento das culturas. Trad. Gheyi, H. Campina Grande: UFPB. 306p. (Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 33).
- FAOSTAT. (2023). Crops and livestock products. Pineapple Production in 2021, Crops/Regions/World List/Production Quantity. UM Food and Agriculture Organization, Corporate Statistical Database. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>.
- Gil, A. C. (2017). Como elaborar projetos de pesquisa. (6ed.). Editora Atlas.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). (2023). Censo Demográfico 2010. IBGE, Rio de Janeiro. <https://censo2010.ibge.gov.br/resultados.html>.
- Libardi, P. L. (2005). Dinâmica da Água no Solo Vol. 61. Edusp.
- Maia, S. T., Costa, T. V. D., & Costa, F. S. D. (2023). Níveis tecnológicos na produção de abacaxi (Ananas comosus) em agroecossistemas familiares de Novo Remanso (Itacoatiara/Amazonas). Revista de Economia e Sociologia Rural, 62(2), e269860.
- Matos, A. P., Reinhardt, D., da Cunha, G. A. P., Cabral, J., Souza, L. D. S., Sanches, N., & Almeida, O. A. (2006). A cultura do abacaxi.
- Matos, A. P., Vasconcelos, J. A. R., Simão, A. H., Pereira, A. D. O., Gomes, D., Teixeira, F., ... & Costa, P. G. (2014). Práticas de cultivo para a cultura do abacaxi no Estado do Tocantins.

- Neild, R. E., & Boshell, F. (1976). An agroclimatic procedure and survey of the pineapple production potential of Colombia. *Agricultural Meteorology*, 17(2), 81-92.
- Pereira, P. F. (2006). Os solos-sedimentos da região central do estado do Acre (Feijó-Tarauacá), sua aptidão ao cultivo de abacaxi e a relação com os sedimentos fluviais atuais.
- Pereira, A. S., Shitsuka, D. M., Parreira, F. J. & Shitsuka, R. (2018). Metodologia da pesquisa científica. Editora da Universidade Federal de Santa Maria. <https://www.ufsm.br/publicacoes/metodologia>.
- Pinheiro, A., Kaufmann, V., Zucco, E., Depiné, H., Castro, N. M. D. R., Soares, P. A., & Perazzoli, M. (2010). Avaliação das variáveis hidrológicas do balanço hídrico em área agrícola com cultivo de milho (zea mays) através de uso de lisímetro. *Revista de estudos ambientais*. Blumenau. 12(1), (jan./jun. 2010), p. 73-81.
- Py, C., Lacoëuilhe, J. J., & Teisson, C. (1984). *L' Ananás: sa culture, ses produits*. Paris: Maison-neuve et Larose. 537p.
- R Core Team (2023) R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna. <https://www.Rproject.org>
- Sarkar, D., Andrews, F., Wright, K., Klepeis., & Murrell, P. (2020). *lattice: Trellis Graphics for R package version 0.20-41*.
- Shitsuka, R. et al. (2014). *Matemática fundamental para a tecnologia*. Editora Erica.
- Silva, L. É. P., & Bracht, E. C. (2010). Uma nova abordagem para o Cálculo de Balanço Hídrico Climatológico. *Revista Brasileira de Computação Aplicada*, 2(1), 2-16.
- Sousa, J. W. (2020). Variabilidade de elementos meteorológicos no município de Tarauacá, Acre, intervalo 1994 – 2019. *Scientia Naturalis*, Rio Branco, 2(2), 692-707.
- Souza, O. P. D., Teodoro, R. E. F., Melo, B. D., & Torres, J. L. R. (2009). Qualidade do fruto e produtividade do abacaxizeiro em diferentes densidades de plantio e lâminas de irrigação. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 44, 471-477.
- Souza, O. P., & Torres, J. L. R. (2011). Caracterização física e química do abacaxi sob densidades de plantio e lâminas de irrigação no Triângulo Mineiro. *Magistra*, Cruz das Almas, 23(4), 175-185.
- Thornthwaite, C. W. (1948). An approach toward a rational classification of climate. *Geographical Review*, 38(1), 55-94.
- Thornthwaite, C. W., & Mather, J. R. (1955). *The Water Balance*. Laboratory of Climatology, Centerton: New Jersey, United States. 104p.
- Uchoa, W. S., Santos Neto, J. E., De Souza, E. M., Dos Santos, D. M., Soares, N. C., & Jose, J. V. (2024) classificação climática de köppen no estado do Acre.. In: *Anais do III Simpósio de Ciências Ambientais na Amazônia Sul Ocidental. Anais...Cruzeiro do Sul(AC) Universidade Federal Do Acre - Campus Floresta*. <https://www.even3.com.br/anais/iiiscaamazonia/843524-CLASSIFICACAO-CLIMATICA-DE-KOPPEN-NO-ESTADO-DO-ACRE>.
- Wickham, H, François, R., Henry, L., & Muller, K. (2021). *dplyr: A Grammar of Data Manipulation package version 1.0.5*.
- Wickham, H. (2016). *ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis*. Springer-Verlag New York.
- Xavier, A. C.; Scanlon, B. R.; King, C. W.; & Alves, A.I. (2022). New improved Brazilian daily weather gridded data (1961–2020). *International Journal of Climatology*, 42(16), 8390– 8404. <https://doi.org/10.1002/joc.7731>