



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
UNIDADE ACADÊMICA ESPECIALIZADA EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSOS DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÔNOMICA

ABNER CRISPIM BATISTA

COEFICIENTE DE CULTIVO DA PITAIA (*Hylocereus sp.*)

Macaíba – RN

2022

ABNER CRISPIM BATISTA

COEFICIENTE DE CULTIVO DA PITAIA (*Hylocereus sp.*)

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de graduação em Engenharia Agrônoma da Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN, como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Agrônoma.

Orientadora: Prof^ª. Dra. Vanda Maria de Lira

Macaíba – RN

2022

Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN
Sistema de Bibliotecas - SISBI
Catalogação de Publicação na Fonte. UFRN - Biblioteca Setorial Prof. Rodolfo Helinski –
Escola Agrícola de Jundiá - EAJ - Macaíba

Batista, Abner Crispim.

Coeficiente de cultivo da pitaia (*Hylocereus* sp.) / Abner Crispim Batista. - 2022.

31f.: il.

Monografia (graduação) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Unidade Acadêmica Especializada em Ciências Agrárias, curso de graduação em Engenharia Agrônoma. Macaíba, RN, 2022.

Orientadora: Prof. Dra. Vanda Maria de Lira.

1. Evapotranspiração - Monografia. 2. Coeficiente de cultivo - Monografia. 3. Pitaia - Monografia. I. Lira, Vanda Maria de. II. Título.

RN/UF/BSPRH

CDU 631.62

ABNER CRISPIM BATISTA

COEFICIENTE DE CULTIVO DA PITAIA (*Hylocereus sp.*)

BANCA EXAMINADORA

Vanda Maria de Lira

Prof^ª. Dsc. Vanda Maria de Lira
(Orientadora - Membro Interno - UFRN)

Wagner Walker de Albuquerque Alves

Prof. Dsc. Wagner Walker de Albuquerque Alves
(Examinador - Membro interno - UFRN)

Karen Maria da Costa Mattos

Prof^ª.Dsc. Karen Maria da Costa Mattos
(Examinador - Membro interno - UFRN)

Macaíba – RN

2022

O resultado deste trabalho de pesquisa é totalmente dedicado aos meus pais, pelo carinho, dedicação, cuidado e incentivo que permitiu o meu avanço. Agradeço do fundo do meu coração.

Dedico!

“Deixem que o futuro diga a verdade e avalie cada um de acordo com o seu trabalho e realizações. O presente pertence a eles, mas o futuro pelo qual eu sempre trabalhei pertence a mim” (Nikola Tesla)

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pelo dom da vida, por todas as oportunidades concedidas, em especial este momento, agradeço ainda por sempre me sustentar e me dar esperança.

Sou grato aos meus pais, Amaro Crispim e Jeanes Batista, pelo incentivo aos estudos e pelo apoio incondicional em toda a minha vida.

Agradeço à minha amada, minha namorada, colega de turma, companheira de experimento e parceira de todas as horas, Alice Silva, por estar sempre ao meu lado em todos os momentos.

Grato pela participação do Engenheiro Délio Araújo Lopes, cuja dedicação e atenção foram essenciais para o início deste trabalho e assim fosse concluído satisfatoriamente.

Gratidão pela paciência e confiança depositada pela minha orientadora, Dra. Vanda Maria de Lira, que dedicou inúmeras horas para sanar as minhas questões e me colocar na direção correta.

Também agradeço à Universidade Federal do Rio Grande do Norte e aos seus docentes que me proporcionaram está onde estou.

RESUMO

O coeficiente de cultivo (K_c) está diretamente ligado as características fenológicas e fisiológicas das culturas. O grande problema em manejar a irrigação pelo método em que o relaciona com a Evapotranspiração de referência (E_{To}) está na obtenção de valores de K_c que sejam condizentes com as condições da localidade do cultivo. Apesar dos lisímetros de pesagem serem mais confiáveis, lisímetros de drenagem quando bem manejados permitem a obtenção de resultados confiáveis da evapotranspiração da cultura (E_{Tc}), que em razão com a E_{To} resulta no K_c . O trabalho foi conduzido no pomar didático do campus agrícola da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, em Macaíba/RN. Este trabalho teve o objetivo de determinar a necessidade hídrica da pitaia (*Hylocereus sp.*) em diferentes fases de desenvolvimento. O K_c foi determinado por dois métodos distintos, o direto, utilizando os dados obtidos, no balanço hídrico nos lisímetros de pesagem, por uma cultura de referência e o segundo método, o indireto utilizando a equação de Hargreaves & Samani. O coeficiente de cultivo da pitaia, para Macaíba/RN, determinados através deste trabalho foram de 0,71 na fase inicial e valor máximo de 0,77 na fase de floração, diminuindo o valor na frutificação. O comportamento dos dados obtidos de K_c , nesse trabalho para a cultura da pitaia, a partir do método direto, foram mais coerente a realidade de cultivo, tendo valores maiores que aqueles estimados pelo método indireto.

palavras-chave: coeficiente de cultivo; evapotranspiração; pitaia.

ABSTRACT

The crop coefficient (K_c) is directly related to the phenological and physiological characteristics of the crops. The major problem in managing irrigation through the method that relates the irrigation with the reference evapotranspiration (E_{To}) is in determination K_c values which can be consistent with the local cultivation conditions. In despite of weighing lysimeters are more reliable, the drainage lysimeters when well managed allow obtaining reliable results of crop evapotranspiration (E_{Tc}), that in relation to E_{To} results in K_c . The work was carried out in the didactic orchard of the agricultural campus at Federal University of Rio Grande do Norte (UFRN), located in Macaíba/RN. This work aimed to determine the water requirement of dragon fruit (*Hylocereus sp.*) at different stages of development. The K_c was determined by two different methods, the direct one, using the data obtained in drainage lysimeters by a grass reference crop and the indirect one, using the equation of Hargreaves & Samani. The dragon fruit crop coefficient determined through this work was 0.71 in the initial phase and a maximum value of 0.77 in the flowering phase, decreasing the value in late phase. The behavior of the K_c data for dragon fruit by direct method was more consistent with the cultivation reality, showing higher values than ones estimated by the indirect method.

keywords: crop coefficient; evapotranspiration; dragon fruit.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Vista aérea da EAJ (área experimental marcada no alfinete verde)	17
Figura 2: Vista aérea da área experimental delimitada.....	17
Figura 3: Croqui da área experimental.	18
Figura 4: Grama – cultura de referência.	19
Figura 5: T Máx, T Médio e T Mín (°C) e precipitação acumulada (mm) por DAT.	21
Figura 6: Evapotranspiração da cultura de referência ETo (mm) por dia após transplantio. ...	22
Figura 7: Estimativa da ETo (mm/dia)/DAT – Método indireto (Hargreaves & Samani).	23
Figura 8: Coeficiente de cultivo da pitaia por dia após transplantio (Kc/DAP).	23
Figura 9: Coeficiente de cultivo (Kc) para a cultura da pitaia.	24
Figura 10: Valores de Kc calculado pelo método direto e estimado pelo método indireto.	25
Figura 11: Altura da planta (cm) e Kc por DAT.	26

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
2. OBJETIVOS	12
2.1. Objetivo Geral	12
2.2. Objetivo Específico	12
3. REVISÃO DE LITERATURA	13
3.1. A cultura da pitaia	13
3.2. Coeficiente de cultivo - Kc.....	14
3.3. Evapotranspiração	15
4. METODOLOGIA	17
4.1. Localização e caracterização da área.....	17
4.2. Cultura de referência	18
4.3. Irrigação	19
4.4. Evapotranspiração da cultura de referência.....	19
4.5. Coeficiente de cultivo – Kc.....	20
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	21
6. CONCLUSÃO	27
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	28

1. INTRODUÇÃO

Fruta exótica de introdução recente, a pitaia (*Hylocereus sp.*) tem sido bem valorizada e vem alcançando alto valor de mercado, fato que tem despertado o interesse de fruticultores em seu plantio e cultivo. Planta rústica que faz parte de espécies variadas de cactos epífitos, pertencente à família botânica Cactaceae (CORDEIRO et al., 2015; JUNQUEIRA et al., 2002).

No Brasil, o cultivo da pitaia teve início nas duas últimas décadas e as áreas de produção comercial ainda é pequena. O estado de São Paulo foi o primeiro produtor, seguido por Minas Gerais, Paraná, Santa Catarina, Rio Grande do Norte, Ceará e Pernambuco (Bastos et al, 2006; Nunes et al., 2014). Devido ao grande potencial produtivo da fruta, que pode iniciar a produção já no primeiro ano após o plantio, além da boa adaptabilidade em diversos climas e solos, a cultura tem sido muito adotada por agricultores e pode apresentar boas perspectivas para a agricultura familiar, em especial, pela diversificação das matrizes produtivas e econômicas das propriedades (POLLNOW, 2018).

A cultura da pitaia apresenta diversas finalidades além do consumo do produto in natura. O fruto também pode ser utilizado para produção de medicamentos, uso em cosméticos corantes naturais e devido ao sabor adocicado da fruta, vem sendo usada na fabricação de vinhos, sucos, chás, doces como sorvetes, pudins, bolos, geleias, além de outras finalidades de usos (GREENME, 2017).

São plantas muito resistentes a condições climáticas desfavoráveis, como altas temperaturas, seca, solo pobre, etc. Isso se deve às adaptações estruturais que essas plantas vêm realizando ao longo do tempo. É uma planta que se adapta a uma grande variedade de chuvas, embora haja mais problemas fitossanitários e menor produção em locais de elevado índice pluviométrico. Apesar de não necessitar de água em abundância, suas necessidades hídricas não são exatamente conhecidas, as quais dependem marcadamente da área de cultivo (MIFSUD, 2020).

O coeficiente de cultivo (K_c) é a relação entre a evapotranspiração máxima (ET_c) e a evapotranspiração de referência (ET_o) da cultura. O K_c pode ser visto como um método de racionalização da irrigação, diminuindo os custos e o impacto ambiental, ele determina a quantidade correta e o momento certo da aplicação da água, levando em consideração o método da irrigação empregado na área (SATURINO, 2013).

É de suma importância o conhecimento sobre as necessidades hídricas das culturas para haver um manejo correto em relação à aplicação da água no solo. Alguns parâmetros podem ser determinados para auxiliar o planejamento da atividade, entre eles está o coeficiente de cultivo que é uma variável dependente das condições ambientais e fisiológicas das plantas, e deve ser determinado para as condições locais onde vai ser utilizado (ALBUQUERQUE, 2001).

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

Determinação da necessidade hídrica da pitaia (*Hylocereus sp.*) em diferentes fases de desenvolvimento.

2.2. Objetivo Específico

Calcular a evapotranspiração da cultura de referência através do método de lisímetros;

Estimar a evapotranspiração de referência através de método indireto e comparar dados com método direto.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. A cultura da pitiaia

A pitiaia, ou fruta-dragão, como também é conhecida, é uma fruta tropical pertencente à família Cactácea e originária do México e Américas Central e do Sul, que tem atraído interesse de pesquisadores pelo seu sabor e coloração atrativa. As plantas dessa família são caracterizadas por serem capazes de tolerar calor e frio extremos, períodos de estiagem e solos pobres em nutrientes. As plantas da família das cactáceas apresentam modificação do caule para armazenamento de água, redução ou ausência de folhas, superfícies recobertas com ceras naturais e abertura noturna dos estômatos para a absorção de dióxido de carbono, características respectivas às plantas de metabolismo CAM, que permitem que as mesmas tolerem as mais diferentes condições (MARENCO e LOPES, 2011).

Dentro da família *Cactaceae* existem cerca de 35 espécies que apresentam potencial para serem cultivadas com a finalidade de alimentação humana e animal, principalmente as pertencentes aos gêneros *Hylocereus*, *Selenicereus*, *Cereus*, *Leptocereus*, *Escontria*, *Myrtilloactus*, *Stenocereus* e *Opuntia* (Mizrahi et al. 1997). Na subfamília *Hylocereus* são conhecidas 16 espécies, sendo as espécies com hábitos “trepadeira” com maior distribuição mundial (Nerd et al. 2002; Legaria et al. 2005). Nesta subfamília que é encontrada as espécies frutíferas conhecidas como pitiaia.

É uma planta perene e que comumente cresce sobre árvores ou pedras, tem raízes fibrosas, abundantes e desenvolve inúmeras raízes adventícias que ajudam na fixação e na obtenção de nutrientes. Pode sobreviver em ampla faixa de condições edafoclimáticas, sendo encontrada em climas muito quentes e em regiões de clima subtropical (MAGALHÃES, 2017).

Estas espécies pertencem ao grupo de frutíferas tropicais consideradas promissoras para o cultivo em grande escala comercial (ORTIZ-HERNANDEZ, 2000). Com a crescente demanda por frutos exóticos mundialmente, o mercado da pitiaia tem sido favorecido. Devido a sua rusticidade que tem sido vista como alternativa promissora para cultivo em regiões se solos menos propícios a outras culturas (ANDRADE; MARTINS SILVA, 2008).

A propagação da cultura pode ocorrer de forma assexuada ou sexuada. No entanto, a maneira mais viável é a assexuada, pela técnica da estaquia, devido à planta gerada manter as mesmas características da planta mãe, bem como a precocidade na produção dos frutos e uniformidade dos pomares (ANDRADE; MARTINS; SILVA, 2008).

Os principais cuidados necessários no plantio das estacas se relacionam ao teor de umidade do solo e à profundidade de plantio, pois estes são os fatores que influenciam diretamente no processo de enraizamento. O excesso de umidade causa apodrecimento na base, enquanto a profundidade de plantio influencia no desenvolvimento do sistema radicular (LIMA, 2012; ARAÚJO et al., 2008).

A polinização e fecundação são essenciais para frutificação da pitiaia, pela atração de agentes polinizadores como abelhas, pássaros, mamangavas e morcegos, por meio do perfume do néctar da flor (LIMA, 2013). Por conta disso, um dos principais problemas no crescimento de novas regiões de cultivo de pitiaia é a ausência de polinizadores (MENEZES, 2013). Para evitar a baixa frutificação e a ocorrência de frutos pequenos é possível o plantio de diversos genótipos e a realização da polinização cruzada manualmente (SILVA, 2014).

3.2. Coeficiente de cultivo - Kc

O coeficiente de cultivo (K_c) tem origem da divisão da evapotranspiração da cultura (ET_c) pela evapotranspiração de referência (ET_o). Considerando que a ET_o representa a demanda evaporativa da atmosfera, o K_c representa a magnitude com que a cultura analisada atende a essa demanda (REZENDE et al., 2017).

O K_c está diretamente ligado às características fenológicas e fisiológicas das culturas. O grande problema em manejar a irrigação pelo método em que o relaciona com a Evapotranspiração de referência (ET_o) está na obtenção de valores de K_c que sejam condizentes com as condições da localidade do cultivo. Apesar dos lisímetros de pesagem serem mais confiáveis, lisímetros de drenagem quando bem manejados permitem a obtenção de resultados confiáveis da evapotranspiração da cultura (ET_c), que em razão com a ET_o resulta no K_c (ALVES et al., 2018).

O K_c pode ser analisado com mais detalhes sob a perspectiva do coeficiente de cultivo, o qual é dividido em coeficiente de evaporação (K_c) e de cultivo basal (K_{cb}). O primeiro é obtido através da razão entre a evaporação do solo (E) e a ET_o , enquanto o segundo trata da razão entre a transpiração das plantas (T) e a ET_o . Estes coeficientes representam separadamente as transferências de água do sistema produtivo pelo solo e pela planta, diante da demanda atmosférica imposta pelo ambiente (ALLEN et al., 1998).

O coeficiente de cultura (K_c), proposto por Van Wijk e Vries, é adimensional e representa a razão entre a evapotranspiração máxima da cultura (ET_c) e a evapotranspiração de referência (ET_o) (Sediyama et al., 1998). Segundo estes autores, os valores de K_c representam a integração dos efeitos de três características que distinguem da

evapotranspiração da cultura: a) a altura da cultura que afeta a rugosidade e a resistência aerodinâmica; b) a resistência da superfície relativa ao binômio solo-planta, que é afetado pela área foliar (resistência estomática), pela fração de cobertura do solo com vegetação, pela idade e condições das folhas, e pela umidade no perfil do solo; c) o albedo da superfície, que é influenciado pela cobertura do solo, pela vegetação e pelo teor de água no solo, que influencia o saldo de radiação disponível à superfície, que é a principal fonte de energia para trocas de calor e de massa no processo de evapotranspiração.

As fases ou estádios de uma cultura qualquer são fatores de grande importância na determinação do consumo de água e podem ser definidos de diversas formas, tais como: dias após plantio, dias após emergência, índice de área foliar e graus-dia de desenvolvimento (GDD). Tradicionalmente, os coeficientes de cultura, K_c , têm sido determinados com base em semanas ou meses do ano. Algumas pesquisas já foram desenvolvidas com o objetivo de se determinar coeficientes de cultura como função do estágio fenológico, percentagem do ciclo (Tosso e Torres, 1986) e graus-dia de desenvolvimento (SAMMIS et al., 1985).

3.3. Evapotranspiração

A evapotranspiração é a soma entre evaporação da água do solo e a transpiração da planta, que nada mais é que a liberação da água que foi utilizado nos processos metabólicos necessários para o crescimento e desenvolvimento da planta para a atmosfera principalmente através dos estômatos (Carlesso, 2007). Ou seja, a evapotranspiração é um sistema dinâmico entre solo, a planta e atmosfera a partir da entrada da aplicação da água através da forma natural (chuvas) ou da forma artificial (irrigação). A evapotranspiração sofre a influência de fatores climáticos como radiação solar, temperatura, umidade relativa, vento, localização geográfica, etc., sendo que para cada condição climática tem-se um valor para essa variável (MASSIGNAN e PANDOLFO, 2006).

Conforme Carlesso (2007) a evapotranspiração pode ser definida em quatro modos:

- Evapotranspiração máxima de uma cultura (ET_m) – refere-se ao consumo de água em condições ótimas de disponibilidade de água e sem a ocorrência de fatores limitantes tanto da planta quanto do solo que comprometem a transpiração da planta.
- Evapotranspiração potencial (ET_p) - é a quantidade de água evaporada por uma cultura com porte baixo e toda a área de cultivo coberto pela planta sem estresse hídrico.

- Evapotranspiração real (ETr) - quantidade de água evaporada pela planta em condições normais, influenciada pela disponibilidade de água no solo e pela demanda evaporativa da atmosfera.
- Evapotranspiração de referência (ETo) - é a perda de água de uma cultura bem adaptada ao clima local, sem efeito de bordadura e sem estresse hídrico, mas também pode ser estimado por recomendações da FAO, método de Penman-Monteith, que dá um valor muito próximo a evapotranspiração de referência da grama no local da avaliação.

A ETo é a resultante dos parâmetros climáticos expressando a evaporação potencial da atmosfera. Muitos dos vários efeitos das condições climáticas são incorporadas na estimativa da ETo. Assim, a ETo representa a demanda climática, enquanto Kc varia predominantemente com as características específicas da cultura e apenas com uma interferência limitada do clima (CARVALHO et al., 2011).

A evapotranspiração pode ser determinada de forma direta ou através de estimativas. A forma direta utiliza os métodos de balanço hídrico e micro meteorológico. Já para as estimativas, pode-se utilizar os métodos de Penman, equação de Priestley e Taylor, equação de Thornthwaite, tanque classe A e relação com elementos metrológicos (BERGAMASCHI 1999; ALTHOFF, 1996).

O conhecimento da evapotranspiração máxima das plantas cultivadas em suas diferentes fase de desenvolvimento é de extrema importância para o planejamento e manejo da utilização da água na agricultura irrigada, pois esta permite se ter um maior aproveitamento da disponibilidade hídrica naturais e artificiais (BERGAMASHI, 1999).

Nos dias atuais, uma das principais preocupações é com a crescente demanda hídrica em todos os setores da sociedade. Portanto, a água na produção de alimentos deve ser utilizada da forma mais racional possível. Nesse contexto, a estimativa da evapotranspiração de referência (ETo) tem o objetivo de otimizar o uso da água na agricultura (LIMA JUNIOR et al., 2016).

4. METODOLOGIA

4.1. Localização e caracterização da área

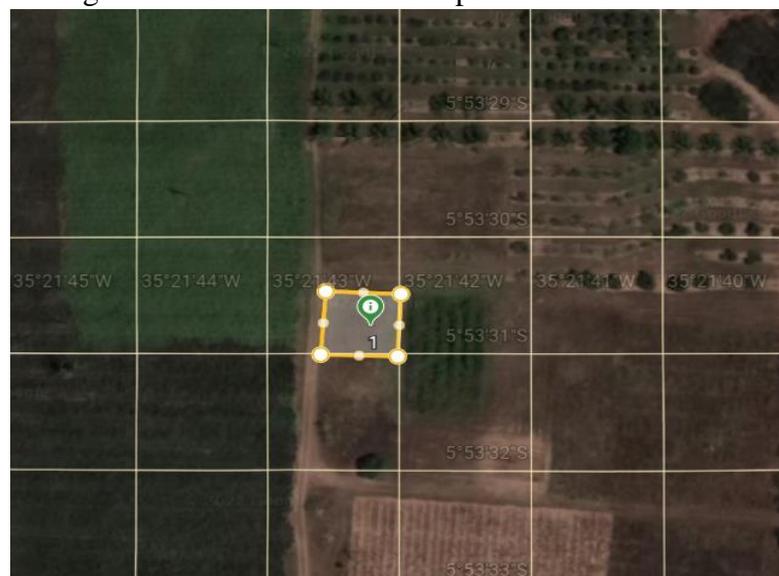
O estudo foi realizado na Unidade Acadêmica Especializada em Ciências Agrárias (UAECA), localizada na Escola Agrícola de Jundiá (EAJ) (figura 1), a qual é pertencente à Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), no campus de Macaíba/RN. A área utilizada no experimento (figura 2) está situada no pomar didático do campus e apresenta as seguintes coordenadas geográficas: $5^{\circ}53'29''S$ e $35^{\circ}21'42''W$ e altitude de 50 m acima do nível do mar.

Figura 1: Vista aérea da EAJ (área experimental marcada no alfinete verde)



Fonte: Google Earth /2022

Figura 2: Vista aérea da área experimental delimitada.



Fonte: Google Earth /2022

A região de Macaíba/RN apresenta, segundo a classificação de Koppen, o clima caracterizado como de transição entre os tipos As e BSw, com estação chuvosa concentrada entre maio e julho e um período muito seco na estação da primavera, entre setembro e dezembro. A precipitação média anual é de aproximadamente 1.280 mm, e a temperatura média anual varia de 24 a 28 °C (ALVAREZ et al., 2014).

4.2. Cultura de referência

Foram utilizados vasos com capacidade de 20 L, em sua base inferior, foi feito um furo no centro, com “serra-copo” de ½” e acoplado uma válvula de pia, para coleta da água drenada (lisímetros).

Os vasos foram preenchidos por camadas, da seguinte forma:

- 2,5 cm de brita grossa;
- 2,5 cm de areia lavada;
- e o restante com substrato (mistura de solo retirado da área do pomar com 5 L de esterco bovino curtido);
- por fim plantado grama nos mesmos, seguindo o mesmo procedimento utilizado no experimento com pitaiá cultivada em vasos, conforme croqui apresentado na Figura 3.

Para a composição do sistema de lisímetros, os vasos, com áreas superficial de 0,41 m², foram colocados sobre estruturas de alvenaria elevadas para acomodar o recipiente de coleta do volume drenado e posicionados no centro do experimento de pitaiá cultivada em vasos, conforme Figura 4.

Figura 3: Croqui da área experimental.

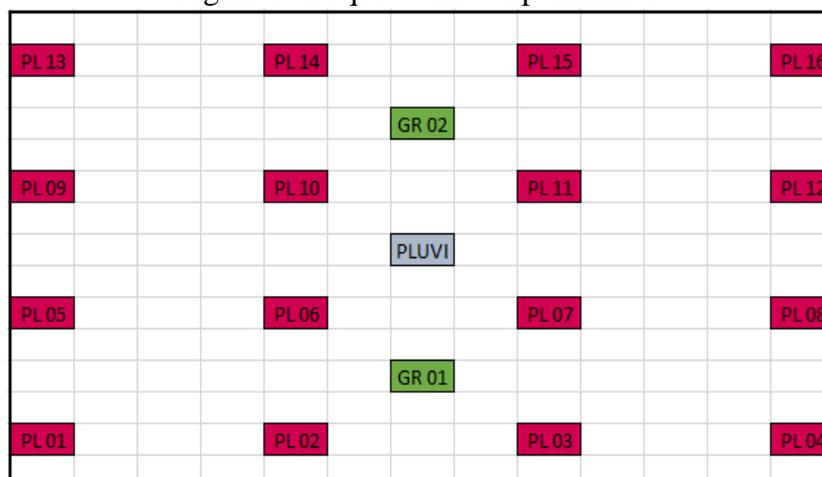


Figura 4: Grama – cultura de referência.



Fonte: Autor – 2021.

4.3. Irrigação

A irrigação foi realizada manualmente, em pequenas quantidades e cessada até iniciar a drenagem. Foi instalada uma caixa d'água de 1000 L e esta foi abastecida pela água do açude da EAJ, classificada como C1S1; água de baixa salinidade e baixo teor de sódio, considerada de boa qualidade para fins de irrigação. O turno de rega utilizado foi de dois dias, similar ao adotado para as plantas da pitaia. O primeiro dado coletado e registrado era o volume drenado e em seguida o volume aplicado em cada vaso, e a água coletada na drenagem era adicionada à água de irrigação seguinte. Foi instalado um pluviômetro dentro do experimento, e os dias em que foram registrados eventos de precipitação acima de 8,0 mm não foi realizada irrigação. A grama foi mantida a altura padrão de aproximadamente, 12 cm.

4.4. Evapotranspiração da cultura de referência

Para o cálculo da evapotranspiração da cultura de referência, a grama, foram utilizados métodos direto e indireto.

Para o método direto foi utilizada a seguinte equação:

$$ET_o = \frac{VA - VD}{A} \quad \text{Eq. 1}$$

Onde:

ET_o – Evapotranspiração da cultura de referência, mm/dia;

VA – Volume precipitado, L;

VD – Volume drenado, L;

A – Área do lisímetro, m².

O método indireto empregado para estimativa da evapotranspiração de referência foi o de Hargreaves & Samani, que utiliza dados de temperatura e radiação no topo da atmosfera.

$$ET_o = 0,0023 \times Ra \times \sqrt{T_{max} - T_{min}} \times (T_{med} + 17,8) \quad \text{Eq. 2}$$

Onde:

ET_o – evapotranspiração de referência, mm/dia;

Ra – radiação no topo da atmosfera, MJ/m²/dia;

T_{med} – temperatura média, °C;

T_{max} – temperatura média das máximas, °C;

T_{min} – temperatura média das mínimas, °C.

Os valores de temperatura utilizados foram os coletados na estação meteorológica da EMPARN em macaíba/RN (Estação – TELEPLU MACAÍBA), e a os valores de radiação foram calculados diariamente a partir da latitude.

4.5. Coeficiente de cultivo – K_c

Para determinação do Coeficiente de cultivo (K_c) foram utilizados dados da Evapotranspiração da cultura da pitaiá (ET_c) obtidos através do método de lisímetros de drenagem, em um trabalho simultâneo. Os valores de K_c obtidos através da evapotranspiração da cultura de referência (a grama), foram comparados com valores de K_c obtidos através dos valores de evapotranspiração de referência (Método de Hargreaves-Samani), conforme equação:

$$K_{c_p} = \frac{ET_c}{ET_o} \quad \text{Eq. 3}$$

Onde:

K_{c_p} – Coeficiente de cultivo da pitaiá;

ET_c – Evapotranspiração da cultura, mm/dia;

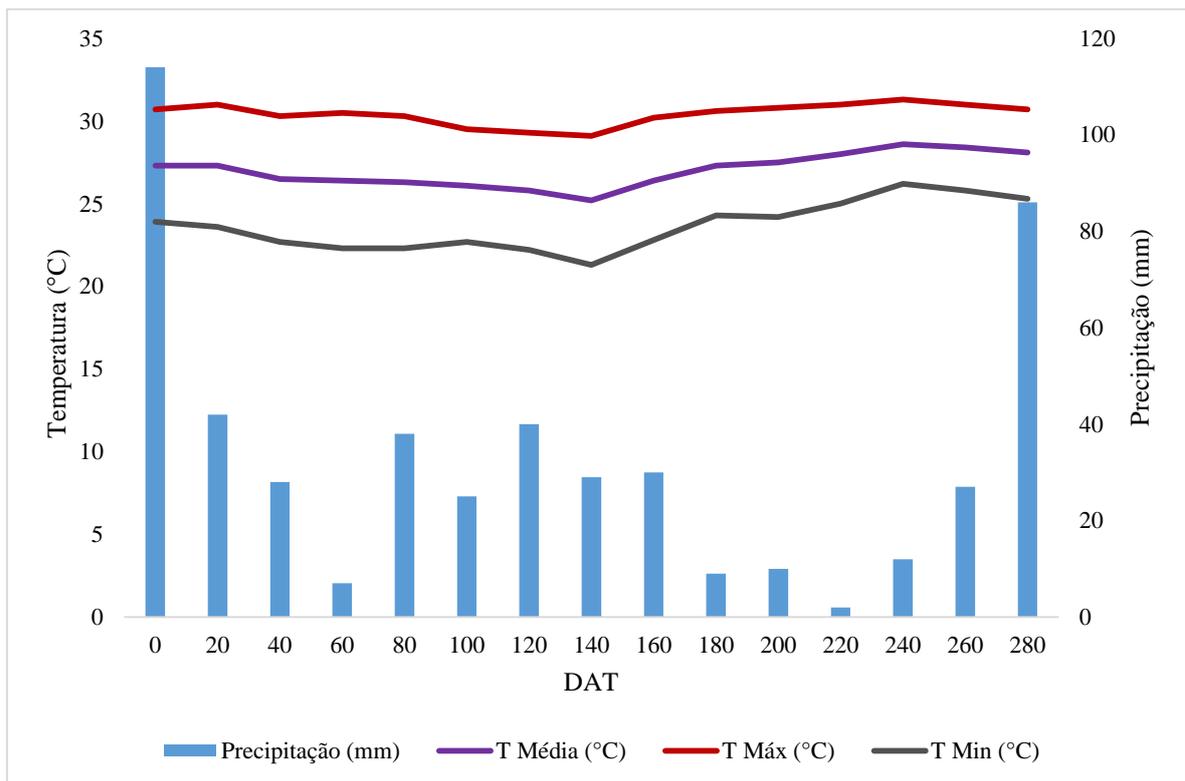
ET_o – Evapotranspiração de referência, mm/dia.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verifica-se na Figura 5 a relação da temperatura máxima (T Máx), média (T Méd) e mínima (T Mín) com a precipitação por dias após transplântio (DAT). Observando-se temperaturas máximas, mínimas e média em torno de, 30,4 °C, 23,1 °C e 27 °C.

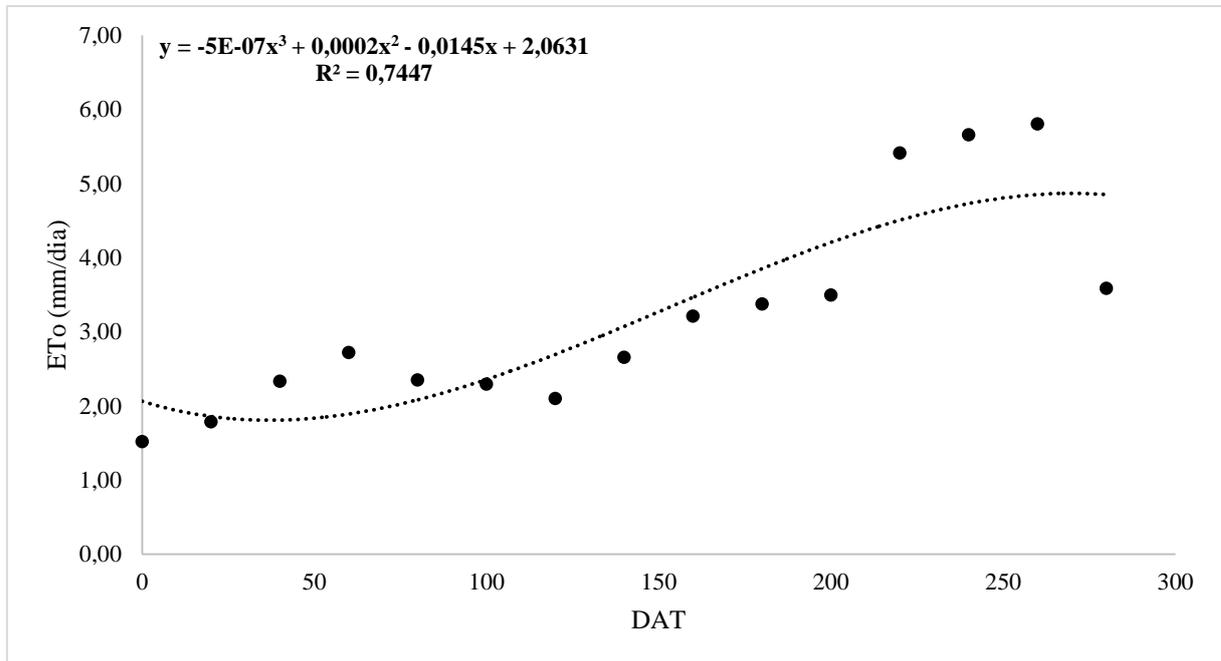
A precipitação acumulada total no período do experimento foi de 499 mm, que corresponde a 39% da média anual do município. De acordo com a Figura 5, os 20 primeiros DAT e os 20 últimos DAT apresentam maior índice pluviométrico. Observa-se a má distribuição temporal da precipitação, com a ocorrência de chuvas de considerado alto índice pluviométrico em alguns dias, poucos dias de chuva no período decorrido e baixo valor de precipitação acumulada, ou seja; menos de 40% da precipitação anual, em 9 dos 12 meses do ano.

Figura 5: T Máx, T Médio e T Mín (°C) e precipitação acumulada (mm) por dia após transplântio (DAT).



Os valores da Evapotranspiração da cultura de referência – ETo (mm/dia), obtidos pelo método direto de lisímetros de drenagem encontram-se na Figura 6. A curva da linha de tendência apresenta um padrão de ETo no início, consideravelmente constante, e a partir de 100 DAT verifica-se um aumento que em 220 DAT os valores de ETo apresentam-se estáveis.

Figura 6: Evapotranspiração da cultura de referência ETo (mm) por DAT.

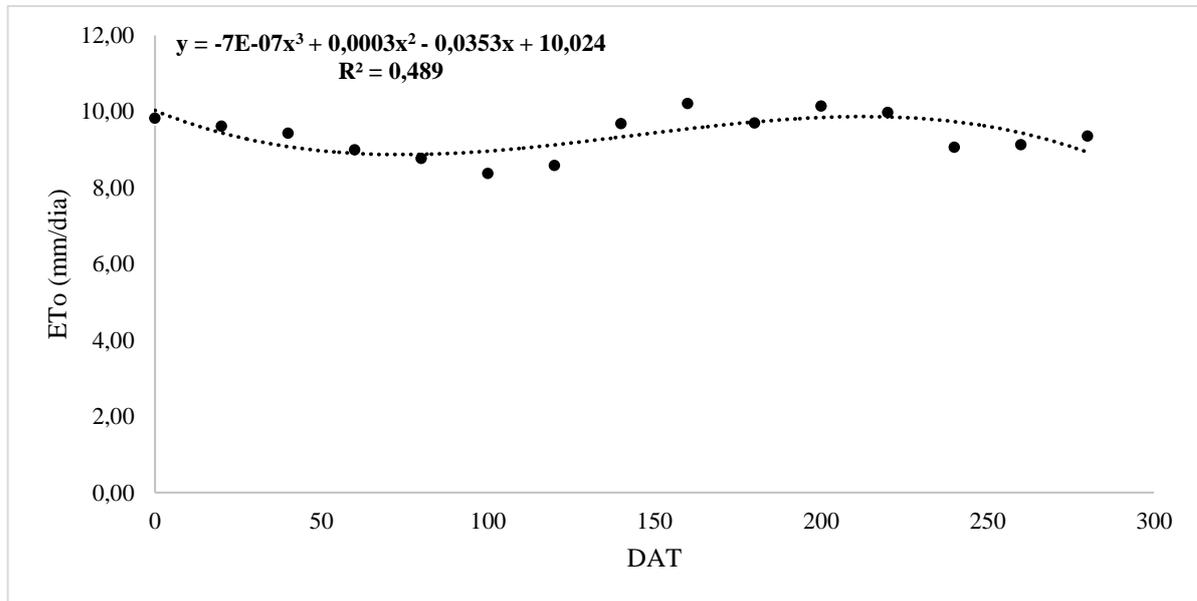


A Figura 7 apresenta os valores estimados de ETo (mm/dia) a partir do método indireto, conhecido como método de Hargreaves & Samani, o qual foi escolhido para estimar a ETo, considerando os recursos disponíveis para coletar dados meteorológicos local, esse método estima a ETo local, utilizando apenas os dados de temperatura média, máxima e mínima, sendo dados facilmente coletados via internet em relatórios meteorológicos, além da radiação, tendo valor médio de 35,44 MJ/m²/dia, obtida a partir da latitude.

Considerando que este método utiliza-se da temperatura como principal parâmetro para a estimativa da ETo. Como a temperatura é uma das variáveis climáticas que apresenta menor variação, é esperado e constatado valores de ETo local constantes, quando comparados aos valores da ETo obtida pelo método direto utilizando a cultura de referência, a grama. Destacando que a ETo local, obtido pelo método indireto foi superestimada em até quase 3 vezes mais, que o valor obtido pelo método direto, essa superestimava justifica-se pelo valor da radiação utilizado.

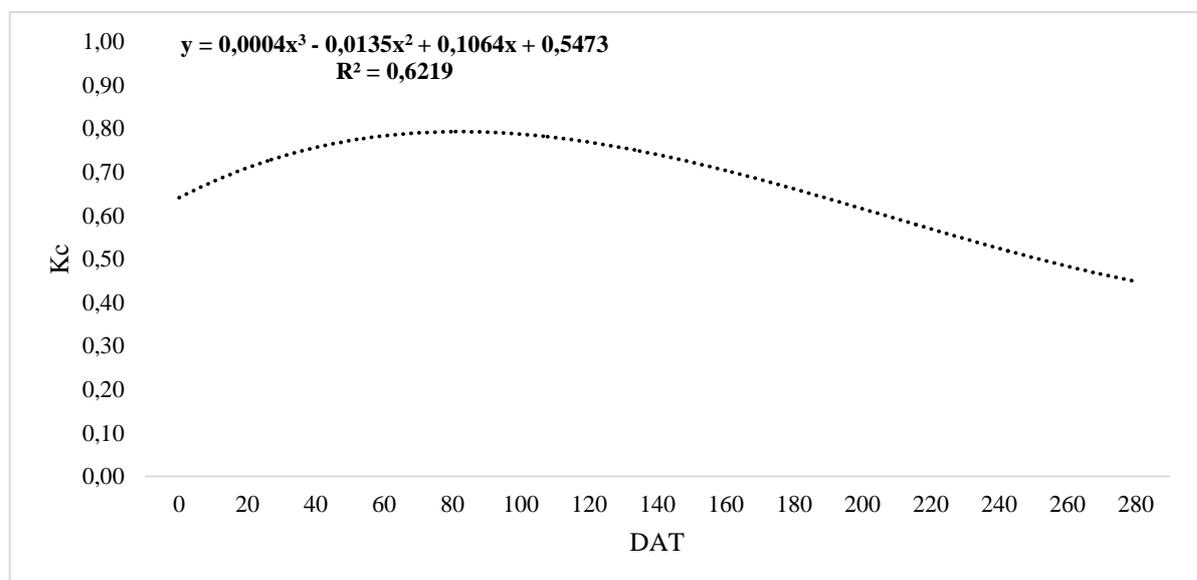
A curva da linha de tendência inicia em decréscimo do valor de ETo até 50 DAT e mantém-se constante até 140 DAT onde tem um leve aumento no valor de ETo e em seguida a partir de 220 DAT prosseguindo em decréscimo.

Figura 7: Estimativa da ETo (mm/dia)/DAT – Método indireto (Hargreaves & Samani).



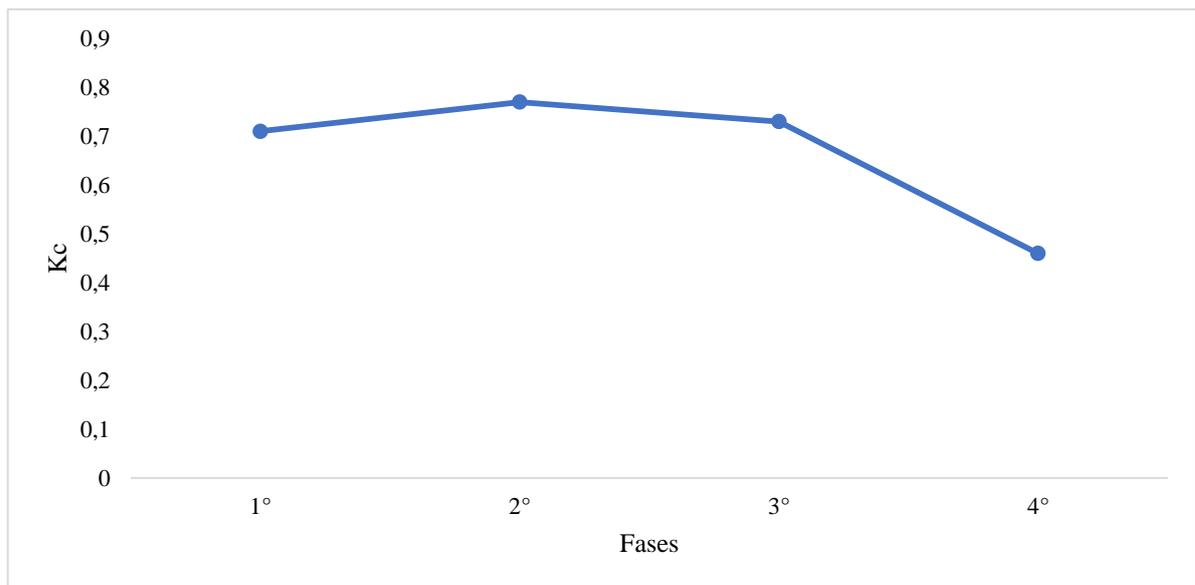
O coeficiente de cultivo (Kc) da pitia após o transplântio, obtido da relação entre a ETC (valores obtidos por Silva (2022)) e a ETo da cultura de referência encontram-se na Figura 8. Nota-se um aumento no valor do Kc do início até os 120 DAT, com Kc igual a 0,87, sendo o maior valor, e a partir daí segue em decréscimo no decorrer do período avaliado.

Figura 8: Coeficiente de cultivo da pitia por dia após transplântio (Kc/DAT).



Na Figura 9 verifica-se a curva do Kc por fases durante o período estudado, em que observa-se o crescimento da necessidade hídrica da cultura na primeira fase, seguida de decréscimo entre as fases seguintes, o que corresponde ao período de floração e início da frutificação.

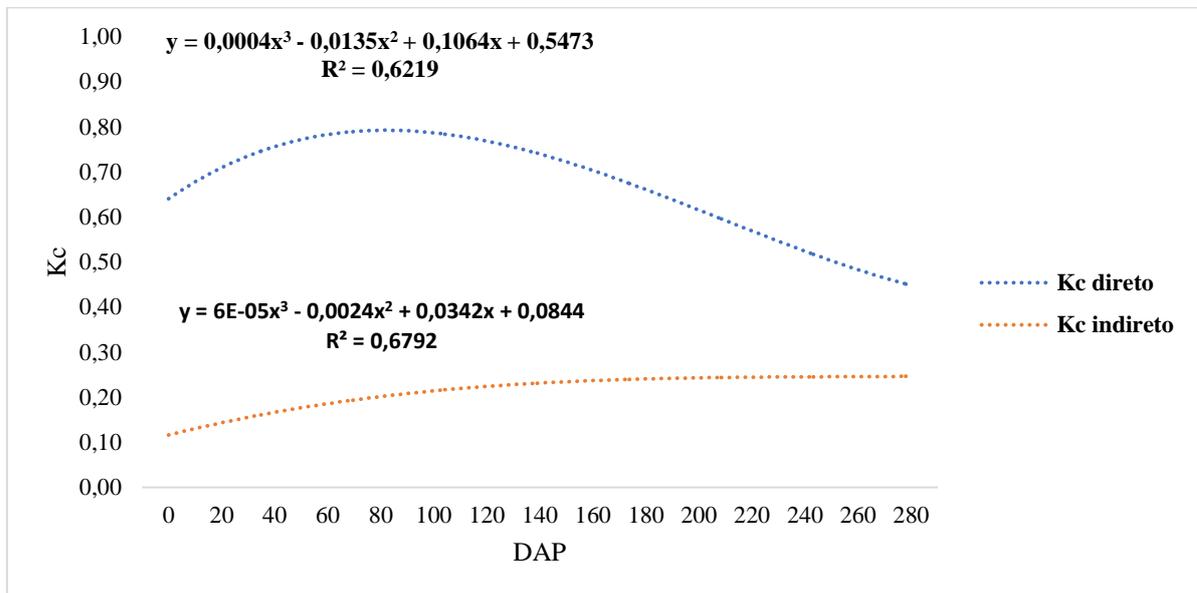
Figura 9: Coeficiente de cultivo (Kc) para a cultura da pitaia.



O coeficiente de cultivo (Kc) da pitaia estimado pelo método indireto de Hargreaves & Samani é apresentado na Figura 10. Verifica-se um aumento gradativo nos valores de Kc até os 60 DAP com valor médio de Kc igual a 0,21 e valor máximo de 0,27, seguindo com valores constantes.

Na Figura 10 constata-se o comportamento dos valores de Kc durante o período de estudo, obtidos pelos métodos direto e indireto em que pode-se observar curvas com comportamento semelhantes, mas valores de Kc calculados pelo método de Hargreaves & Samani menores que os obtidos através do método direto. Conforme Carvalho e Oliveira (2012) métodos que utilizam valores de radiação apresentam bons resultados em locais de climas úmidos, onde a componente aerodinâmica é relativamente pequena, mas têm desempenho irregular em regiões de climas áridos, tendendo a subestimar a evapotranspiração.

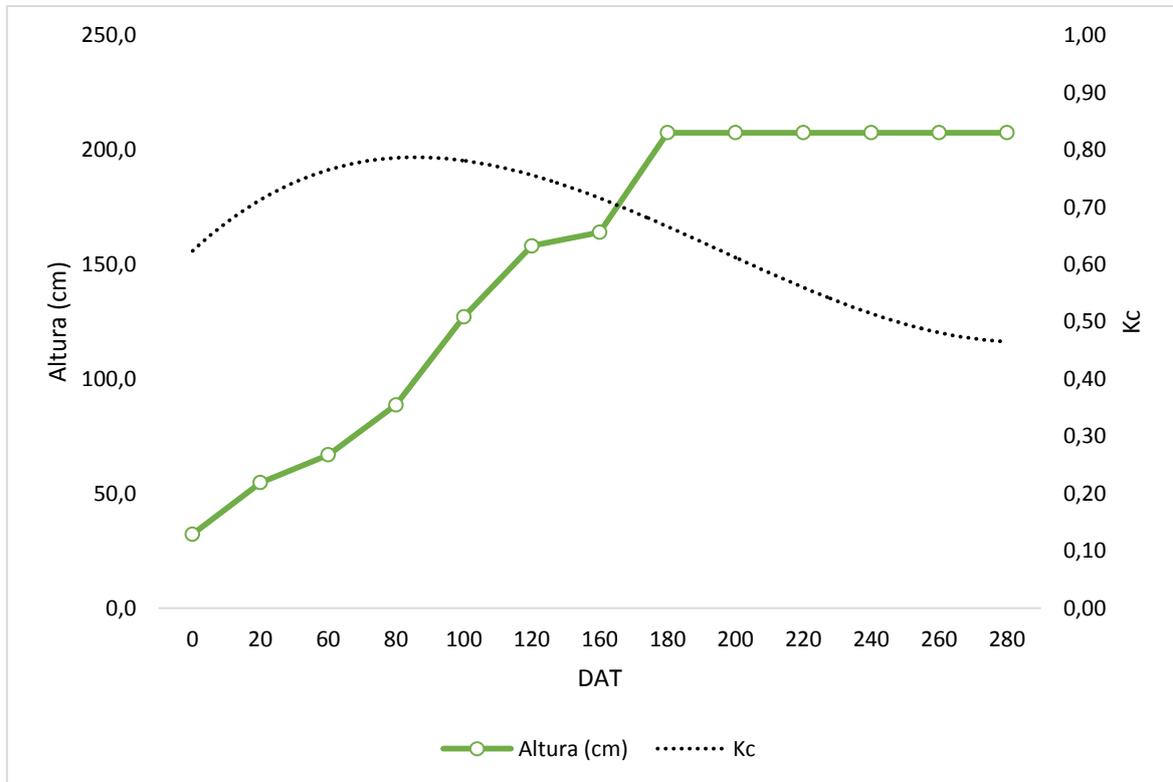
Figura 10: Valores de Kc calculado pelo método direto e estimado pelo método indireto.



Correia et al., (2016) compararam coeficientes de cultivo (Kc) para o manejo de irrigação do milho obtidos experimentalmente e estimados pelo manual FAO/56, concluindo que os valores de Kc obtidos pelo método do manual propiciaram boas estimativas da lâmina líquida de irrigação requerida (LIR) para a cultura do milho em diferentes regiões brasileiras, pois a LIR variou no intervalo entre -10% e +10% ao comparar com dados experimentais e ajustados por polinômio de terceiro grau para os valores de Kc em função dos dias após o plantio (DAP).

A Figura 11 traz os valores de altura da planta e valores do coeficiente de cultivo da pitaia (*Hylocereus sp.*) durante o período avaliado, podendo-se observar a relação do desenvolvimento da cultura com o Kc e o consumo hídrico das plantas.

Figura 11: Altura da planta (cm) e Kc por DAT.



A curva do Kc, demonstra um início com aumento acelerado, assim como o crescimento inicial da planta, demonstrando que a fase inicial da cultura há um maior consumo hídrico e crescimento inicial, para então este consumo decrescer, seguindo com a estabilização do crescimento da planta.

6. CONCLUSÃO

O coeficiente de cultivo (K_c) da pitiaia apresentou valor igual a 0,71 na fase inicial de crescimento e máximo de 0,77, diminuindo nas fases de floração e frutificação. A evapotranspiração da cultura de referência apresentou valor mínimo inicial de 1,52 mm/dia e valor máximo aos 260 DAP igual à 5,81 mm/dia.

O comportamento dos dados obtidos de K_c nesse trabalho para a cultura da pitiaia, a partir do método direto, foi mais coerente a realidade de cultivo, apresentando valores maiores do que aqueles estimados pelo método Hargreaves & Samani.

Comparando o comportamento das curvas de K_c na sua distribuição temporal, apresentaram-se semelhante ao esperado, no entanto com valores dispersos. Podendo justificar, pelo fato de o processo evaporativo ter sido bem maior que o processo de transpiração, considerando que a atividade estomática da cultura é noturna, sendo circunstância relacionada ao metabolismo da planta, de ciclo CAM.

Por ser uma cultura ainda pouco cultivada no país, não se conhece com exatidão às necessidades hídricas da pitiaia, e os dados encontrados neste estudo poderão servir de referência para calcular a lâmina de irrigação em cultivos irrigados.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBUQUERQUE, P. E. P. de. **Coefficientes de cultivo das principais culturas anuais.** ITEM – Irrigação & Tecnologia Moderna. Revista Trimestral da Associação Brasileira de Irrigação e Drenagem – ABID. Nº 52, 2001.
- ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration — guidelines for computing crop water requirements.** FAO Irrigation and drainage paper 56. Food and Agriculture Organization, Rome. 1998.
- ALTHOFF, D. A.; SÔNEGO, M.; POLA, A.C. **Parâmetros para a agricultura irrigada de Santa Catarina: evapotranspiração potencial.** Florianópolis: EPAGRI, 1996. 32p.
- ALVES, E. S.; LIMA, D. F.; BARRETO, J. A. S.; SANTOS, D. P.; SANTOS, M. A. L. **Determinação do coeficiente de cultivo para a cultura do rabanete através de lisimetria de drenagem.** Irriga, v. 22, n. 1, p. 194-203, 2018.
- ANDRADE, R. A.; MARTINS, A. B. G.; SILVA, M. T. H. Development of seedlings of red pitaya (*Hylocereus undatus* Haw) in different substrate volumes. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 30, p. 697-700, 2008.
- ARAÚJO, N.A.; MARQUES, V.B.; RAMOS, J.D. BASTOS, D.C.; CRUZ, M.C.M.; VILLAR, L. **Propagação vegetativa de pitaia vermelha em resposta a profundidade de plantio e dominância apical.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 54., 2008, Vitória. Anais... Vitória: Incaper; SBF, 2008.
- BASTOS, D. C.; PIO, R.; SCARPARE FILHO, J. A.; LIBARDI, M. N.; ALMEIDA, L. D.; GALUCHI, T. P. D.; BAKKER, S. T. **Propagação da pitaya „vermelha“por estaquia.** Ciência e Agrotecnologia, Lavras, v. 30, n. 6, p. 1106-1109, 2006.
- BERGAMASCHI, H. et al. Agrometeorologia aplicada á irrigação. 2. ed. Porto Alegre: Editora da Universidade, 1999. 130 p
- BONONO, R.; MANTOVANI, E. C.; SEDIYAMA, G. C. **Estudo comparativo de modelos de estimativa da evapotranspiracao de referência (ETo) para as regiões cafeeiras do triangulo e noroeste de Minas Gerais.** In SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA EM CAFEICULTURA IRRIGADA, 1., 1998, Araguari, MG. Anais... Uberlândia: UFU/DEAGRO, 1998. p. 84-90.
- CARLESSO et al. Estimativa do consumo de água das culturas. In: CARLESSO, Reimar et al. **Usos e benefícios da coleta automática de dados meteorológicos na agricultura.** Santa Maria: UFSM, 2007. Cap. 7. p. 77-100.
- CARVALHO, D. F. de; OLIVEIRA, L. F.C. de. **Planejamento e manejo da água na agricultura irrigada.** Viçosa, MG. Ed. UFV, 2012. 240p.
- CORDEIRO, M. H. M.; SILVA, J. M.; MIZOBUTSI, G. P.; MIZOBUTSI, E. H.; MOTA, W. F. **Caracterização física, química e nutricional da pitaia-rosa de polpa vermelha.** Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal, v.37, n.1, p. 20, 2015.

CORREIA, C. A. ALBUQUERQUE, P. E. P. de. AMARAL, W. L. de. TIGGES, C. H. P. **Estudo comparativo de coeficientes de cultura (Kc) para o manejo de irrigação do milho obtidos experimentalmente e estimados pelo manual FAO/56**. IN: XXXI Congresso Nacional de Milho e Sorgo. Bento Gonçalves – RS. 2016.

ESQUIVEL, P.; AYARA-QUESADA, Y. Características del fruto de la pitahaya (*Hylocereus* sp.) y su potencial de uso en la industria alimentaria. **Revista Venezolana de Ciencia y Tecnología de Alimentos**, v.3, n.1, p.113-129. 2012.

GREENME. **Pitaya - Propriedades curativas e várias formas de consumir**. 2017.

JUNQUEIRA, K.P.; JUNQUEIRA, N.T.P.; RAMOS, J.D; PEREIRA, A.V. **Informações preliminares sobre uma espécie de pitaia do Cerrado**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2002.

LEGARIA J, ALVARADO M, HERNÁNDEZR. **Diversidad genética em Pitahaya (*Hylocereus undatus* Haworth, Britton y Ross)**. En: Revista Fitotecnia Mexicana, 2005, 28(3):179-185

LIMA JÚNIOR et al. **Parametrização da equação de Hargreaves e Samani para estimativa da evapotranspiração de referência no Estado do Ceará, Brasil**. Revista Ciência Agronômica, v. 47, n. 3, p. 447-454, jul-set, 2016.

LIMA, C.A. **Caracterização, propagação e melhoramento genético de pitaia comercial e nativa do cerrado**. 2013. 140f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília – DF, 2013.

MAGALHÃES, D. S. **Desenvolvimento e maturação de frutos de pitaia vermelha de polpa branca**. Universidade Federal de Lavras- MG. 2017.

MARENCO, R. A, LOPES, N. F. **Fisiologia Vegetal**. 3. ed. Viçosa: UFV. 2011. 486 p.

MASSIGNAM, A. M.; PANDOLFO, C. **Estimativa da evapotranspiração de referência mensal e anual no estado de Santa Catarina**. Florianópolis: Epagri, 2006. 24p. (Epagri. Documentos, 225)

MENEZES, T.P. **Polinização e maturação de pitaia vermelha [*Hylocereus undatus* (Haw.) Britton & Rose]**. 102f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2013.

MIFSUD, S. M. **Estudio del comportamiento agronómico del cultivo de la pitahaya en condiciones de clima mediterráneo**. Grado en Ingeniería Agroalimentaria y del Medio Natural. Universitat Politècnica de València. 2020.

MIZRAHI, Y.; NERD, A.; NOBEL, P. S. **Cacti as crop**. Horticultural Reviews. 18:291–320. 1997.

NERD, A. et al. **Fruit of vine and columnar cacti**. In: NOBEL PS. (Ed.). Cacti: biology and uses. Los Angeles: UCLA. 2002. p.254–262.

NUNES, E. N.; SOUSA, A. S. B.; LUCENA, C. M.; MELO SILVA, S.; LUCENA, R. F. P.; ALVES, C. A. B.; ALVES, R. E. **Pitaia (*Hylocereus* sp.): Uma revisão para o Brasil**. Gaia Scientia, João Pessoa, v. 8, n. 1, p. 90-98, 2014.

ORTIZ-HERNANDEZ YD. **Hacia el conocimiento y conservación de la Pitahaya (*Hylocereus* sp.)**, IPN-SIBEJ-Conacyt-FMCN, Oaxaca, México, 2000, 124 pp.

POLLNOW, G. E. **Pitaia, da propagação à colheita: uma revisão**. Agropecuária Catarinense, Florianópolis, v.31, n.3, p.73-78, set./dez. 2018.

REZENDE, M. K. A.; FLUMIGNAN, D. L.; FREITAS, P. S. L.; ARAÚJO, A. L. F.; SOUZA, C. H. M. **Coefficiente de cultivo do milho safrinha para região de Dourado – MS**, 2017.

SAMMIS, T. W.; MAPEL, C. L.; LUGG, D. G.; LANSFORD, R. R.; McGUICKIN, J. T. **Evapotranspiration crop coefficients predicted using growing-degree-days**. Transactions of the ASAE, St. Joseph, v. 28, n. 3, p. 773-780, May/June 1985.

SATURINO, H. M. **Soluções com credibilidade em sistemas de irrigação**. Revista trimestral da associação brasileira de irrigação e drenagem. 2005.

TOSSO, T.; TORRES, J. J. **Relaciones hidricas de la vid, bajo diferentes niveles de riego usando goteo, aspersion y surcos. I evapotranspiracion y eficiencia en el uso del agua**. Agricultura técnica, México, v. 46, p. 193-198, 1986.