

**Coeficiente de cultura (kc) em função de
graus-dia para híbridos de meloeiro do
grupo cantalupensis, em cultivo protegido,
no Centro-Oeste brasileiro**



OBJETIVOS DE
DESENVOLVIMENTO
SUSTENTÁVEL

12 CONSUMO E
PRODUÇÃO
RESPONSÁVEIS



**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Hortaliças
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**

**BOLETIM DE PESQUISA
E DESENVOLVIMENTO
257**

**Coeficiente de cultura (kc) em função de
graus-dia para híbridos de meloeiro do
grupo cantalupensis, em cultivo protegido,
no Centro-Oeste brasileiro**

*Marcos Brandão Braga
Andréia Aparecida de Sousa Silva
Ítalo Moraes Rocha Guedes
Jóisman Fachini
Juscimar da Silva
Carlos Eduardo Pacheco Lima*

Exemplares desta publicação
podem ser adquiridos na

Embrapa Hortaliças

Rodovia BR-060, trecho Brasília-Anápolis, km 9
Caixa Postal 218
Brasília-DF
CEP 70.275-970
Fone: (61) 3385.9000
Fax: (61) 3556.5744
www.embrapa.br/fale-conosco/sac
www.embrapa.br

Comitê Local de Publicações
da Embrapa Hortaliças

Presidente

Henrique Martins Gianvecchio Carvalho

Editora Técnica

Flávia M. V. Clemente

Secretária

Clidineia Inez do Nascimento

Membros

Geovani Bernardo Amaro

Lucimeire Pilon

Raphael Augusto de Castro e Melo

Carlos Alberto Lopes

Marçal Henrique Amici Jorge

Alexandre Augusto de Morais

Giovani Olegário da Silva

Francisco Herbeth Costa dos Santos

Caroline Jácome Costa

Iriani Rodrigues Maldonado

Francisco Vilela Resende

Italo Morais Rocha Guedes

Normalização Bibliográfica

Antonia Veras de Souza

Projeto gráfico da coleção

Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Editoração eletrônica

André L. Garcia

Glauter Lima dos Santos

Fotos da capa

Marcos Brandão Braga

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte,
constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Hortaliças

Coefficiente de cultura (kc) em função de graus-dia para híbridos de meloeiro do grupo cantalupensis, em cultivo protegido, no Centro-Oeste brasileiro / Marcos Brandão Braga ... [et al.]. - Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2022. 24 p. : il. color. (Boletim de pesquisa e desenvolvimento / Embrapa Hortaliças, ISSN 1677-2229 ; 257).

1. *Cucumis melo* L. 2. Manejo de água. 3. Cobertura do solo. 4. Irrigação. I. Braga, Marcos Brandão. II. Embrapa Hortaliças. III. Série.

CDD 635.61

Antonia Veras de Souza (CRB 1/2023)

© Embrapa, 2022

Sumário

Resumo	7
Abstract	8
Introdução.....	9
Material e Métodos	12
Resultados e Discussão	16
Conclusão.....	21
Referências	21

Coeficiente de cultura (Kc) em função de graus-dia para híbridos de meloeiro do grupo cantalupensis, em cultivo protegido, no Centro-Oeste brasileiro

*Marcos Brandão Braga*¹

*Andréia Aparecida de Sousa Silva*²

*Ítalo Moraes Rocha Guedes*³

*Jóisman Fachini*⁴

*Juscimar da Silva*⁵

*Carlos Eduardo Pacheco Lima*⁶

Resumo – Em cultivos protegidos as variáveis essenciais para a determinação da demanda hídrica, como os coeficientes de cultura (Kc), ainda são bastantes escassas no Brasil e no mundo. O objetivo deste trabalho foi determinar o Kc de híbridos de melão grupo Cantalupensis, em função dos graus-dia (GD). O experimento foi conduzido em estufa plástica no campo experimental da Embrapa Hortaliças, Distrito Federal. Foram testados o cultivo de cinco híbridos de melão, com e sem o uso mulching para cobertura do solo. Para obter a evapotranspiração da cultura foram utilizados lisímetros de percolação. Os Kc e GD foram estimados semanalmente e os dados agrometeorológicos foram obtidos da estação da Embrapa Hortaliças. Os resultados mostraram uma boa correlação entre Kcs e GDs, nesse ambiente, obtendo as equações gerais: $Kc = -0,000000005GD^3 + 0,000004GD^2 + 0,0009GD + 0,2417$, ($R^2 = 0,9318$) para os tratamentos sem cobertura do solo e $Kc = -0,000000004GD^3 + 0,000002GD^2 + 0,0016GD - 0,0004$, ($R^2 = 0,9387$), para aqueles com cobertura do solo com mulching. A estimativa dos Kcs em função dos GD ajusta-se à uma função cúbica com uma alta correlação, podendo estas serem usadas no manejo das irrigações, em cultivo de melões, em estufas plásticas de produção.

Palavras-chave: *Cucumis melo* L.; demanda hídrica; manejo de irrigação; cobertura do solo.

¹ Engenheiro-agrônomo, doutor em Agronomia, pesquisador da Embrapa Hortaliças, Brasília, DF

² Engenheira-agrônoma, estudante de mestrado da Universidade de Brasília, DF

³ Engenheiro-agrônomo, doutor em Agronomia, pesquisador da Embrapa Hortaliças, Brasília, DF

⁴ Engenheira-agrônoma, mestre em Agronomia, Fazenda Buenos Aires, Luziânia, GO

⁵ Engenheiro-agrônomo, doutor em Solos e Nutrição de Plantas, pesquisador da Embrapa Hortaliças, Brasília, DF

⁶ Engenheiro-ambiental, doutor em Solos e Nutrição de Plantas, pesquisador da Embrapa Hortaliças, Brasília, DF

Crop coefficient (kc) as a function of degree-days for greenhouse cantaloupe melon hybrids, in the Brazilian Midwest region

Abstract – Under protected cultivation conditions, the essential variables for determining water demand, such as crop coefficients (Kc) are still poorly understood in Brazil and worldwide due to limited number of studies focused on this question. The work aimed to determine the Kc of melon hybrids of the Cantaloupe group, according to the degree-days (DD). The experiment was conducted in protected cultivation (plastic tunnel) at Embrapa experimental field where five melons hybrids, were grown with and without plastic soil cover. To obtain the evapotranspiration of the culture, percolation lysimeters were used. Agroclimatic data were obtained from the Embrapa weather station and were used to estimate Kc and DD. The results showed a good correlation between Kc and DD, in this environment, obtaining the general equation $Kc = -0.000000005DD^3 + 0.000004DD^2 + 0.0009DD + 0.2417$, ($R^2 = 0.9318$) for treatments without soil cover and $Kc = -0.000000004DD^3 + 0.000002DD^2 + 0.0016DD - 0.0004$, ($R^2 = 0.9387$), for treatments of soil cover with film plastic. It is concluded that the estimate of Kc as a function of DD adjusted to a cubic function with a high correlation, which can be used in irrigation management, in melon cultivation, in plastic production greenhouses.

Keywords: *Cucumis melo* L.; water demand, irrigation management, soil cover.

Introdução

O melão do grupo *Cantalupensis* (*Cucumis melo* L.), possui frutos com superfície rendilhada e forma redondo-ovalada. Caracteriza-se por plantas de porte rasteiro, caule herbáceo muito ramificado e que produz frutos de aproximadamente 900 g, com casca rendilhada e superfície rugosa. Apresenta boa cotação comercial e pode ser rentável mesmo em pequenas áreas, como em ambiente protegido (Rizzo e Braz, 2001).

Segundo Martins et al. (1998) o cultivo em ambiente protegido favorece as condições ambientais necessárias para a produção de melão, aumentando a eficiência da conversão de energia em produtos fotossintetizados. O cultivo do meloeiro em ambiente protegido, além dos incrementos de produtividade (rendimento em kg/m²) e qualidade dos frutos, em relação aos cultivos em campo aberto, possibilita a distribuição da colheita por um período mais longo (Braga et al., 2006; Camacho et al., 1995).

O cultivo em ambiente protegido tem levado a aumentos consideráveis de produtividade de culturas olerícolas ao favorecer um uso mais eficiente de insumos e criar um ambiente mais adequado ao crescimento e à produção vegetal, mesmo quando o controle ambiental é parcial (Araújo, 1991; Braga et al., 2006). Apesar disso, o alcance de altas produtividades requer criterioso manejo da irrigação para evitar-se o desenvolvimento de pragas e doenças (Koetz et al., 2006).

Existem diversos métodos usados para estimar a quantidade de água a ser aplicada durante as irrigações, tendo como objetivo principal o uso da água de maneira mais eficiente (Bernardo et al., 2019). Basicamente, os mais utilizados são os baseados nas características físico-hídricas dos solos (FHS) e na estimativa da demanda hídrica das culturas (DH). O uso dos dois sistemas (FHS e DH), conjuntamente, seria o mais recomendado (balanço hídrico), pois aumenta, em muito, a acurácia das estimativas das lâminas de irrigação. Porém, o levantamento e monitoramento de dados de solo (umidade/textura/capacidade de retenção de água etc) demandam equipamentos e treinamento, assim, fica muito difícil ser acompanhado sem ter um técnico devidamente habilitado em tempo integral no controle do manejo.

A estimativa da demanda hídrica das culturas com base na evapotranspiração da cultura (ETc) é hoje o método mais usado para manejo das irrigações. A evapotranspiração (ETc) é definida como a ocorrência simultânea de dois processos diferentes, evaporação da água diretamente da superfície do solo ou de superfícies de água livre e transpiração através dos estômatos das plantas (Allen et al., 2006). Para estimativa da ETc se faz necessário determinar alguns parâmetros técnico como a evapotranspiração de referência (ETo) e o coeficiente de cultura (Kc), que varia ao longo dos estádios fenológicos das culturas. O ETo pode ser estimado usando dados agroclimáticos (Peres et al., 2013), e o Kc pode ser determinado de modo indireto dada pela relação ETc/ETo. Sendo que os valores de ETc podem ser estimados por métodos diretos à campo, tendo como exemplo o uso de lisímetros (Bernardo et al., 2019).

O adequado manejo de irrigação, usando dados agroclimáticos, pressupõe a determinação precisa da ETc (Carvalho et al., 2007). Comumente é utilizado no cálculo da evapotranspiração da cultura o produto entre ETo x Kc (Allen et al., 2006). Onde a ETo pode ser estimada por meio de vários métodos, sendo padrão o uso da equação de Penman-Monteith, contudo os Kcs utilizados muitas vezes não refletem as peculiaridades regionais e nem as diferentes condições de cultivo (Lovelli et al., 2005; Campos et al., 2010). Em condições de cultivo protegido as variáveis essenciais para a determinação da demanda hídrica, como os Kcs, ainda são escassas no Brasil e no mundo (Braga et al., 2006; Caron e Heldwein, 2000).

Miranda et al. (1999), utilizando lisímetros de drenagem para determinar ETc e Kc, em condições de campo aberto, no litoral cearense, obtiveram os valores de coeficientes de cultura do meloeiro, para o modelo de Penman-Monteith, de Kc de 0,21; 1,21 e 0,98; para os estádios iniciais, intermediário e final, respectivamente. Miranda et al. (1999), relatam ainda que os resultados obtidos se mostraram mais eficientes que os coeficientes de cultura para meloeiro recomendados pela FAO (Allen et al., 2006), o que denota a importância da realização de estudos regionais para determinação dos coeficientes de cultivo. Condições edafoclimática e condições de cultivo podem afetar os valores médios de Kc, principalmente, a umidade relativa, velocidade do vento e temperatura. Em produção em ambiente protegido (Estufas Plásticas) esses fatores sofrem mudanças e, conseqüentemente, afetam o consumo de água das culturas.

Lozano et al. (2017) trabalhando com melão rendilhado irrigado por gotejamento, com o uso de lisímetros de lençol freático constante, em ambiente protegido na região de Maringá – PR, encontraram valores de coeficientes de cultura de 0,87; 1,15 e 0,64, para os estádios de desenvolvimento inicial, intermediário e final, respectivamente. Enquanto Allen et al. (2006) sugerem os valores de 0,5; 0,85 e 0,60 para tipo de melões comuns, e de 0,5; 1,0 e 0,75 para os melões “doces” caso do tipo rendilhado. Peres et al. (2013), estudando coeficientes de cultura do melão tipo rendilhado cultivado em ambiente protegido na região de Araras – SP, usando o método do lisímetro de pesagem e solo com mulching plástico preto obtiveram os valores de coeficientes de cultura de 0,20; 1,10 e 0,50 para os estádios inicial, intermediário e final, respectivamente. Já Silva et al. (2004) trabalhando com cultivo de melão rendilhado em ambiente protegido, com plantas dentro de recipiente com volume de 60 litros, contendo solo, e funcionando como lisímetro de tensão controlada, obtiveram coeficientes de cultura nos estádios fenológicos de 0,3; 0,5; 0,9 e 0,8 para os estádios inicial, crescimento vegetativo, maturação e final, respectivamente.

Um dos maiores problemas do uso de valores de Kc fixos e/ou estádios de desenvolvimento das culturas é que existe um intervalo entre estes valores que não são estimados adequadamente. Por exemplo, não se deve saltar de um valor de Kc igual a 0,20 para 1,10, mantendo uma lamina constante, existirá uma diferença em mais de cinco vezes a lâmina de irrigação inicial. Outro detalhe é o tempo de permanência dos valores de Kc ao longo do ciclo de desenvolvimento da cultura, que pode variar e vai depender muitas vezes da experiência do irrigante ou técnico responsável. Assim, atrelou-se os valores de Kc aos DAP (dias após plantio) e DAT (dias após transplantio) que melhorou as estimativas do coeficiente de cultura, pois poder-se-ia gerar funções matemáticas. Contudo, ainda há restrição se conspirar que uma mesma cultivar, pode se desenvolver diferentemente em condições climáticas distintas. Para sobrepujar esta limitação passou-se a atrelar os coeficientes de cultura aos graus-dia, levando-se em consideração que todos os vegetais necessitam de uma quantidade constante de energia térmica para completar seu ciclo de produção. Essa quantidade de energia normalmente é expressa em graus-dia (Morais et al., 2010).

O cálculo de graus-dias (GD) é reativamente simples, sendo determinada pela soma de todas as horas diárias em que as plantas estão em atividade vegetativa. O GD a variabilidade climática é considerada, na realidade são usadas as temperaturas médias diárias para a soma das unidades térmicas, a partir do qual a soma térmica necessária é calculada em cada estágio fenológico e/ou para todo o ciclo da cultura (Renato et al., 2013). O acúmulo dos GD passa é dado devido todas as culturas necessitarem de uma quantidade de energia para completar seu ciclo de produção.

Silva et al. (1999), destacam que o K_c como função de graus-dia se acerca mais da realidade quando comparado com os valores existentes em tabelas de K_c em função de dias após germinação. O K_c baseado em graus-dia é interessante ao manejo da irrigação, pois facilitará o cálculo diário da ET_c com mais precisão em qualquer local de cultivo.

Assim, para realizar manejo de irrigação, recomenda-se determinar corretamente o consumo de água e os K_c s ao longo do ciclo de produção das plantas. Allen et al. (2006) relatam que a altura da cultura e condições climáticas do local onde as culturas estão instaladas, bem como a velocidade do vento e a umidade relativa do ar, podem alterar a resistência aerodinâmica e em consequência os valores dos coeficientes de cultura.

Frente à relativa sensibilidade do meloeiro ao déficit e ou excessos hídricos e tendo uma escassez de informações básicas para correto suprimento hídrico nos cultivos irrigados do meloeiro, principalmente, na produção em ambiente protegido (estufas agrícolas). O presente trabalho teve como objetivo determinar os coeficientes de cultura, para cinco híbridos de melão do grupo *Cantalupensis*, em função dos graus-dia, em condições de cultivo protegido.

Material e Métodos

O ensaio foi realizado no período de setembro a novembro de 2013 em ambiente protegido no campo experimental da Embrapa Hortaliças (CNPq), em Brasília – DF (15° 56'S, 48° 08'O, altitude: 997,6 m), cujo solo é classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo. O espaçamento entre plantas foi de 0,5 m x 0,3 m, cultivado em estufa plástica com pé direito de 3,0 m, comprimento

de 50 m e largura de 8 m, coberta com plástico transparente de 150 µm de espessura.

Para a montagem do experimento foram utilizados cinco híbridos de melão do grupo Cantalupensis (Bonzai; Florentino; Coronado; Torreon e um cultivar experimental do CNPH). Os tratos culturais formam os mesmos, em termos de adubação e condução das plantas.

Para determinar a evapotranspiração da cultura foram utilizados quinze lisímetros de percolação, conforme descrito por Bernardo et al. (2019), com capacidade de 60 litros, os quais foram centralizados dentro da casa de vegetação. O cultivo foi realizado em canteiros contendo três fileiras de plantas. Estando os lisímetros instalados nas fileiras centrais, contendo uma planta de melão por lisímetro. Cada híbrido foi cultivado sobre dois lisímetros sem cobertura do solo e com cobertura plástica (mulching - plástico preto) (figura 1).



Foto: Marcos Braga

Figura 1. Fotos de teste dos lisímetros de drenagem em funcionamento no campo (a- lisímetros com mulching plástico, b- lisímetros sem mulching).

Os lisímetros foram construídos a partir da adaptação de baldes de plástico rígido nas dimensões de 0,30 m (base) diâmetro inferior, 0,43 m diâmetro superior e 0,50 m de altura. Para permitir uma drenagem mais eficiente, no fundo de cada lisímetro foi instalado um sistema de drenagem tipo espinha de peixe, construído com cano de PVC marrom – 0,35m de comprimento no eixo central com três bifurcações com Tê de PVC marrom ambos com diâmetro de ½ polegada (20 mm). A cada 1,0 cm foram feitos quatro furos de 1,5 mm de

diâmetro, em forma de cruz. Depois disso, os canos foram envoltos por manta geotêxtil e assentados em uma camada de cerca de 2,0 cm de areia lavada média. Acima do PVC foi colocada uma camada de 5 cm de brita N° 01, que foi coberta com a manta geotêxtil (figura 1).

A equação 1 descreve como se obteve a evapotranspiração da cultura (ET_c) que nesse caso a cultura de referência foi o meloeiro (Bernardo et al., 2019).

$$ET_c = \frac{I + P - D}{S} \quad \text{Eq (1)}$$

Em que: ET_c = evapotranspiração da cultura, em milímetros (mm), I = irrigação do lisímetro, em litros (L), P = precipitação pluviométrica no lisímetro, em litros (L), D = água drenada do lisímetro, em litros (L) e S = área do lisímetro, em metro quadrado (m^2).

O solo dos lisímetros foi o mesmo da área experimental e as irrigações foram realizadas diariamente de acordo a tensão de água no solo, entre 10 e 15 kPa, ou seja, umidade do solo mantidos próximos a capacidade de campo no perfil do solo, até 40cm de profundidade. O sistema de irrigação usado foi o gotejamento autocompensante, com linha dupla, emissores espaçados de 0,20 m, trabalhando a pressão de serviço de 1,5 kgf/cm², vazão média de 1,5 L/h por gotejador, com 4 gotejadores/lisímetro.

Para a monitoramento das tensões de água no solo, foram instalados 3 tensiômetros de punção, em cada lisímetro, nas profundidades de 0,10 m; 0,20 m; 0,30 m. As leituras dos tensiômetros eram realizadas diariamente, no período matutino, com auxílio de um tensímetro digital previamente calibrado.

Para estimar a evapotranspiração de referência (ET_o) foi utilizada a equação de Penman-Monteith, recomendada pela FAO (Allen et al., 2006). Já para os Kcs, medições de I e D (Eq. 1) foram realizadas diariamente, registrando-se o valor acumulado semanal, por um período de nove semanas. Os coeficientes de cultura foram calculados a partir do balanço hídrico semanal, utilizando a equação 2 (Bernardo et al., 2019):

$$Kc = \frac{ETc}{ETo} \quad \text{Eq (2)}$$

em que: Kc = coeficiente da cultura, ETc = evapotranspiração da cultura (mm) e ETo = evapotranspiração de referência (mm).

Para relacionar os graus dia (GD) com o Kc foi preciso calcular a sua quantidade no período, para isso foi utilizado o método proposto por Arnold (1959) descrito na equação 3.

$$GD = \sum_{n=1}^n \left(\frac{Tmax + Tmin}{2} \right) - Tb \quad \text{Eq (3)}$$

Em que Tmax e Tmin se referem às temperaturas (°C) máxima e mínima diária do ar, respectivamente. Para a temperatura basal (Tb), definida como sendo o mínimo de temperatura que cada cultura precisa para sobreviver, adotou-se 12°C como padrão para a cultura do melão (Baker e Reddy, 2001).

Os valores de temperatura e os valores para o cálculo de ETo foram obtidos da estação meteorológica automática da Embrapa Hortaliças (CNPH). Para análises dos dados utilizou-se o programa GENES (Cruz, 2013), que gerou as equações por meio de uma análise de regressão.

Os teores de água potenciais mínimos foram pré-estabelecidos por meio da curva de retenção de água no solo. Para determinar as curvas, foram utilizadas amostras de solo indeformadas, colhidas às profundidades de 0,10 m; 0,20 m; 0,30 m e 0,40 m. As amostras foram submetidas à metodologia do uso da centrifuga, de onde foram obtidos os dados necessários para as curvas de retenção de água no solo. Os ajustes foram realizados com auxílio do software Soil Water Retention Curve (Dourado-Neto et al., 2000), utilizando-se do modelo (Equação 4) proposto por Genuchten (1980).

$$\theta = \theta_r + \frac{(\theta_s - \theta_r)}{(1 + (\alpha\Psi)^n)^m} \quad \text{Eq (4)}$$

Onde: θ = conteúdo de água do solo ($\text{cm}^3\text{cm}^{-3}$), θ_r = conteúdo de água residual ($\text{cm}^3\text{cm}^{-3}$), θ_s = conteúdo de água em solo saturado ($\text{cm}^3\text{cm}^{-3}$), Ψ = potencial

matricial (kPa) e α , m , n são parâmetros empíricos, $\alpha = \text{cm}^{-1}$. Os parâmetros da equação de Van Genuchten, obtidos para as profundidades 0,10 m; 0,20 m; 0,30 m e 0,40 m estão presentes na Tabela 1.

Tabela 1. Parâmetros estimados pelo programa SWRC para o modelo Van Genuchten.

Profundidade (m)	α	m	n	α	α	R
0,10	0,0683	0,6849	0,8693	0,311	0,530	0,0026**
0,20	0,0011	3,7602	0,4638	0,319	0,524	0,0019**
0,30	0,0004	4,1939	0,4120	0,376	0,569	0,0059**
0,40	0,0001	7,8251	0,4849	0,353	0,545	0,0041**

** teste F significativo a 1%.

As equações das retenções de água no solo foram utilizadas para a estimativa das lâminas de irrigação. Estas foram calculadas em função das médias de tensões de água no solo, obtendo, assim, o teor de água no solo, em cada camada. As lâminas de irrigação (Li) foram estimadas para elevar as camadas do solo à capacidade de campo (CC). Foi acrescida à Li uma lâmina de drenagem (LD) de 15% da Li total necessária, para garantir um volume de drenagem.

Resultados e Discussão

A figura 2 mostram os gráficos de coeficientes de cultura (K_c) gerados para o tratamento sem cobertura do solo (solo nú) para os cinco híbridos de melão testados.

Dos dados analisados foram gerados gráficos, em função de K_c e GD, para os tratamentos com cobertura plástica, representados na figura 3.

Embora sugere-se o uso das equações de K_c ajustadas para cada híbrido de melão testado, foi ajustado, com os dados coleados, a equação média para todos os híbridos testados para cada situação de cultivo, e demonstrado nos gráficos da figura 4.

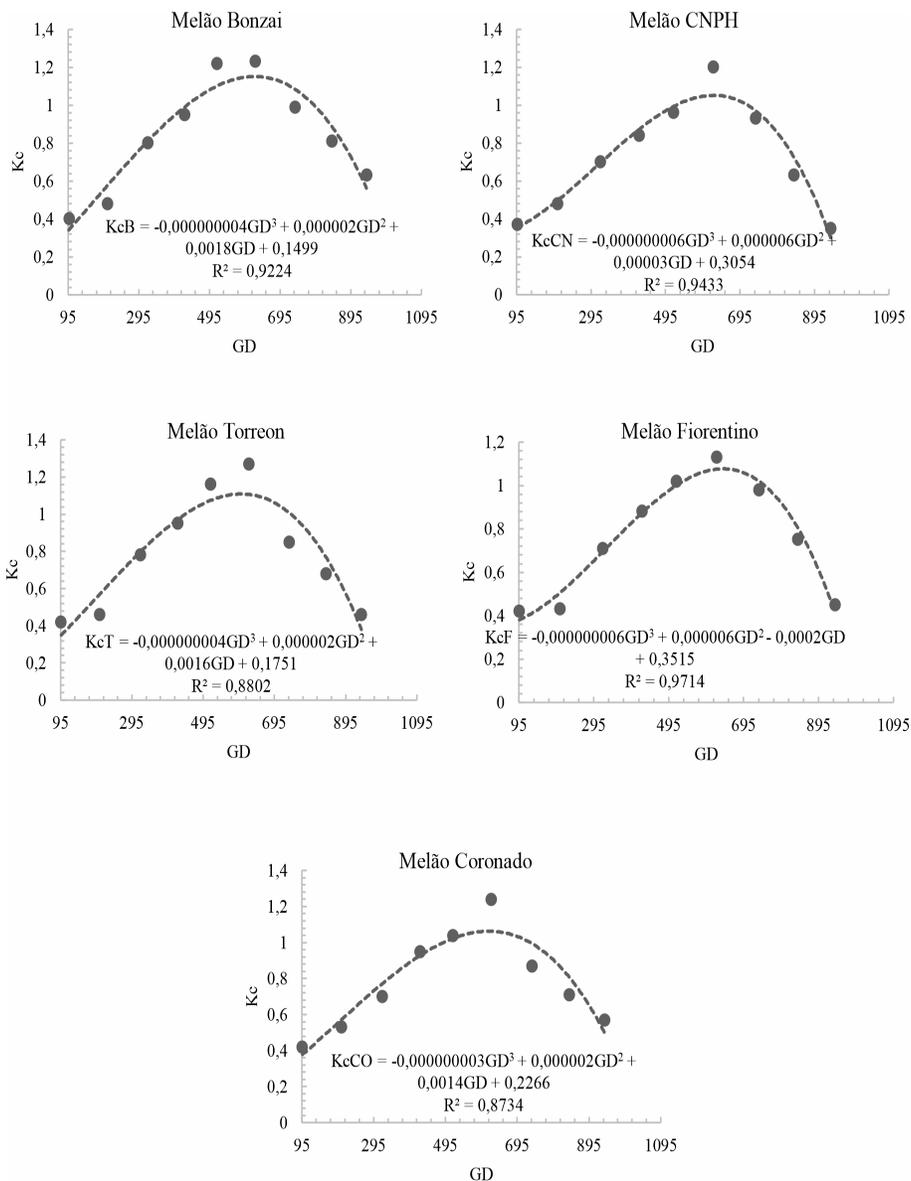


Figura 2. Coeficiente de cultura (Kc) em função de graus-dia (GD) para os híbridos de melões do grupo Cantalupensis: Bonzai, experimental do CNPH, Torreón, Fiorentino e Coronado, cultivados em solo sem cobertura, em ambiente protegido.

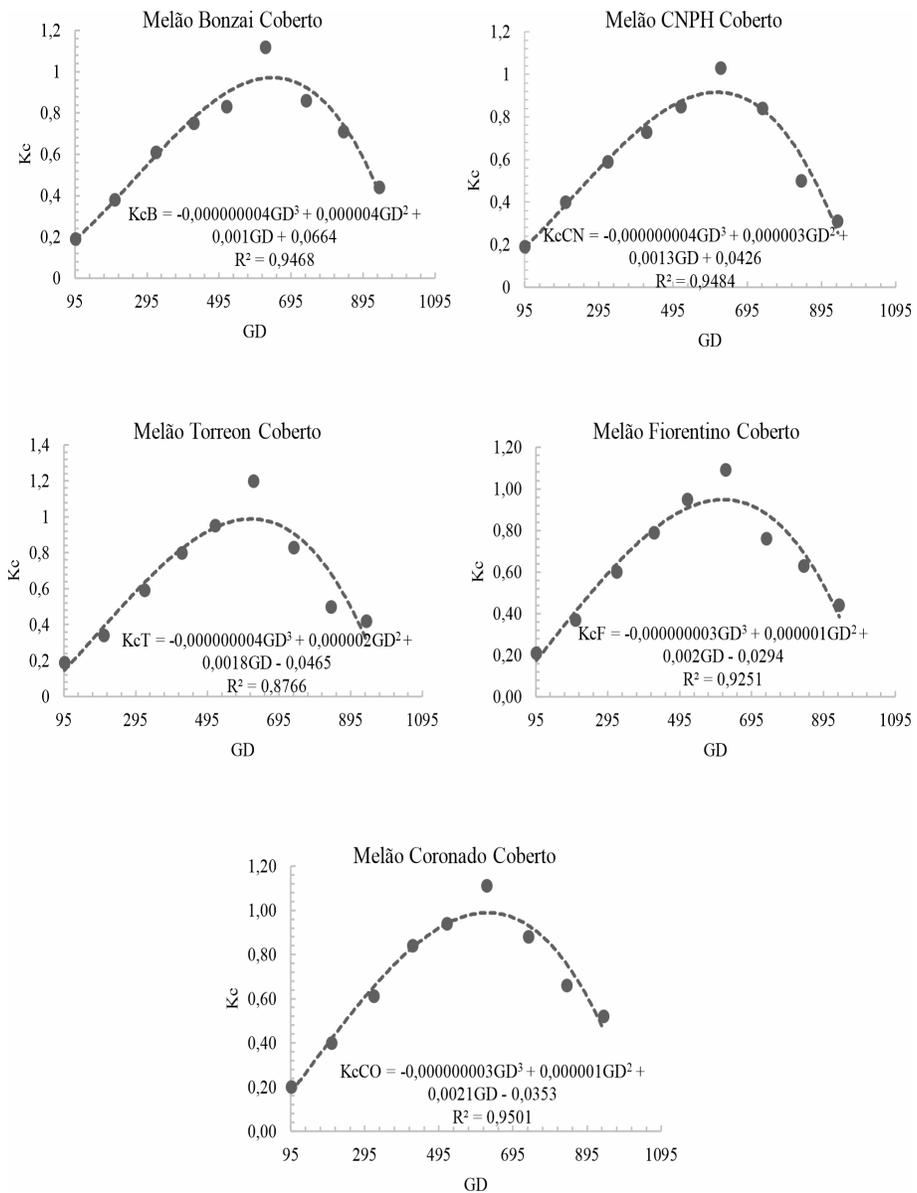


Figura 3. Coeficiente de cultura (K_c) em função de graus-dia (GD) para os híbridos de melões do grupo Cantalupensis: Bonzai, experimental do CNPH, Torreon, Fiorentino e Coronado, cultivados em solos com cobertura plástica, em ambiente protegido.

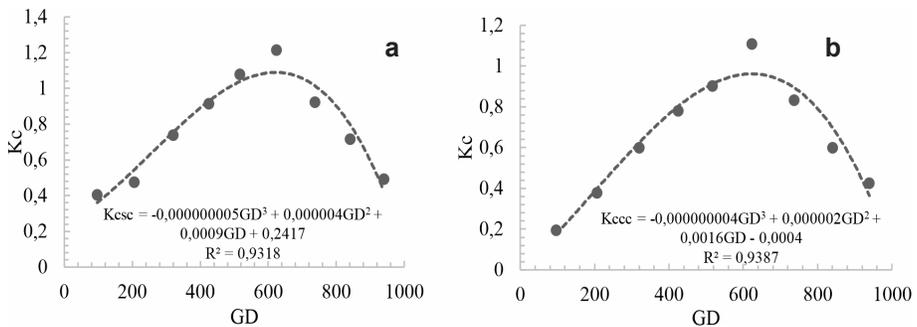


Figura 4. Coeficientes de cultura médio em função de graus dias, para o conjunto dos híbridos de melão testado, sem (a) e com (b) cobertura do solo, em cultivo protegido.

Para as situações de cultivo em solos sem e com cobertura para os cinco híbridos, o modelo de regressão que gerou melhor coeficiente de determinação (R^2) foi o polinomial de 3° grau.

A análise de regressão mostrou que os dados se ajustaram ao modelo cúbico para todas as situações, gerando altos coeficientes de determinação. Padrão similar foi reportado por Lima e Silva (2008), que utilizaram o modelo cúbico para explicar a relação entre o Kc e o graus-dia para cafeeiro arábica em fase de implantação. Venturin et al. (2015), também, encontraram alta correlação entre Kc e os graus-dia para videira Niágara rosada, porém o modelo de melhor ajuste dos dados foi o quadrático. As diferenças observadas entre os modelos encontrados nesse trabalho podem ser explicadas pelo fato da videira ser uma cultura perene e de ciclo de produção relativamente longo, comparado com o meloeiro.

Os resultados deste estudo estão de acordo com os encontrados em Silva et al. (1999), que obtiveram uma boa correlação entre Kc e graus-dia para alface. De acordo estes mesmos autores, o Kc obtido em função dos graus-dia podem ser utilizados para estimar a ETC da cultura com boa precisão. O que denota um grande potencial para ser utilizado em projetos ou manejos de irrigação. Ainda segundo Silva et al. (1999), a estimativa de Kc por GD, por apenas precisar de dados de temperatura, é uma forma fácil e prática, e não diminui a confiabilidade dos resultados, os dados desse trabalho corroboram com essa afirmação. Entretanto, Laurentino (2018) encontrou resultados

negativos ao utilizar a estimativa de Kc pelos graus-dia em melão em cultivo de campo. O modelo encontrado por esse autor provocou déficit hídrico no estágio fenológico médio, estágio em que a planta mais necessita de água. Porém, evidenciou que os graus-dia podem ser empregados para prever o crescimento da cultura, tornando possível a estimativa de duração do ciclo das plantas, o que está correlacionado com o manejo da irrigação. O insucesso da utilização dos GD, anteriormente citada, pode ter sido ocasionada, pelo menos em parte, a não utilização de lisímetros na estimativa da ETc para estimativas dos Kcs em função dos GD, e, também, a falta de repetição dos ensaios.

Nas figuras 4 (sem e com uso de mulching) estão representadas as médias dos Kcs encontrados para todos os genótipos de melão testado em função dos GD. Observou-se que com o uso de mulching os valores de Kc, ou seja, quando o solo está coberto, possuem valores menores quando comparados ao solo sem *mulch*, principalmente, nos estádios iniciais até aproximadamente 2/3 do estágio vegetativo, o que era esperado devido nos estádios iniciais de desenvolvimento das plantas, a evaporação (Ev) é maior que a transpiração (Tr) e o uso do mulchings em cobertura do solo diminui a Ev. Após os primeiros estádios de desenvolvimento da cultura, os valores de Kcs entre os dois sistemas, sem e com proteção do solo, tendem a se aproximar, reduzindo suas diferenças. Assim, nos tratamentos de solo descoberto a Ev é bem maior do que em solo coberto com mulching plástico, esse fato faz com que a ETc, também seja maior, afetando dessa maneira os valores do Kc. Após os estádios iniciais de desenvolvimento, a transpiração será maior que a evaporação de água do solo, o que diminuirá as diferenças entre os Kcs dos dois sistemas.

Allen et al. (2006) alertam que os valores de coeficiente da cultura maiores nos estádios inicial e intermediário, também, podem estar relacionados a outros fatores como: material genético utilizado, modo de condução da cultura e condições climáticas da região. Os valores tabelados de Kc para melão propostos no boletim foram obtidos na região da Califórnia, com clima tipo mediterrâneo, caracterizados por verões quentes e secos e por invernos amenos e úmidos. Allen et al. (2006) afirmam, também, que cultivos na vertical, ou seja, plantas tutoradas que alcançam 1,5 a 2,0 m de altura

necessitam que os valores de Kc sejam aumentados. Devido ao fato de apresentar maior área do solo descoberta e conseqüentemente, aumentar os valores de evaporação de água do solo.

Peres et al. (2013) usando lisímetros de pesagem para determinar os coeficientes de cultura do melão em ambiente protegido (estufa agrícola plástica), com uso de mulching preto, na região de Araras – SP, obtiveram os valores médios de Kc de 0,20, 1,10 e 0,50 para os estádios inicial, intermediário e final, respectivamente. Estes valores estão bem próximos aos obtidos nesse trabalho (figura 4 - b).

Conclusões

A estimativa dos coeficientes de cultura em função dos graus dia ajustou-se a uma função cúbica tendo alta correlação, com coeficientes de determinação acima de 90%.

Os valores dos coeficientes de cultura podem ser utilizados pelos produtores e técnicos para determinar, com maior precisão, a lâmina diária de irrigação, pois poderá obter Kc diário. As funções geradas permitem a automatização do manejo das irrigações, possibilitando maior eficiência no uso da água.

Referências

ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Evapotranspiración del cultivo: guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos**. Rome: FAO, 2006. 322 p. (Estudio FAO riego y drenaje, 56). Disponível em: <https://www.fao.org/3/x0490s/x0490s00.htm>. Acesso em: 09 ago. 2022.

ARAÚJO, J. A. C. Recentes avanços da pesquisa agrônômica na plasticultura brasileira. In: ARAÚJO, J. A. C.; CASTELLANE, P. D. (ed.). **Plasticultura**. Jaboticabal: Funep, 1991. p. 41-52.

ARNOLD, C. Y. The determination and significance of the base temperature in a linear heat unit system. **Proceedings of the American Society for Horticultural Science**, v. 74, n. 1 p. 430-445, 1959.

BERNARDO, S.; MANTOVANI, E. C.; SILVA, D. D.; SOARES, A. A. **Manual de irrigação**. 9. ed. Viçosa, MG: UFV, 2019. 545 p

- BRAGA, M. B.; DUENHAS, L. H.; SOUZA, C. M. P.; KLAR, A. E. Orientação geográfica de estufas de polietileno e potenciais de água no solo no cultivo do melão rendilhado híbrido 'nero'. **Irriga**, v. 11, n. 1, p. 130-138, 2006.
- BAKER, J. T.; REDDY, V. R. Temperature effects on phenological development and yield of muskmelon. **Annals of Botany**, n. 87, p. 605-613, 2001.
- CAMACHO, M. J.; ASSIS, F. N.; MARTINS, S. R.; MENDEZ, M. E. G. Avaliação de elementos meteorológicos em estufa plástica em Pelotas (RS). **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 3, p. 19-24, 1995.
- CAMPOS, I.; NEALE, C. M. U.; CALERA, A.; BALBONTÍN, C.; GONZÁLEZ-PIQUERAS, P. Assessing satellite-based basal crop coefficients for irrigated grapes (*Vitis vinifera* L.). **Agricultural Water Management**, v. 98, p. 45-54, 2010.
- CARON, B. O.; HELDWEIN, A. B. Consumo d'água e coeficiente de cultura para o meloeiro cultivado em estufa plástica na primavera. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 8, n. 1, p. 19-25, 2000.
- CARVALHO, L. C. C.; BEZERRA, F. M. L.; CARVALHO, M. A. R. Evapotranspiração e coeficientes de cultivo da melancia sem sementes. **Revista Ciência Agronômica**, v. 39, n. 1, p. 53-59, 2007.
- CRUZ, C. D. Genes - a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 35, n. 3, p. 271-276, July/Sept. 2013.
- DOURADO-NETO, D.; NIELSEN, D. R.; HOPMANS, J. W.; REICHERT, K.; BACCHI, O. O. S. Programa computacional para modelagem de curvas de retenção de água no solo (SWRC, versão 2.00). **Sciência Agrícola**, v. 57, n. 1, p.191-192, 2000.
- GENUCHTEN, M.Th. Van. A closed form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. **Soil Science Society American Journal**, v. 44, p.892-898, 1980.
- KOETZ, M.; COELHO, G.; CARVALHO, A. J.; SOUZA, R. J.; SILVA, R. A. Produção do meloeiro em ambiente protegido irrigado com diferentes lâminas de água. **Irriga**, v. 11, n. 04, p. 500-506, 2006.
- LAURENTINO, L. G. S. **Demanda hídrica e crescimento do meloeiro em relação aos graus-dia acumulados**. 2018. 59 f. Monografia (Graduação) - Universidade Federal da Paraíba, 2018.
- LIMA, E. P.; SILVA, E. L. Temperatura base, coeficientes de cultura e graus-dia para cafeeiro arábica em fase de implantação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 12, n. 3, p. 266-273, 2008.
- LOZANO, C. S.; SANTOS, F. A. S.; SOUZA, A. H. C. de; MANGAROTT, D. P. de O., HACHMANN, T. L.; REZENDE, R. Coeficiente da cultura do melão rendilhado irrigado por gotejamento em ambiente protegido na região de Maringá – PR. In: ENCONTRO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO CIENTÍFICA, 10., 2017, Maringá. [**Anais eletrônico do X EPCC**]. Maringá: UniCesumar, 2019. Disponível em: <https://rdu.unicesumar.edu.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/1062/epcc--79373.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 9 ago. 2022.
- LOVELLI, S.; CAPONIO, T.; PIZZA, S.; RIVELLI, A. R.; PERNIOLA, M. Lysimetric

determination of muskmelon crop coefficients cultivated under plastic mulches. **Agricultural Water Management**, v. 72, p. 147-159, 2005.

MARTINS, S. R.; PEIL, R. M.; SCHWENGBER, J. E.; ASSIS, F. N.; MENDEZ, M. E. G. Produção de melão em diferentes sistemas de condução de plantas em ambiente protegido. **Horticultura brasileira**, v. 16, n.1, p.24-30, 1998.

MORAIS, E. R. C. de; MAIA, C. E.; NEGREIROS, M. Z. de; ARAÚJO JÚNIOR, B. B. de. Crescimento e produtividade do meloeiro Torreon influenciado pela cobertura do solo. **Acta Scientiarum. Agronomy**. v. 32, n. 2, p. 301-308, 2010.

MIRANDA, F. R.; SOZA, F.; RIBEIRO, R. S. F. Estimativa da evapotranspiração e do coeficiente de cultivo para a cultura do melão plantado na região litorânea do Estado do Ceará. **Revista Engenharia Agrícola**, v.18, n.4, p.63-70, jun.1999.

PERES, J. G.; MARCUSSI, L.; SOUZA, C. F.; BRUGNARO, C. Utilização de lisímetro de pesagem para a determinação dos coeficientes de cultura do meloeiro (*Cucumis melo* L.) para cultivo em estufa agrícola na região de Araras-SP. **Revista de Engenharia Agrícola**, v.33, p. 475-487, 2013.

RENATO, N. S.; SILVA, J. B. L.; SEDIYAMA, G. C.; PEREIRA, E. G. Influência dos métodos para cálculo de graus-dia em condições de aumento de temperatura para as culturas de milho e feijão. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 28, n. 4, p. 382-388, 2013.

RIZZO, A. A. N.; BRAZ, L. T.; Características de cultivares de melão rendilhado cultivadas em casa de vegetação. **Horticultura Brasileira**, v. 19, n. 3, p. 237-240, nov. 2001.

SILVA, E. L.; MARTINEZ, L. F.; YITAYEW, M. Relação entre coeficientes de cultura e graus-dia de desenvolvimento da alface. **Horticultura Brasileira**, v. 17, n. 2, p. 134-142, jul. 1999.

SILVA, J. A. T.; MACHADO, C. C.; SILVA, E. M. B.; COELHO, R. D. Coeficiente de cultivo (Kc) do meloeiro tipo rendilhado cultivado em ambiente protegido. **Irriga**, v. 9, n. 1, p. 72- 81, 2004.

VENTURIN, A. Z.; ESTEVES, B. S.; LOUSADA, L. L.; SIQUEIRA, D. P.; MARCIANO, C. R.; SOUSA, E. F. Relação entre o coeficiente de cultivo e os graus-dia na videira niágara rosada para dois ambientes de cultivo. In: CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, 25, 2015. São Cristovão. **Anais do XXV CONIRD**. Aracajú: Universidade Federal de Sergipe: ABID, 2015. Agricultura irrigada no Semiárido brasileiro. Disponível em: <http://octeventos.com/site/anais/xxv-conird/PDF/007.pdf>. Acesso em: 9 ago. 2022.



CGPE 017754