

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"

FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DO VALE RIBEIRA

CÂMPUS DE REGISTRO

**“CÁLCULO DA NECESSIDADE DE IRRIGAÇÃO PARA A CULTURA DA
BANANA NO MUNICÍPIO DE REGISTRO”**

TRABALHO ORIGINAL DE PESQUISA

WILLIAM DELLALIBERA DE OLIVEIRA

Trabalho de Graduação apresentado à Faculdade
de Ciências Agrárias do Vale do Ribeira, para
graduação em ENGENHARIA
AGRONÔMICA.

REGISTRO-SP
1º Semestre/2023

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"

FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DO VALE RIBEIRA

CÂMPUS DE REGISTRO

“CÁLCULO DA NECESSIDADE DE IRRIGAÇÃO PARA A CULTURA DA BANANA
NO MUNICÍPIO DE REGISTRO”

TRABALHO ORIGINAL DE PESQUISA

WILLIAM DELLALIBERA DE OLIVEIRA

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Domingos Chamma Lopes

Trabalho de Graduação apresentado à Faculdade
de Ciências Agrárias do Vale do Ribeira, para
graduação em ENGENHARIA
AGRONÔMICA.

REGISTRO-SP

1º Semestre/2023

O48c	Oliveria, William Dellalibera de Cálculo da necessidade de irrigação para a cultura da banana no município de Registro / William Dellalibera de Oliveria. -- Registro, 2023 28 p. : il., tabs. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado - Engenharia Agrônômica) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrárias do Vale do Ribeira, Registro Orientador: Marcelo Domingos Chamma Lopes 1. Balanço hídrico. 2. Déficit. 3. Musa sp. I. Título.
------	--

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de Ciências Agrárias do Vale do Ribeira, Registro. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"

Faculdade de Ciências Agrárias do Vale do Ribeira
Câmpus de Registro

CERTIFICADO

TRABALHO DE GRADUAÇÃO DO CURSO DE ENGENHARIA AGRONÔMICA

TÍTULO: "CÁLCULO DA NECESSIDADE DE IRRIGAÇÃO PARA A CULTURA DA BANANA
NO MUNICÍPIO DE REGISTRO".

ACADÊMICO: WILLIAM DELLALIBERA DE OLIVEIRA

ORIENTADOR: Prof. Dr. MARCELO DOMINGOS CHAMMA LOPES

PERÍODO: 5º Semestre 5º Ano

Aprovado: ☒

Reprovado: ☐

BANCA EXAMINADORA:

Presidente Prof. Dr. Marcelo Domingos Chamma Lopes

Membro Prof. Dr. Eduardo Nardini Gomes

Membro Prof. Dr. Wilson José Oliveira de Souza

Registro, 30 / 06 / 2023

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer primeiramente a Deus por, me mostrar o caminho, me dar saúde para alcançar meus objetivos, sabedoria para enxergar meus erros e força para os momentos ruins.

Agradeço a minha família por me dar suporte todo esse tempo com amor, carinho, paciência, em especial a minha mãe por toda a preocupação e seus conselhos que sem eles certamente eu não estaria aqui.

Ao meu orientador Prof. Dr. Marcelo Domingos Chamma Lopes que acreditou em mim, e me acompanhou durante todo o processo de construção deste trabalho, minha sincera gratidão, este trabalho não seria possível sem a sua colaboração.

A todo corpo técnico da UNESP pelas orientações, os conselhos e o trabalho dedicado a todos os alunos em prol do desenvolvimento do Brasil.

Agradeço a Keiko Yamada Kaneko que me incentivou durante os momentos ruins e de insegurança.

A minha namorada que me apoiou durante a coleta de informações.

E por último mas não menos importante a mim mesmo por não ter desistido e continuado com os trabalhos, ao meu eu do passado um muito obrigado.

Por fim a todos do fundo do meu coração muito obrigado.

“Onde existe vontade há um caminho”

Autor desconhecido

“Passar três anos sobre uma pedra”

Autor desconhecido

“O homem quer o que ele quer”

Suyama Rodolfo

RESUMO

O Vale do Ribeira apresenta características edafoclimáticas que se diferem das demais regiões agrícolas e irrigáveis no estado de São Paulo. Com o clima tropical e chuvas o ano todo, fazem com que o agricultor fique em dúvida em adotar sistemas de irrigação. A falta de água afeta diversos cultivos em todo o Brasil, principalmente em culturas que são exigentes como a bananeira que é o principal cultivo comercializado no Vale, apesar desta região possuir precipitações elevadas é necessário saber se a distribuição destas chuvas é o suficiente para atender a demanda hídrica da cultura. O presente trabalho buscou, em levantamento de dados climáticos disponíveis na mídia digital e, por meio de conceitos básicos, estimar a necessidade de irrigação da cultura da banana para o município de Registro, no estado de São Paulo, onde com estas informações climatológicas e pedológicas foi possível realizar o balanço hídrico de cultura, e assim verificar prováveis períodos de déficit e excedente hídrico. Os meses de abril e maio indicaram necessidade de irrigação.

Palavras-chave: balanço hídrico, déficit, *Musa* sp.

ABSTRACT

The Vale do Ribeira has edaphoclimatic characteristics that differ from other agricultural and irrigable regions in the state of São Paulo. With the tropical climate and year-round rainfall, farmers are hesitant to adopt irrigation systems. The lack of water affects several crops throughout Brazil, especially in demanding crops such as bananas, which are the main crops sold in the Vale crop water demand. The present work sought, by surveying climatic data available in digital media and, through basic concepts, to estimate the need for irrigation of the banana crop in the municipality of Registro, in the state of São Paulo, where with this climatological and pedological information it was possible to carry out the water balance of the crop, and thus verify probable periods of water deficit and surplus. The months of April and May indicated the need for irrigation.

Key words: water balance, deficit, *Musa* sp

SUMÁRIO

RESUMO.....	7
ABSTRACT	8
SUMÁRIO	9
1. INTRODUÇÃO	10
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	12
2.1 Cultura da banana.....	12
2.2 Irrigação	13
2.3 Balanço Hídrico	14
2.4 Interpretação dos Resultados	15
3. MATERIAIS E MÉTODOS	16
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	21
5. CONCLUSÕES.....	25
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS	26

1. INTRODUÇÃO

A banana é difundida no mundo todo sendo produzida e consumida em diversos países, o seu baixo custo de aquisição faz com que este produto seja acessível, em 2017 o Brasil ficou em 4º lugar no ranking mundial de produção de banana com cerca de 6.675.100t, ficando atrás somente da Índia, China e Indonésia respectivamente, do resultado nacional o estado de São Paulo foi o principal produtor, em 2018 de toda produção do estado o Escritório de Desenvolvimento Rural de Registro (EDR) que compreende os municípios de Barra do Turvo, Cajati, Cananéia, Eldorado, Iguape, Ilha Comprida, Iporanga, Itariri, Jacupiranga, Juquiá, Juitituba, Miracatu, Pariqueira-açú, Pedro de Toledo, São Lourenço da Serra, Registro, Sete Barras, Iguape, foi responsável por cerca de 67,9% de toda banana produzida no estado (BAPTISTELLA et al., 2019).

A bananeira é uma planta com uma alta exigência hídrica variando de 1200 a 2160mm anuais dependendo do tipo de solo em questão, além de um volume de precipitação também é necessário que essas chuvas estejam bem distribuídas ao longo do ano (BORGES et al., 2004), O déficit hídrico pode gerar um atraso no florescimento e emissão de folhas, em um caso de estresse prolongado há uma redução no tamanho das plantas, diminuição no crescimento dos órgãos florais chegando até o ponto de os dedos ficarem secos e enegrecidos (SILVA et al., 2012).

Um sistema de irrigação exige um investimento alto para sua implementação além de aumentar os custos de produção que pode ultrapassar 30% do valor, e ainda a irrigação em excesso poderia provocar uma elevação do lençol freático, lixiviação dos nutrientes até uma salinização, e um maior problema com pragas e doenças (ALBUQUERQUE et al., 2010).

Por tanto se faz necessário um estudo que leve em consideração as características da região e avalie a necessidade de irrigação para os diferentes tipos de solos perante a irregularidade da distribuição das chuvas ao longo do ano.

A irrigação é um dos importantes fatores quando se pretende uma melhoria dos resultados produtivos, pois grandes períodos de estresse hídrico provocam alterações fisiológicas nas plantas das quais afetam diretamente seu desenvolvimento, causando assim prejuízos à agricultura tornando ela menos eficiente, para tal manejo se faz necessário a aquisição de informações que possam suplementar a tomada de decisão tanto no momento da

implantação do sistema quanto na definição do tempo e intervalos de irrigação (MAROUELLI et al., 2011).

Com isso há necessidade de suplementação da água demandada pela cultura em períodos de menor disponibilidade ou mesmo em períodos irregulares de chuva, haja vista que o déficit hídrico pode comprometer boa parte da produção, sendo a cultura da banana altamente exigente em água podendo chegar a 2500mm durante todo seu ciclo Silva et al. (2012), apesar do município de Registro possuir uma precipitação média anual de 1500mm conforme informado em Prefeitura de Registro (2023), a maior parte das chuvas está concentrada nos meses de dezembro a março sugerindo um déficit hídrico durante o período de maio a outubro (INPE, 2023).

Esse incremento da produtividade gerado pelo manejo da água gera tanto benefícios para os próprios produtores com aumento de sua rentabilidade e maior competitividade no mercado quanto para os consumidores com o aumento da acessibilidade aos produtos e melhora da qualidade.

Assim sendo, o balanço hídrico é uma alternativa para estimar essa análise pois se utiliza de informações edafoclimáticas tais como precipitação, classificação do solo, evapotranspiração da cultura, distribuição das chuvas ao longo do período. Com todos esses dados é possível fazer os cálculos como o proposto por Thornthwaite e Mather (1948).

Haja visto toda a dinâmica presente na produção da cultura da banana é necessário a avaliação em conjunto das informações para se chegar a uma estratégia de manejo da irrigação, tendo esse intuito, o presente trabalho busca avaliar a necessidade de irrigação se utilizando do balanço hídrico.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Cultura da banana

A bananeira é uma planta herbácea monocotiledônea a qual apresenta caule subterrâneo (rizoma), tendo em média 1 a 2m de altura e podendo atingir os 5m sendo que suas raízes se encontram a maior parte até os 40cm de profundidade Borges et al. (2004), podendo chegar a 60 cm de raiz efetiva em cultivos com mais tempo em campo (BASSOL et al., 2001).

A cultura da banana (*Musa*, sp.) é cultivada em todo território nacional e possui um aspecto socioeconômico muito importante no que diz respeito a segurança alimentar, pois possui um baixo custo de aquisição e nutricionalmente uma única banana é capaz de suprir um terço da necessidade diária recomendada de vitamina C, sendo consumida preferencialmente in natura, o Brasil possui uma grande diversidade de variedades produzidas sendo que cada região possui suas preferências (BORGES et al., 2006).

A bananeira é uma cultura altamente exigente em água entre 2000 e 2500mm por ano e mensalmente variado de 100mm a 210mm dependendo das características ambientais da região em que se é cultivada (DONATO et al., 2012).

O estresse hídrico na bananeira é agravado durante as fases de diferenciação floral e início de frutificação, é possível perceber que a planta está estressada ao se observar as folhas que estão pouco turgidas podendo causar um amarelecimento e, conseqüentemente, uma necrose, quando prolongado o déficit hídrico há uma redução no número de folhas, tamanho da planta e emissão foliar, diminuição do crescimento dos órgãos florais, podendo apresentar em casos mais extremos dedos secos e enegrecidos (DONATO et al., 2012).

Em situações de grande demanda evaporativa o sistema radicular da bananeira pode não ser capaz de suprir suas necessidades mesmo com água disponível no solo, nesta situação se faz necessário o uso de irrigação adicional (DONATO et al., 2012).

As temperaturas trabalháveis para cultura variam de 15°C a 35°C sendo o ideal por volta dos 28°C com valores abaixo do mínimo exposto a bananeira interrompe o seu crescimento e pode ocorrer o “chilling” que é uma injúria causada pelo frio fazendo com que os frutos fiquem escuros ou ainda pode acontecer o “engasgamento” onde a planta emite um cacho deformado o que inviabiliza a comercialização, e no caso de temperaturas altas há novamente a paralisação do desenvolvimento da planta por conta da desidratação excessiva a qual é mais intensa em cultivos não irrigados (BORGES et al., 2004).

Regiões úmidas favorecem o desenvolvimento da cultura tanto na emissão da inflorescência quanto na uniformidade da cor dos frutos. (BORGES et al., 2006).

O vento pode ser outro inimigo durante a produção de banana pois podem chegar a causar estragos como tombamento, fendilhamento das folhas, déficit hídrico pelo aumento da evapotranspiração esses danos variam de 20 a 30% da produção e no caso de tombamento 100%, sendo que ventos inferiores a 20km/h não causam prejuízos a cultura (DONATO et al., 2012).

A propagação da bananeira pode ser feita por meio de sementes, mudas ou micropropagação, sendo mais comum o uso de mudas, os brotos são retirados das mães quanto atingem de 30 a 50cm de altura (chifre), porém algumas mudas são retiradas antes com cerca de 20cm (chifrinho) e outras retiradas mais tardiamente com 150cm (chifrão), essas mudas mais velhas apresentam um melhor pegamento e um crescimento mais acelerado em comparação as outras (ALVES et al., 2004).

A micropropagação é feita por meio de gemas laterais e ápices caulinares onde é induzido a brotação a partir destas partes, tendo a grande vantagem de se obter plantas idênticas as matrizes e livres de patógenos, garantindo a qualidade produtiva e sanitária evitando a propagação de doenças (SEREJO et al., 2009).

2.2 Irrigação

A irrigação no Brasil começa a acontecer por volta de 1900 no Rio Grande do Sul para a cultura do arroz onde obteve grande sucesso porém foi intensificada entre as décadas de 1970 e 1980 por conta de políticas públicas como a criação do Grupo executivo de irrigação de desenvolvimento agrícola - GEIDA, O programa Plurianual de irrigação, O programa de integração nacional, O programa nacional para aproveitamento racional de várzeas irrigáveis - PROVARZEA, o programa de financiamento de Irrigação - PROFIR, programa nacional de irrigação - PRONI, graças a essas políticas, entre outras, a agricultura tem aumentado sua área irrigada ano após ano, fazendo com que áreas que antes não eram viáveis de se produzir passem a ser viabilizadas, e áreas que produziam antes sem irrigação aumentassem sua produtividade reduzindo os riscos inerentes ao déficit hídrico (ANA, 2021).

Existem cerca de quatro métodos básicos de irrigação, sendo eles, por superfície onde a água se distribui por conta da gravidade através do deslocamento superficial no solo, fazendo com que se demande uma grande quantidade de recursos hídricos não necessitando de muitos equipamentos, a aspersão na qual é feita através de aspersores que lançam a água

sobre a cultura imitando as chuvas, necessitando de um menor volume de água quando comparado a irrigação por superfície, porém tem sua eficiência afetada pelos ventos e possuem o custo de implantação mais elevado, a localizada, nesse método a água é aplicada próxima as raízes por tubos gotejadores ou microaspersores, sendo altamente eficiente no quesito economia de água e, por fim, a subirrigação onde é feito um controle do lençol freático mantendo ele ao nível desejado (BORGES et al., 2006).

Diversos fatores podem influenciar no sucesso do projeto de irrigação para isso é necessário ter alguns critérios como base afim de ser implementado o sistema mais ajustado possível a realidade do irrigante, como por exemplo taxa de infiltração, declividade, sensibilidade da cultura ao molhamento, aspectos econômicos, vento, aspectos humanos como uma tradição ou crença podem acabar interferindo. (ANDRADE et al., 2001).

Um sistema bem estabelecido pode aumentar a produtividade da cultura em até três vezes bem como garantir maior segurança aos produtores na ocorrência de veranicos, esses benefícios garantem maior segurança alimentar a população bem como traz melhorias na qualidade dos produtos (ANA, 2021).

Os principais métodos de irrigação para a bananeira são aspersão, gotejamento e microaspersão sendo que o gotejamento tem sido usado preferencialmente em relação a aspersão, pois este faz com que seja favorecido o surgimento de plantas espontâneas bem como doenças fúngicas, além disso, o sistema de irrigação localizada permite o uso de fertilizantes via água reduzindo assim custos operacionais (BORGES et al., 2004)

2.3 Balanço Hídrico

O balanço hídrico climatológico (BHC) foi desenvolvido por Thornthwaite e Mather, onde nele se utiliza de variáveis climatológicas a fim de estimar os valores de evapotranspiração para a cultura da grama fazendo com que seja possível verificar se há déficit ou excedente hídrico em uma determinada localidade, para execução da metodologia é preciso das informações referentes a capacidade de água disponível (CAD), precipitação média do período avaliado, temperatura média do período avaliado, número de dias, número de horas de sol, e no caso de avaliações mensais, ao invés dos dados referentes ao número de dias e horas de sol, pode ser usado a tabela com os valores de correção para os meses ao longo do ano de acordo com a latitude e, por fim, a realização da tabela (THORNTHWAITE e MATHER, 1955).

O balanço hídrico de cultivo leva em consideração o estágio de desenvolvimento da cultura, pois dependendo do momento de crescimento em que se encontra a cultura, a área foliar pode ser maior ou menor, desta forma a demanda hídrica durante o período de frutificação é diferente do período pós-colheita (INMET, 2023).

Sendo assim, para a determinação da evapotranspiração potencial é necessário; ou a medida direta através de uma metodologia, como o tanque classe A por exemplo, ou uma medida indireta por meio do método de Thornthwaite e Mather, sendo feita a devida correção para a cultura em questão, considerando a relação entre evapotranspiração de cultura e a evapotranspiração potencial, obtendo se assim, o coeficiente de cultivo (ALBUQUERQUE e COELHO, 2021).

2.4 Interpretação dos Resultados

Baseando-se nos inúmeros exemplos de modelos apresentados na literatura, a metodologia básica apresentada por Thornthwaite e Mather (1955) pode sofrer ajustes e aprimoramentos e, a partir do interesse do pesquisador, permitir o estabelecimento de condições e rotinas para estimar alternativas de planejamento, dimensionamento e manejo da irrigação na agricultura, entre outros, para um determinado período considerado (SOUZA e GOMEZ, 2008).

3. MATERIAIS E MÉTODOS

O presente trabalho foi realizado para as condições do município de Registro-SP, utilizando como referência básica as coordenadas 47°50'37"W e 24°29'15"S. O clima caracterizado na região como tropical com chuvas o ano todo (Af) pela classificação de Köppen-Geiger (Koppenbrasil, 2023). Os dados climatológicos utilizados no trabalho foram obtidos do centro integrado de informações agrometeorológicas (CIIAGRO), sendo eles a precipitação e temperatura no período de 2003-2018 (15 anos).

Para chegar nas médias de precipitação e temperatura foram somados todos os valores dos períodos e retirado a média simples deles, assim, obtendo os valores médios do período de 2003-2018 para os meses de janeiro a dezembro.

Para a realização do balanço hídrico foi escolhida a metodologia de Thornthwaite e Mather (1955), devido as dificuldades na obtenção dos dados para a região, haja visto que é o método no qual necessita de um menor grupo de informações.

Com esses valores foi estimado a evapotranspiração potencial (ETP) mensal e o fator de correção usado foi o tabelado (Figura 1) segundo a equação de Thornthwaite e Mather (1955). Onde temos:

$$ETP = ETp * COR \quad \dots(1)$$

$$COR = (ND/30) * (N/12) \quad \dots(2)$$

Em que:

ETP = Evapotranspiração potencial, em mm;

ETp = Evapotranspiração calculada, em mm;

COR = Correção, adimensional;

ND = Número de dias, em dias;

N = Horas de sol, em horas.

Para temperatura média mensal menor que 26 °C

$$ETp = 16 * (10 * Tm / I)^a \quad \dots(3)$$

$$I = \Sigma(0,2 * Tm)^{1,514} \quad \dots(4)$$

$$a=0,49239+(1,7912*10^{-2}*I)-(7,71*10^{-5}*I^2)+(6,75*10^{-7}*I^3) \quad \dots(5)$$

Em que:

T_m = temperatura média, em °C;

I = índice que expressa o nível de calor disponível na região;

a = é uma função cúbica de I .

Para temperatura média mensal maior que 26°C

$$ET_p = -415,85 + 32,24*T_m - 0,43*T_m^2 \quad \dots(6)$$

T_m = temperatura média, em °C.

Figura 1. Fator de correção (COR) para diferentes latitudes no Hemisfério Sul.

Lat S	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
0	1,04	0,94	1,04	1,01	1,04	1,01	1,04	1,04	1,01	1,04	1,01	1,04
5	1,06	0,95	1,04	1,00	1,02	0,99	1,02	1,03	1,00	1,05	1,03	1,06
10	1,08	0,97	1,05	0,99	1,01	0,96	1,00	1,01	1,00	1,06	1,05	1,10
15	1,12	0,98	1,05	0,98	0,98	0,94	0,97	1,00	1,00	1,07	1,07	1,12
20	1,14	1,00	1,05	0,97	0,96	0,91	0,95	0,99	1,00	1,08	1,09	1,15
22	1,14	1,00	1,05	0,97	0,95	0,90	0,94	0,99	1,00	1,09	1,10	1,16
23	1,15	1,00	1,05	0,97	0,95	0,89	0,94	0,98	1,00	1,09	1,10	1,17
24	1,16	1,01	1,05	0,96	0,94	0,89	0,93	0,98	1,00	1,10	1,11	1,17
25	1,17	1,01	1,05	0,96	0,94	0,88	0,93	0,98	1,00	1,10	1,11	1,18
26	1,17	1,01	1,05	0,96	0,94	0,87	0,92	0,98	1,00	1,10	1,11	1,18
27	1,18	1,02	1,05	0,96	0,93	0,87	0,92	0,97	1,00	1,11	1,12	1,19
28	1,19	1,02	1,06	0,95	0,93	0,86	0,91	0,97	1,00	1,11	1,13	1,20
29	1,19	1,03	1,06	0,95	0,92	0,86	0,90	0,96	1,00	1,12	1,13	1,20
30	1,20	1,03	1,06	0,95	0,92	0,85	0,90	0,96	1,00	1,12	1,14	1,21
31	1,20	1,03	1,06	0,95	0,91	0,84	0,89	0,96	1,00	1,12	1,14	1,22
32	1,21	1,03	1,06	0,95	0,91	0,84	0,89	0,95	1,00	1,12	1,15	1,23

Compilado de Thornthwaite e Mather (1955).

Já que esses valores são referentes a cultura da grama foi necessário fazer a correção para a cultura da banana que denominamos de balanço hídrico de cultura, como o sistema de irrigação deve ser implementado para o período de maior necessidade hídrica foram considerados duas situações; implantação e manutenção no seu máximo de demanda onde o $K_c=0,9$ e $1,2$ Doorenbos e Kassam (1979) respectivamente (Figura 2).

Figura 2 Dados de coeficiente de cultivo (Kc) em em diferentes estádios de desenvolvimentos

Cultura	Fases de desenvolvimento da cultura					Período vegetativo total
	Inicial	Desenvolvimento da cultura	Período intermediário	Final do ciclo	Na colheita	
Banana						
Tropical	0,4-0,5	0,7-0,85	1,0-1,1	0,9-1,0	0,75-0,85	0,7-0,8
Subtropical	0,4-0,65	0,8-0,9	1,0-1,2	1,0-1,15	1,0-1,15	0,85-0,95

Adaptado de Doorenbos e Kassam (1979).

Foi possível corrigir os valores com seguinte equação (CONCEIÇÃO, 2010).

$$ETP_c = ETP * K_c \quad \dots(7)$$

$$K_c = ETP_{cm} / ETP \quad \dots(8)$$

Em que:

ETP_c = Evapotranspiração potencial de cultivo, em mm;

ETP = Evapotranspiração potencial para cultura da grama, em mm;

ETP_{cm} = Evapotranspiração potencial de cultivo medido a campo, em mm;

K_c = Coeficiente de cultura, adimensional.

Para a determinação dos tipos de solo presentes na região foi utilizado o mapa pedológico do estado de São Paulo revisado e ampliado escrito por Rossi (2017) foi observado no livro o mapa da região de Iguape, onde também se encontrava a área correspondente ao município de registro sendo os solos separados por cores diferentes, encontrando assim três cores dentro desta região, o que corresponde a três tipos de solo, argissolo vermelho-amarelo, latossolo amarelo e gleissolo haplico desta forma foram construídas três possibilidades de solo (textura arenosa, média e argilosa).

Para a determinação da capacidade de água disponível (CAD), os valores de referência de capacidade de campo (CC), ponto de murcha permanente (PMP) e Densidade (d) usados (Figura 3) foram os descritos por (VERMEIREN e JOBLING, 1997).

Figura 3. Valores das características de cada solo segundo a classe textural.

Textura do solo	VIB ¹ (cm/h)	Densidade (g/cm ³)	CC ² (%peso)	PMP ³ (%peso)
Arenoso	5 (2,5–22,5)	1,65 (1,55-1,80)	9 (6-12)	4 (2-6)
Franco-arenoso	2,5 (1,3-7,6)	1,50 (1,40-1,60)	14 (10-18)	6 (4-8)
Franco	1,3 (0,8-2,0)	1,40 (1,35-1,50)	22 (18-26)	10 (8-12)
Franco-argiloso	0,8 (0,25-1,5)	1,35 (1,30-1,40)	27 (25-31)	13 (11-15)
Silto-argiloso	0,25 (0,03-0,5)	1,30 (1,25-1,35)	31 (27-35)	15 (13-17)
Argiloso	0,05 (0,01-0,1)	1,25 (1,20-1,30)	35 (31-39)	17 (15-19)

¹VIB = velocidade de infiltração básica; ²CC = umidade do solo na capacidade de campo; ³PMP = umidade do solo no ponto de murcha permanente. Adaptado de Vermeiren e Jobling (1997)

Para os solos foram considerados, por meio de adoção, os seguintes valores: Arenoso, capacidade de campo 10%peso, densidade 1,6g/cm³, ponto de murcha permanente 5%peso; Textura média, capacidade de campo 25%peso, densidade 1,35g/cm³, ponto de murcha permanente 11%peso; Textura argilosa, capacidade de campo 35%peso, densidade 1,25g/cm³, ponto de murcha permanente 17%peso.

Com estas informações foi executado os cálculos para obtenção da capacidade de água disponível (CAD).

$$CAD = (CC - PMP / 10) * d * z \quad \dots(9)$$

Em que:

CAD = capacidade de água disponível, em mm

CC = umidade do solo na capacidade de campo, em %

PMP = ponto de murcha permanente, em %

D = densidade, em g/cm³

z = profundidade efetiva do sistema radicular, em cm.

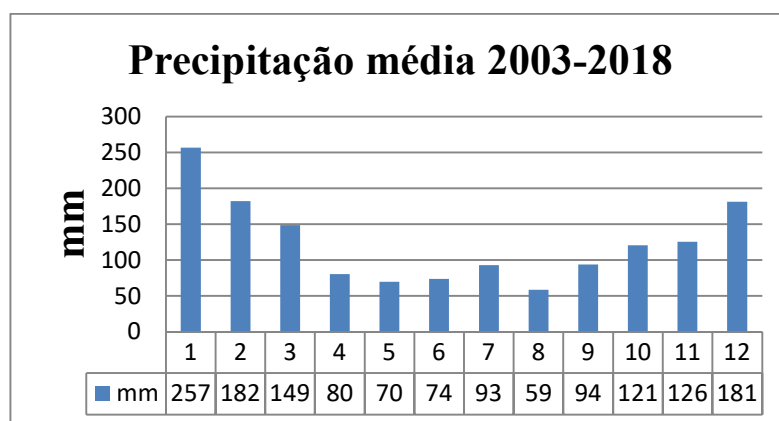
As profundidades de raiz avaliadas adotadas foram consideradas as camadas de 20 e 40cm, estimando para implantação e manutenção respectivamente (BASSOL et al., 2001).

Com todos esses dados foi realizado o balanço hídrico de cultura seguindo a metodologia proposta por Thornthwaite e Mather (1955) para duas situações diferentes (implantação e manutenção) e três tipos de solo (textura arenosa, média e argilosa).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 4 temos as médias obtidas de precipitação dos meses ao longo do ano para o município de Registro. As quais coincidem com os dados Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais em conjunto com Centro de previsão do Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC e INPE, 2023).

Figura 4. Média de Precipitação mensal para o período de 2003-2018.



Na Figura 5, onde temos o solo de textura arenosa, para a condição de implantação, foi percebido um déficit hídrico no mês de abril. Já para a condição de manutenção (Figura 6) foi encontrado um déficit para os meses de abril e maio, isso se dá por conta da diferença de demanda hídrica necessária nesses dois diferentes estádios de desenvolvimento portanto apesar da precipitação em maio ser menor que abril a precipitação foi suficiente para atender as necessidades da cultura. Estes dados diferem dos resultados obtidos por Aquino (2020) no estado do Piauí onde o déficit hídrico se deu principalmente nos meses de junho a outubro.

Figura 5. Solo de textura arenosa e sua necessidade de irrigação déficit e excedente hídrico.

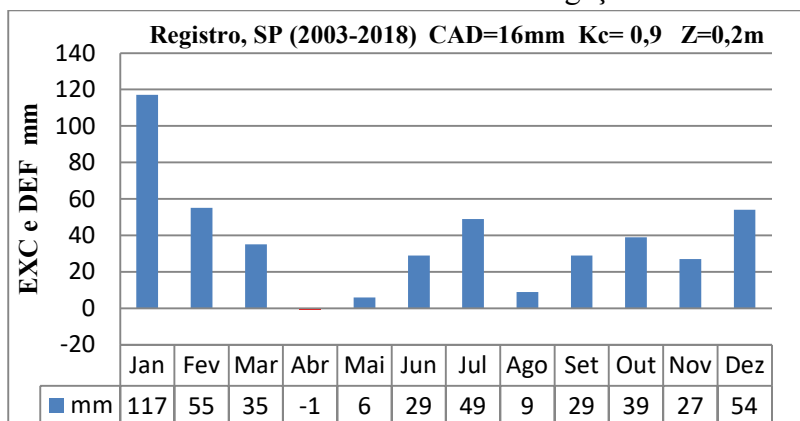
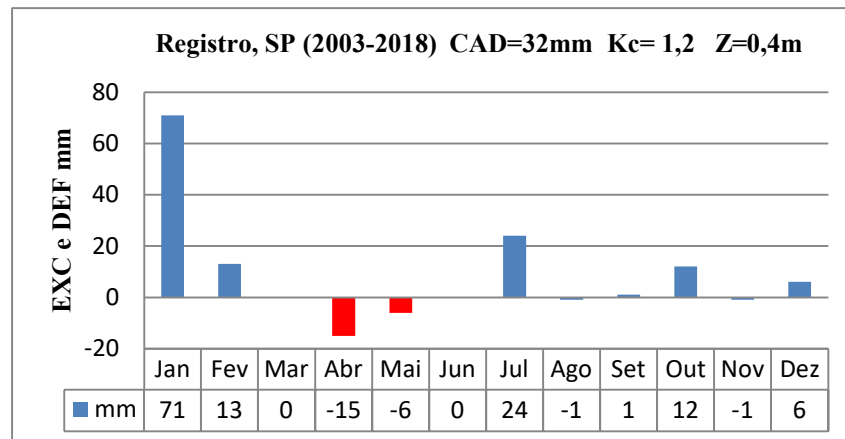


Figura 6. Solo de textura arenosa e sua necessidade de irrigação déficit e excedente hídrico.



Para o solo de textura média (Figuras 7 e 8) podemos observar o mesmo padrão acontecendo onde a cultura em implantação apresentou déficit apenas em abril e maio, sendo o suficiente para o seu desenvolvimento, e para a manutenção os meses de déficit são os mesmos abril e maio.

Estes resultados são semelhantes aos resultados encontrados por Martins (2013) no município de mimoso do sul no Espírito Santo, onde a cultura em implantação sofreu menos com o déficit hídrico, já as culturas com mais tempo de campo apresentaram maior demanda hídrica.

Figura 7. Solo de textura média e sua necessidade de irrigação déficit e excedente hídrico.

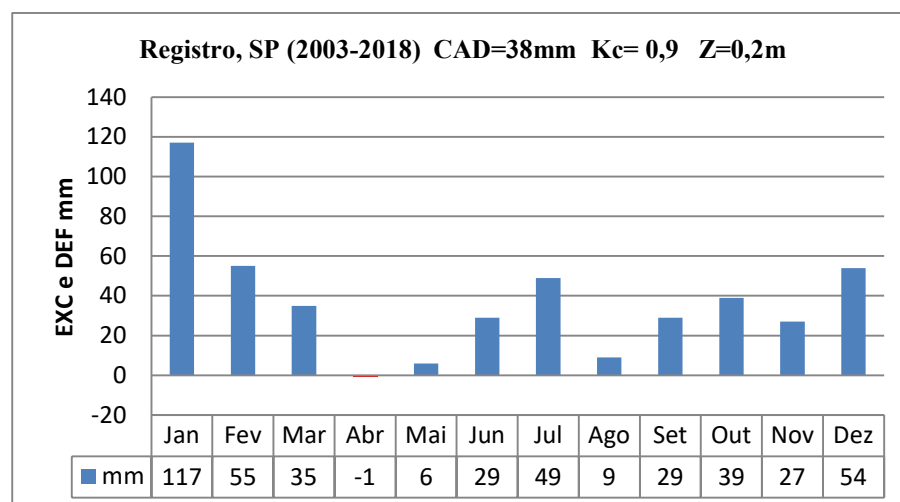
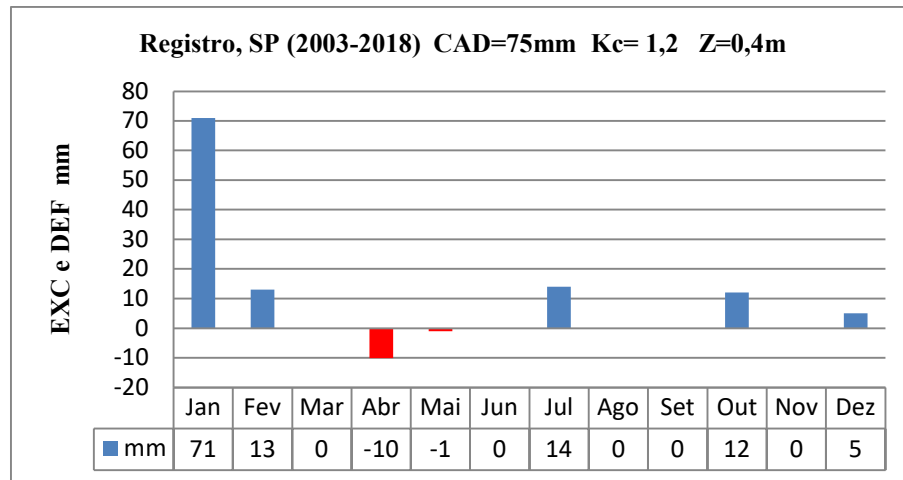


Figura 8. Solo de textura média e sua necessidade de irrigação déficit e excedente hídrico.



Nas Figuras 9 e 10 para o solo de textura argilosa a cultura em implantação não sofreu déficit hídrico em nenhum mês não sendo necessário assim irrigar, já nas plantas em manutenção pode se observar um déficit hídrico nos meses de abril e maio. Estes resultados são diferentes aos obtidos por Damião (2010). Na região de Ilha Solteira onde o déficit hídrico ocorreu de abril a outubro.

Figura 9. Solo de textura argilosa e sua necessidade de irrigação déficit e excedente hídrico.

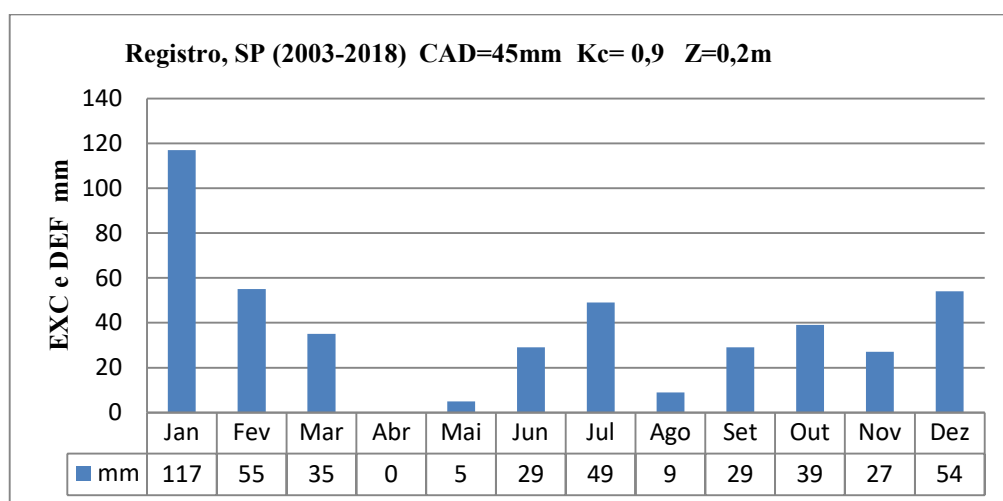
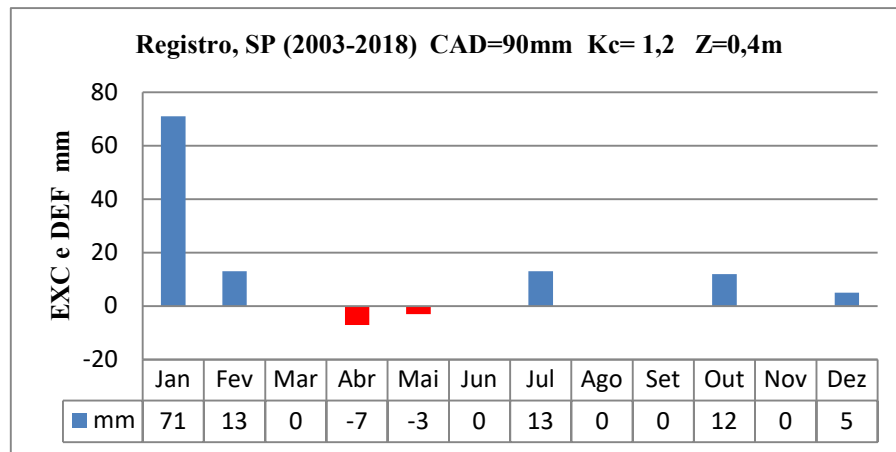


Figura 10. Solo de textura argilosa e sua necessidade de irrigação déficit e excedente hídrico.



5. CONCLUSÕES

Apesar do município de Registro possuir um bom volume de precipitação ao longo do ano, a cultura da banana demanda muita água, e por isso, os meses de abril e maio podem ser considerados críticos, sendo necessário análise criteriosa para intervenção em irrigar as plantas em manutenção, especialmente para solos de textura arenosa.

A considerar que resultados do balanço hídrico realizado sugere déficits nos meses de abril e maio, estes dados não são suficientes para basear a decisão de investimento em implantação de sistemas de irrigação.

Por se tratar de um estudo com médias mensais, sugere-se novos estudos considerando medias de menores períodos, como por exemplo decendial, semanal, ou a cada três dias, para índices de precipitação e de temperatura.

Para uma avaliação da evapotranspiração considerada mais localizada, sugere-se lançar mão de outros métodos, como por exemplo o método do Penman-Monteith, o qual considera dados relacionados a vento.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). Atlas irrigação uso da água na agricultura irrigada. 2ª ed. Brasília DF: **ANA**, 2021.

ALBUQUERQUE, P. E. P. Circular Técnica: Estratégias de Manejo de Irrigação: Exemplos de Cálculo. 136. ed. **Sete Lagoas, MG: Embrapa Milho e Sorgo**, 2010. p. 1-25.

ALBUQUERQUE, P. E. P.; COELHO, E. Comunicado técnico: A Planilha para obtenção do coeficiente de cultura (kc) para culturas de ciclo anual, segundo método FAO, para as condições climáticas brasileiras. 254. ed. **Sete Lagoas, MG: Embrapa Milho e Sorgo**, 2021. p. 1-17.

ALVES, J. E. et al. O cultivo da bananeira 1. ed. Cruz das Almas, BA: **Embrapa Mandioca e Fruticultura**, 2004, cap 5, p. 59-75.

ANDRADE, Camilo de Lelis Teixeira de. Circular Técnica: Seleção do sistema de irrigação. 14. ed. Sete Lagoas, MG: **Embrapa Milho e Sorgo**, p. 1-17. 2001.

AQUINO, C. M. S; DIAS, A. A. Balanço hídrico climatológico de Thornwaite e Mather (1955-57) da bacia hidrográfica do rio longa, Piauí, Brasil. Boa Vista, PI: **Acta Geográfica**, v.14, n 35, p. 27-47. 2020.

BAPTISTELLA, C. S. L.; COELHO, P. J.; GHOBIL, C. N. A bananicultura no estado de São Paulo 2014 a 2018, São Paulo, v. 14, n. 10, outubro 2019 Disponível em: <http://www.ica.agricultura.sp.gov.br/out/LerTexto.php?codTexto=14716> Acesso em: 08/03/2022.

BASSOL, L. H. et al. Comunicado técnico: Informações sobre a distribuição das raízes da bananeira para manejo de irrigação. 105. ed. Petrolina, PE: **Embrapa Semi Árido**, 2001. p. 1-4.

BORGES, A. L. et al. Sistema de produção da bananeira irrigada. Petrolina, PE: **Embrapa semiárido**, 2004.

BORGES, A. L.; SOUZA, L. S. O cultivo da bananeira 1. ed. Cruz das Almas, BA: **Embrapa Mandioca e Fruticultura**, 2004, cap 1, p. 15-19.

BORGES, A. L. et al. A cultura da banana. Brasília, DF: **Embrapa Informação Tecnológica**, 2006. p. 11-17.

CENTRO INTEGRADO DE INFORMAÇÕES AGROMETEOROLÓGICAS (CIIAGRO). Balanço hídrico atual e cenários. 2003-2018. Disponível em: <http://www.ciiagro.sp.gov.br/> Acesso em: 02/06/2023.

CONCEIÇÃO, M. A. F. Circular Técnica: Balanço hídrico em fruteiras. 82. ed. Bento Gonçalves, RS: **Embrapa Uva e Vinho**, 2010. p. 1-12.

CPTEC/INPE, INMET E CENTROS REGIONAIS DE METEOROLOGIA. Evolução mensal e sazonal das chuvas. Disponível em: <http://clima1.cptec.inpe.br/evolucao/pt> Acesso em: 16/06/2023.

DAMIÃO, J. O. et. al. **Balanço hídrico da região de Ilha Solteira noroeste paulista**. In: CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, XX., 2010 Uberaba, MG. p.1-7.

DONATO, S. L. R. et al. Irrigação da bananeira. 1. ed. Brasília, DF: **Embrapa Mandioca e Fruticultura**, 2012, cap 1, p. 40-63.

DOORENBOS, J.; KASSAM, A. H. Yield response to water. Rome: **FAO**, 1979. 193 p. (Irrigation and drainage paper, 33).

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET). Balanço hídrico. Disponível em: <http://sisdagro.inmet.gov.br/sisdagro/app/balancoHidrico> Acesso em: 12/07/2023.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAS (INPE). Evolução mensal e sazonal das chuvas. 2022. Disponível em: <http://clima1.cptec.inpe.br/evolucao/pt> Acesso em: 18/01/2023.

KOPPENBRASIL. Classificação climática de Köppen para os municípios brasileiros. 2023. Disponível em: <https://koppenbrasil.github.io/>. Acesso em: 12/07/2023.

MAROUELLI, W. A. et al. Irrigação e fertirrigação em fruteiras e hortaliças. 1. ed. Brasília, DF: **Embrapa Informação Tecnológica**, 2011. Cap. 5, p. 161-162.

MARTINS, C. A. S. et al. Balanço hídrico da cultura do café arábica nas condições edafoclimáticas do município de mimoso do sul-ES. In: VIII SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 2013, Salvador, BA. p.1-4.

REGISTRO. Prefeitura Municipal de Registro. Dados Geográficos. 2023. Disponível em: <https://registro.sp.gov.br/sobre-registro/dados-geograficos/> Acesso em: 18/01/2023.

ROSSI, M. Mapa pedológico do Estado de São Paulo: revisado e ampliado. **São Paulo, SP: Instituto Florestal**, 2017. V.1. 118p.

SEREJO, J. A. S. et al. Micropropagação da bananeira 1 ed. Cruz das Almas, BA: **Embrapa Mandioca e Fruticultura**, 2009, cap 10. p. 237-249.

SILVA, A. J. P. et al. Irrigação da bananeira. 1. ed. Brasília, DF: **Embrapa Mandioca e Fruticultura**, 2012, cap 1, p. 40-53.7

SOUZA, J. L. M. de; GOMES, S. Limites na utilização de um modelo de balanço hídrico decendial em função da capacidade de água disponível no solo. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 30, p. 153-163, 2008.

THORNTHWAITE, C.W.; MATHER, J.R.. The Water Balance. **Publications in Climatology**. N. Jersey: Centerton, v. 8, n. 1, 1955.

THORNTHWAITE, C.W.; MATHER, J.R. Instructions and Tables for computing Potential Evapotranspiration and the Water Balance. **Publications in Climatology**, Centerton, N. Jersey, v. X n. 3, 1957.

VERMEIREN, L.; JOBLING, G. A. Irrigação localizada. **Campina Grande, UFPB**, 1997. 184 p. (Estudos FAO. Irrigação e drenagem, 36