




AJUSTE DE CURVA DE COEFICIENTE DE CULTURA DO GIRASSOL CV. BRS 323 NO NOROESTE MINEIRO

 <https://doi.org/10.56238/isevmjv4n2-012>

Recebimento dos originais: 20/02/2025

Aceitação para publicação: 20/03/2025

Vitor Emanuel Gomes de Almeida

Graduando em Bacharelado em Agronomia
Instituto Federal do Norte de Minas Gerais – Campus Arinos
E-mail: vegda@aluno.ifnmg.edu.br

Alisson Macendo Amaral

Doutor em Ciências Agrárias - Agronomia
Instituto Federal do Norte de Minas Gerais – Campus Arinos
E-mail: alisson.amaral@ifnmg.edu.br
LATTES: <http://lattes.cnpq.br/7711252270672397>

Maria Ângela Cruz Macêdo dos Santos

Doutora em Engenharia Agrícola
Instituto Mineiro de Agropecuária – ESEC Buritis MG
E-mail: angela_macedo.08@hotmail.com
LATTES: <http://lattes.cnpq.br/5127069793037168>

Ana Flávia Cordeiro de Brito

Mestranda em Agronomia
Universidade Federal de Goiás – Campus Samambaia
E-mail: fana3780@gmail.com
LATTES: <http://lattes.cnpq.br/9615457247833370>

Vitória Rodrigues Trindade

Graduanda em Bacharelado em Agronomia
Instituto Federal do Norte de Minas Gerais – Campus Arinos
E-mail: vrt3@aluno.ifnmg.edu.br
LATTES: <http://lattes.cnpq.br/3014192644975913>

RESUMO

O girassol se desenvolve em fases que refletem o desenvolvimento e amadurecimento da planta e o conhecimento do seu coeficiente de cultura (K_c) pode ajudar a melhorar o manejo e aumentar a produtividade. Objetivou-se, nesse estudo, determinar a curva de K_c do girassol cultivar BRS 323 no noroeste mineiro. O experimento foi conduzido em ambiente protegido no Instituto Federal do Norte de Minas Gerais – Campus Arinos, com o cultivo em vasos de 25 L de volume. Estes vasos possuíam na parte inferior um filtro composto de brita, tela tipo sombrite e, sobre ela, 24 L de um Latossolo Vermelho Distroférrico. Na parte inferior dos vasos foram instalados drenos com tubo de polietileno de baixa densidade, de modo que serviram como lisímetros de drenagem. O manejo da irrigação baseou-se no balanço hídrico do solo mediante determinação da evapotranspiração real da cultura (E_{Tr}) utilizando os lisímetros. A determinação da evapotranspiração de referência (E_{To}) foi feita pelo software mobile EVAPO. Os K_c diários foram determinados pela razão entre a E_{Trc} e a E_{To} . A duração das fases da cultura foram determinadas visualmente, pela anatomia da planta, em principal a inflorescência. O índice de área foliar (L) foi determinado pela razão entre



a área foliar total (m^2) e área da superfície do solo (área útil do vaso em m^2). Os Kc e L foram associados por regressão múltipla pelo software estatístico SISVAR, após encontrar relação significativa pelo teste F. O estágio inicial do girassol durou 6 dias e o Kc1 foi constante com valor igual a 0,6. O estágio de desenvolvimento vegetativo durou 25 dias e o Kc2 variou linearmente entre 0,6 a 1,78. A fase de floração, representada pelo Kc3, durou 34 dias e o valor encontrado foi de 1,8. A fase de maturação fisiológica durou 9 dias e o Kc4 variou linear e decrescente entre 1,8 a 0,74. Observou-se, neste estudo, que os coeficientes de cultura destoam daqueles encontrados na literatura, pois, variam em função da cultivar, das condições de contorno e do método de determinação do Kc (Kc único). São necessários mais estudos visando determinar o Kc em condições de campo e correlacionar com os Kc obtidos em ambiente protegido.

Palavras-chave: *Helianthus annuus* L. Estádio vegetativo. Área foliar. Evapotranspiração.

1 INTRODUÇÃO

O girassol (*Helianthus annuus* L.), da família Asteraceae, é uma planta anual herbácea com flores amarelas que seguem o sol (fototropismo). Sua morfologia típica de dicotiledôneas inclui raiz, caule e folhas alternadas com margem serrilhada. A inflorescência apresenta flores tubulares centrais e liguladas na margem, enquanto sua anatomia revela estruturas como epiderme, parênquima, xilema e floema, essenciais ao transporte de água e nutrientes (Oliveira; DoVale; Guimarães, 2022). Esses fatores fazem do girassol uma planta atraente e significativa, tanto na perspectiva científica quanto na econômica (Santos et al. 2021).

É uma planta amplamente cultivada e é considerada a quarta oleaginosa mais importante do planeta, ocupando a quinta posição na produção de óleo vegetal. O cultivo dessa planta aumentou devido à demanda por biodiesel, principalmente após a criação do Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel (PNPB) em 2004 (Amaral et al. 2020). No relatório da safra de 2021, a área plantada no Brasil foi de 42.251,0 ha e a produção foi de 68.871 toneladas. Devido ao fato de as regiões Norte e Nordeste não cultivarem essa oleaginosa, pois enfrentam algumas limitações como o clima subtropical e a temperatura mais elevada, o regime de chuvas é irregular, o solo em algumas regiões do norte são mais ácidos e a falta de incentivo influenciam nessas limitações, e com isso, a região Centro-Oeste, Sul e Sudeste recebe destaques desse montante. A região sudeste do estado de Minas Gerais tem 3.620,0 hectares de área cultivada e 6.459,0 toneladas de produção. Isso é muito menor do que a região centro-oeste, que tem 36.021,0 hectares de área cultivada e 58.381,0 toneladas de produção (IBGE, 2021).

O girassol se desenvolve em etapas e são categorizadas em fases que refletem o desenvolvimento e amadurecimento da planta. Essas etapas incluem a germinação, marcada pelo surgimento das plântulas, o estágio vegetativo, que promove o desenvolvimento das folhas e do caule, e o estágio de botão (R1), que sinaliza o início da produção de botões florais. Durante o florescimento (estádios R2 a R5), ocorre a renovação e polinização, destacando as flores amarelas características da planta. Na sequência, a formação de sementes (R6 a R8) garante o crescimento dos grãos, culminando na maturação (R9), quando as sementes estão prontas para a colheita (Oliveira; DoVale; Guimarães, 2022).

A determinação das fases de maior demanda hídrica da cultura está se tornando cada vez mais relevante, pois pode ajudar a melhorar o manejo cultural e aumentar a produtividade. Para isso, o conhecimento da evapotranspiração da cultura é essencial e esta depende do coeficiente de cultura. Embora seja considerado resistente à seca, pesquisas indicam que o girassol pode ser vulnerável ao estresse hídrico, especialmente em vários dos seus estágios de desenvolvimento.

A evapotranspiração da cultura (E_{Tc}) é a combinação da transpiração das plantas e da evaporação da água do solo. A relação entre a evapotranspiração da cultura (E_{Tc}) e a evapotranspiração de referência (E_{To}) é o coeficiente de cultura (K_c). A cultura deve ser livre de fatores de estresse, como pragas, doenças e competição com plantas invasoras, e o solo deve ter umidade e fertilidade suficientes para maximizar seu potencial. O K_c é utilizado para calcular a quantidade de água necessária para uma cultura, que é expressa em milímetros por dia (mm) (Bernardo et al. 2019).

Os quatro estágios do ciclo fenológico das culturas anuais representam a divisão do coeficiente de cultura sendo o estágio inicial (K_{c1}): Esta fase ocorre quando a cobertura da cultura do solo é inferior a 10% e marca o início do crescimento da cultura. Neste ponto, a frequência de chuva ou segurança e o tipo de preparo do solo têm um impacto significativo no K_c . Estágio de desenvolvimento vegetativo (K_{c2}): A cobertura do solo varia de 10% a 80% nesta fase. À medida que a cultura se desenvolve, o índice de área foliar aumenta e o K_c aumenta. O K_{c3} é o estágio de florescimento e nesta fase ocorre entre o início da cobertura plena do solo (início do florescimento) e o início da maturação, que pode ser assistido pela descoloração ou queda das folhas. Os valores de K_{c3} são os mais altos e, normalmente, coincide com a maior demanda hídrica da cultura. O estágio de maturação (K_{c4}) é o período que vai do início da descoloração ou queda das folhas até o ponto de colheita ou plena maturação. Essas etapas são essenciais para o manejo de controle e a estimativa da demanda de água das culturas (Albuquerque e Coelho, 2021).

A curva K_c auxilia pesquisadores e produtores rurais a estabelecer a quantidade de água necessária em cada estágio de desenvolvimento da planta, possibilitando uma rega mais eficaz e sustentável. Os agricultores precisam conhecer o K_c específico para a cultura que está cultivando, que pode ser obtido por meio de pesquisas agrônômicas ou literatura técnica (Santos et al. 2021).

Os principais objetivos dos programas de melhoramento do girassol em Minas Gerais são: desenvolver genótipos mais adaptados às condições edafoclimáticas locais com o objetivo de aumentar a produtividade e a qualidade do óleo; selecionar cultivares que são mais resistentes ao estresse hídrico e ao calor, características críticas para a sustentabilidade da planta em climas variados. Além de aumentar a produção de girassol, esses objetivos visam garantir que a cultura se torne uma opção viável para a sucessão de cultivos em áreas produtoras de grãos (Resende et al. 2022).

Diante do exposto, é necessário que o girassol cv. BRS 323 tenha sua curva de K_c definida e ajustada para cada região, afim de contribuir para uma melhor gestão dos recursos hídricos. Nesse contexto, o objetivo deste estudo foi gerar a curva de coeficiente de cultura do girassol cv.

BRS 323 ajustada para o noroeste mineiro e elucidar as relações entre este coeficiente a o índice de área foliar.

2 METODOLOGIA

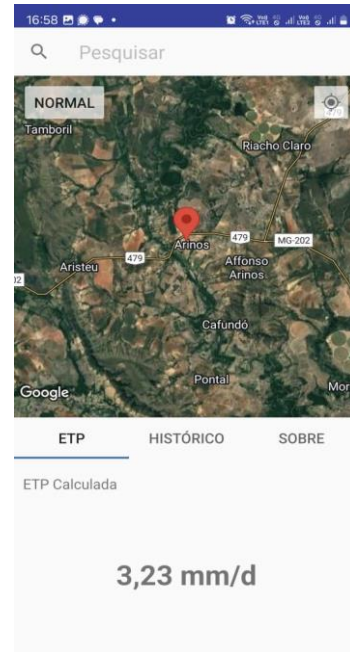
O experimento foi conduzido em ambiente protegido no Instituto Federal do Norte de Minas Gerais. O clima do local é caracterizado como tropical C2wA'a', ou seja, o clima para a cidade é caracterizado como megatérmico subúmido com deficiência hídrica moderada no inverno (Oliveira; Oliveira, 2018). Como material vegetal utilizou-se o girassol cv. BRS 323 (*Helianthus annuus* L.) cultivado em vasos de 25 L, cujo manejo se deu pelo balanço de água o solo em lisimetria de drenagem. Os vasos com volume de 25 L foram usados com uma camada filtrante formada por 1,0 cm de brita nº 1, tela do tipo sombrite® e, sobre ela, 24,0 L de um Latossolo Vermelho Distroférrico de textura média proveniente de área experimental do campus. A retirada e deposição do solo nos vasos foi feita visando manter ao máximo as propriedades físicas do solo em condições de campo.

A correção do solo constituiu de calagem para aumentar a saturação por bases para 80% (Aguiar et al. 2014) e aplicação de calcário dolomítico para correção da acidez. O solo corrigido foi mantido em repouso por um período de 40 dias com umidade próxima à capacidade de campo. A adubação também foi realizada conforme instruções de Aguiar et al. (2014) adaptadas para experimento em vasos (Novais et al. 1991). As fontes de NPK foram, respectivamente, o superfosfato simples, cloreto de potássio e ureia.

O plantio foi realizado manualmente, com a distribuição de 10 sementes por vaso na área útil da superfície do solo. Posteriormente, foi feito o desbaste, quando a formação de estande atingiu 80% de emergência de plantas (12 dias após à semeadura), resultando na permanência de apenas uma planta por vaso para as análises (unidade experimental). Os tratos culturais seguiram as recomendadas para a cultura e incluem, o controle manual das plantas daninhas, a escarificação superficial do solo antes das irrigações e a implementação de medidas fitossanitárias com a aplicação de produtos químicos e biológicos. O suprimento de micronutrientes foi administrado via adubação foliar sempre que observadas, visualmente, características de deficiência nutricional.

O manejo da irrigação baseou-se no balanço hídrico do solo mediante determinação da evapotranspiração real da cultura (ET_r), utilizando para isso, quatro lisímetros de drenagem (Figura 1a), seguindo a metodologia usada por Gusmão et al. (2018) e Almeida et al. (2020) em estudos prévios.

Figura 1 - Lisímetro de drenagem (a) e layout do software EVAPO (b).



Fonte: Autores e autoras (2025).

As reposições hídricas representaram a evapotranspiração real da cultura (E_{trc}) obtidas por meio do balanço hídrico de água no solo em lisímetros de drenagem. Para a determinação da evapotranspiração de referência (E_{to}), foi utilizado o software EVAPO (Figura 1b), que calcula, para o local, a evapotranspiração potencial usando o método padrão Penman-Monteith (FAO-56) (Allen et al. 1998). O software usa bancos de dados online, a localização atual e imagens de satélite para determinar parâmetros chave da equação, como temperatura máxima emínima, umidade relativa e radiação solar (Maldonado et al. 2019). As informações de E_{trc} e E_{to} foram obtidas diariamente.

Para calcular o K_c diário afim de construir a curva de K_c , utilizou-se a razão entre E_{trc} e E_{to} conforme a Equação 1 (Doorenbos; Pruitt, 1977). Os valores foram convertidos para mm de água no solo, pela razão da área livre de evaporação (área do vaso em m^2).

$$K_c = \frac{E_{trc}}{E_{to}} \quad (1)$$

Em que:

K_c = coeficiente de cultura, (adimensional);

E_{trc} = evapotranspiração da cultura, em $mm\ dia^{-1}$;

E_{to} = evapotranspiração de referência, em $mm\ dia^{-1}$.

Como a evapotranspiração depende da área de transpiração da planta, a área foliar foi determinada de forma indireta por meio da Equação 2 proposta por Maldaner et al. (2009), após contabilizar o comprimento de todas as folhas no período compreendido entre 20 a 90 dias após a emergência (DAE).

$$AF = 1,7582 L^{1,7067} \quad (2)$$

Em que:

AF = área foliar, em cm²;

L = comprimento longitudinal da folha, em cm.

Também foi determinado o Índice de área foliar (L), que descreve o tamanho do aparelho assimilatório do estande de plantas, sendo o fator primário que determina, tanto o crescimento da cultura, quanto a taxa assimilatória líquida (Equação 3) sugerida por Lopes e Lima (2005).

$$L = \frac{A_f}{S_t} \quad (3)$$

Em que:

L = Índice de área foliar, em decimal;

A_f = Área foliar aos 90 dias, em m²;

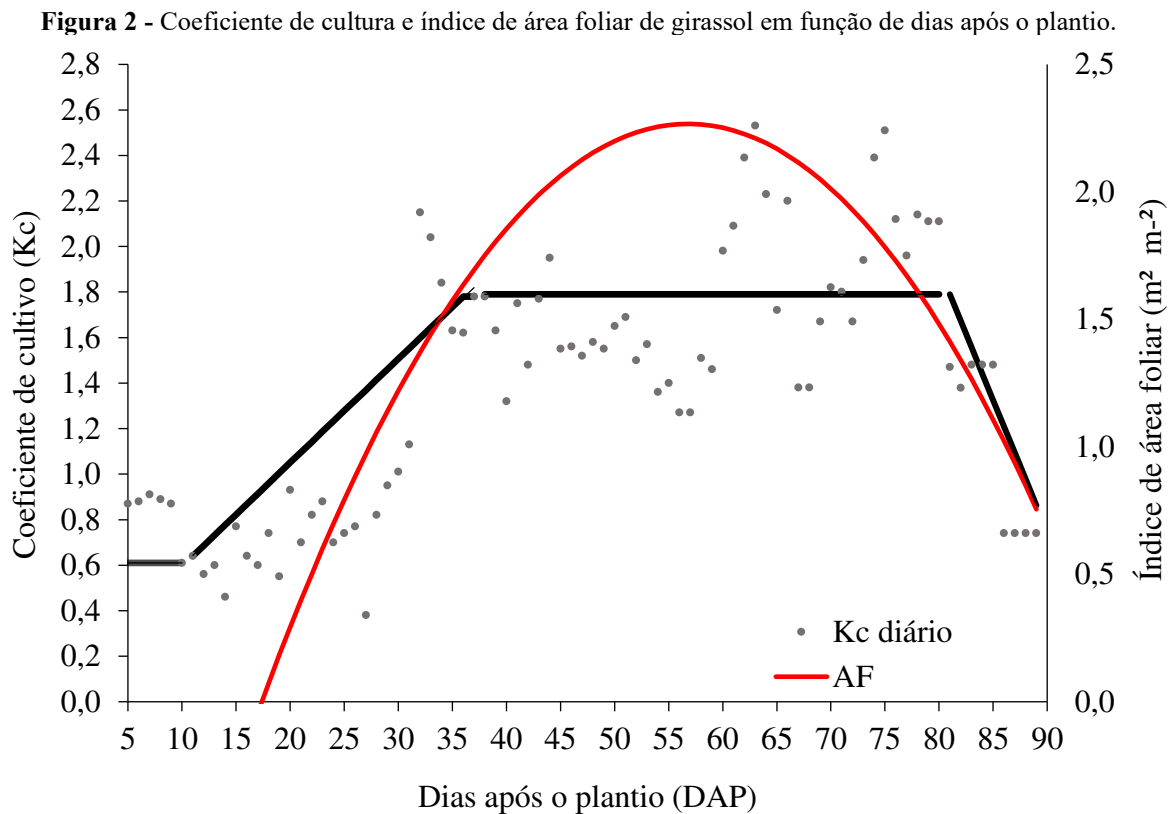
S_t = Área da superfície do solo em m² (considerada a área útil do solo no vaso de 0,0974 m²).

A metodologia de ajuste de K_c foi aquela proposta por Carvalho e Oliveira (2012). O valor do K_{c1} foi determinado pela média dos valores de K_c dos 15 dias após a emergência (DAP). Já o K_{c2} é variável e foi determinado pelos incrementos diários obtidos pelos valores do K_{c1} e K_{c3} ocorrido aos 36 DAP. Para isso, procedeu-se com a razão entre a diferença do K_{c3} e K_{c1} e o intervalo de dias. O K_{c3}, semelhante ao K_{c1} foi determinado pelo K_c médio obtido entre 36 e 83 dias. Já o K_{c4} foi determinado pelos decréscimos diários obtidos pela razão da diferença entre o K_{c3} e o K_{c4} e o intervalo de dias.

As fases do girassol foram determinadas visualmente, seguindo informações de Castiglione et al. (1997). A relação entre os valores de K_c e o índice de área foliar foram determinadas por regressão múltipla, uma vez que se observou similaridade entre estádios da curva de K_c e de área foliar.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A figura 2 mostra a curva de K_c e o índice de área foliar ao longo do ciclo da cultura (dias após o plantio). Nos tópicos a seguir são descritos os intervalos em dias e os valores de K_c obtidos.



Fonte: Autores e autoras (2025).

3.1 K_c ENTRE 4 E 10 DIAS APÓS O PLANTIO (K_{c1} - INICIAL)

O estágio inicial do girassol durou 6 dias. Nesse período o K_c foi constante com valor igual a 0,6. Nessa fase, o K_c varia, principalmente, em decorrência da evaporação do solo, devendo considerar a frequência de umedecimento. Este valor de K_c é igual aquele encontrado por Júnior et al. (2013) na cv. Catisol I na chapada do Apodi-RN.

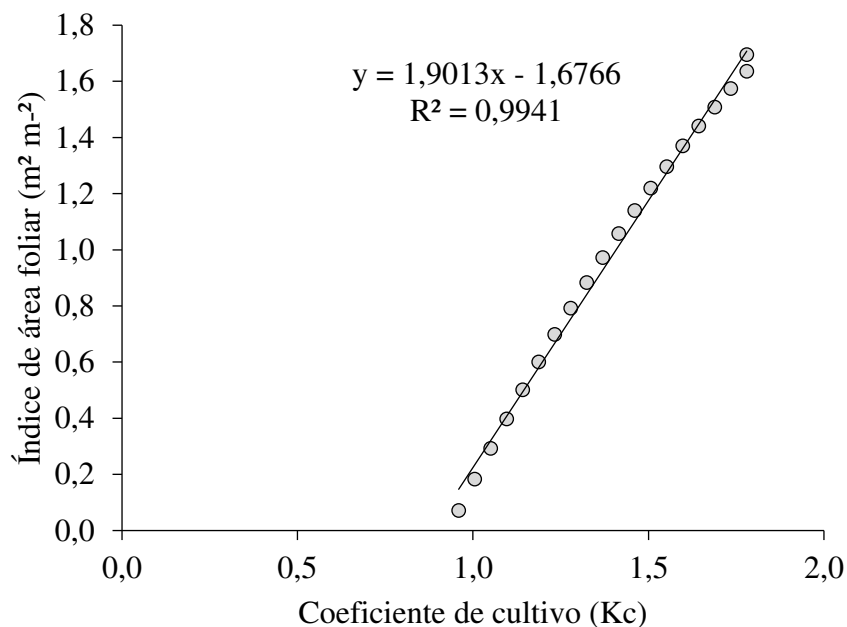
3.2 K_c ENTRE 10 E 35 DIAS APÓS O PLANTIO (K_{c2} - DESENVOLVIMENTO VEGETATIVO)

Nesse intervalo, o valor do K_c variou entre 0,6 a 1,78. Nessa fase, também chamada de desenvolvimento vegetativo, a cultura se desenvolve em altura, diâmetro de colmo, raiz e área foliar. Em função desse crescimento, a cultura demanda maior aporte hídrico, impulsionado pela transpiração. Castiglioni et al (1997) informam que o crescimento inicial do girassol é lento, porém, entre 25 e 30 dias torna-se acelerado, intensificando a absorção de água e nutrientes, com

7 a 10 dias antes do florescimento o período mais crítico. No desenvolvimento vegetativo da cv. BRS 323 observou-se que o L possui relação linear com o Kc (Figura 3).

O L nesse período variou entre 0,07 e 1,69 m² m⁻² indicando que a planta ainda está desenvolvendo a cobertura foliar antecedendo ao período de diferenciação (floração). O girassol é uma cultura que desenvolve baixo número de folhas, porém elevada área foliar, o que confere a esta cultura elevadas taxas transpiratórias e fotossintéticas. Convém salientar que, a relação linear obtida na figura 3 acontece, prioritariamente, com níveis adequados de água no solo (capacidade de campo).

Figura 3 - Relação entre o coeficiente de cultivo e o índice de área foliar de girassol no período de 11 a 37 dias após o plantio.



Fonte: Autores e autoras (2025).

3.3 Kc ENTRE 36 E 80 DIAS APÓS O PLANTIO (Kc3 – FLORAÇÃO)

O Kc 3 da cv BRS 323 foi, ao longo da fase de floração, igual a 1,8. Este é o valor médio dos Kc's do período. Este valor está acima daquele recomendado pela FAO (FAO, 2025) e atribuiu-se este valor ao método de determinação da evapotranspiração pelo software EVAPO que determina a ETo para a região e não in situ, como o que acontece em lisímetros. Outra possibilidade é que o ajuste de Kc feito nesse estudo não leva em consideração Kc dual, porém, para Santos et al. (2021), o computo da ETc pelo método do Kc simples ainda é a forma mais usada em programas de manejo de irrigação, por incluir em um único coeficiente, tanto transpiração da cultura como a evaporação de água do solo.

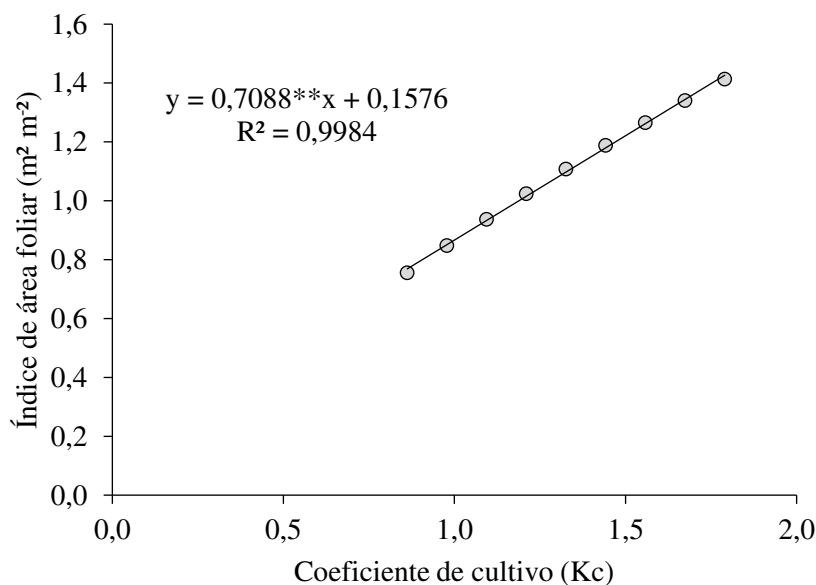
Além disso, observou-se que o L aumentou até os 56 DAP (2,26 m² m⁻²), o que confere

maior demanda hídrica da cultivar. Nessa fase, comumente as plantas produzem fotoassimilados para manutenção da estrutura vegetativa e translocação para a inflorescência, pela relação fonte e dreno (Lopes; Lima, 2015). Para Ferrazza et al. (2025), quando o teor de água no solo é mantido entre 80 e 70% a umidade do solo está prontamente disponível para o girassol, permitindo que a cultura aumente o L e, assim, contribua para o crescimento das plantas.

3.4 Kc ENTRE 81 E 90 DIAS APÓS O PLANTIO (Kc4 – MATURAÇÃO FISIOLÓGICA)

Na fase de maturação fisiológica, que durou 9 dias, o Kc4 variou de 1,8 até 0,74. Essa redução do coeficiente de cultivo foi acompanhada pela redução do índice de área foliar, que pode ser vista pela relação linear da Figura 4.

Figura 4 - Relação entre o coeficiente de cultivo e o índice de área foliar de girassol no período de 81 a 90 dias após o plantio.



Fonte: Autores e autoras (2025).

O valor de Kc é próximo ao encontrado por Júnior et al. (2013). A translocação de nutrientes e carboidratos das folhas, caules e receptáculos para os aquênios intensifica nessa fase, o que acarreta na redução paulatina da área foliar (Castiglioni et al. 1997).

Para Albuquerque e Coelho (2021) as variações climáticas ocorridas em cada local e em cada dia do ciclo da cultura, interferem nos valores de Kc, conseqüentemente, na demanda hídrica. Nesse sentido, o ajuste diário dos valores de Kc torna-se necessário para um adequado manejo. Desse modo, é evidente que a necessidade de estabelecer o coeficiente de cultura é importante, porque são utilizados para determinar a demanda hídrica, auxiliando a estabelecer o momento e a



quantidade de água necessária para a cultura (Tavares, 2023).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estágio inicial do girassol durou 6 dias e o Kc foi constante com valor igual a 0,6.

O estágio de desenvolvimento vegetativo durou 25 dias e o Kc variou linearmente entre 0,6 a 1,78. Nesse estágio o índice de área foliar possui elevada relação com os valores de Kc (0,99).

A fase de floração, representada pelo Kc2 durou 34 dias e o valor encontrado foi de 1,8 e, apesar deste valor constante, o índice de área foliar aumentou até os 56 dias após o plantio, perfazendo valor igual a $2,26 \text{ m}^2 \text{ m}^{-2}$.

A fase de maturação fisiológica durou 9 dias e o Kc variou linear e decrescente entre 1,8 a 0,74. Estes valores decrescentes também possuem relação com o índice de área foliar.

Observou-se, neste estudo, que os coeficientes de cultura destoam daqueles encontrados na literatura, pois, variam em função da cultivar e das condições de contorno.

São necessários mais estudos visando determinar o Kc em condições de campo e correlacionar com os Kc obtidos em ambiente protegido.

AGRADECIMENTOS

Os autores e autoras expressam agradecimentos ao Instituto Federal do Norte de Minas Gerais (IFNMG) pelo suporte institucional, para a realização desta pesquisa, ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelas bolsas de iniciação científica e ao Instituto Phytus Staphyt de Formosa – GO por disponibilizar sementes dos híbridos utilizados no estudo.



REFERÊNCIAS

AGUIAR A. T. E.; GONÇALVES, C.; PATERNIANI, M. E. A. G. Z.; TUCCI, M. L. S. A.; CASTRO, C. E. F. **Instruções agrícolas para as principais culturas econômicas**. 7 ed. Campinas: Instituto Agrônomo, 2014. 452p. (Boletim IAC, n. ° 200)

ALBUQUERQUE PEP, COELHO EA. Planilha para obtenção de coeficiente de cultura (Kc) para culturas de ciclo anual, segundo método FAO, para as condições climáticas brasileiras. **Embrapa**, Sete Lagoas, v. 2, n. 1, p. 1-17, nov. 2021. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/228371/1/COT-254-Planilha-obtencao-coeficiente-de-cultura.pdf>

ALLEN RG, PEREIRA LS, RAES D, SMITH M. Crop evapotranspiration-guidelines for computing crop water requirements. Roma: FAO, 1998, 300p. (FAO Irrigation and Drainage Paper, 56). Disponível em: <https://www.fao.org/4/x0490e/x0490e00.htm>

ALMEIDA RC, DEUS FP, DIOTTO AV, TEIXEIRA ALP, LEMOS LTO, PIZETTA SC, GÓES VCN. Desenvolvimento vegetativo do tomateiro Sweet Heaven irrigado com água tratada magneticamente. **Brazilian Journal of Development**, São José dos Pinhais, v. 6, n. 2, p. 5428-5434, 2020. <https://doi.org/10.34117/bjdv6n2-007>

AMARAL AM, TEIXEIRA MB, SOARES FA, SANTOS MACM, BASTOS FJC, FARIAS AM. Influência de diferentes níveis de reposição hídrica, salinidade e adubação nitrogenada no girassol. **Meio Ambiente (Brasil)**, v. 2, n. 4, p. 18-31, 2020. <https://doi.org/10.5281/zenodo.4007173>

BERNARDO S, MANTOVANI EC, SILVA DD, SOARES AA. **Manual de irrigação**. 9 ed. Viçosa: UFV, 545p. 2019

CARVALHO DF, OLIVEIRA LFC. **Planejamento e Manejo da Água na Agricultura Irrigada**. Viçosa: UFV, 2012. 240p.

CASTIGLIONI VBR, BALLA A, CASTRO C, SILVEIRA JM. Fases de desenvolvimento da planta de girassol. 2. ed. Londrina: Embrapa-CNPSO. 1997. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/445797/1/doc059.pdf>

DOORENBOS, J, PRUITT, W. O. Guidelines for predicting crop water requirements. 2. ed. Rome: FAO, 1977. 179p. (FAO. Irrigation and Drainage Paper, 24). Disponível em: <https://www.fao.org/4/f2430e/f2430e.pdf>

FERRAZA CM, PETRY MT, MARTINS JD, DANTAS MKL, FAGAN AL, GONÇALVES AF, FERREIRA AM, VILLA B. Irrigation strategies on crop and water productivity of sunflowers based on field experiments and modeling. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.29, n.3, e286009, 2025. <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v29n3e286009>

Food and Agriculture Organization (FAO). **Sunflower**. 2025. Disponível em: <https://www.fao.org/land-water/databases-and-software/crop-information/sunflower/en/> Acesso em: 17/03/2025.



GUSMÃO JM, VIDAL VM, SOARES FAL, TEIXEIRA MB, CUNHA FN, MORAES GS, ROQUE RC, AMARAL AM. Características morfológicas e produtivas de cultivares de girassol sob diferentes reposições hídricas. **Global Science and Technology**, v. 11, n. 1, p. 17-24, 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Levantamento sistemático da produção agrícola: Estatística da Produção Agrícola**. Indicadores IBGE – janeiro de 2021, 2021. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9201-levantamento-sistematico-da-producao-agricola.html>

JUNIOR EGC, MEDEIROS JF, MELO TK, SOBRINHO JE, BRISTOT G, ALMEIDA BM. Necessidade hídrica da cultura do girassol irrigado na chapada do Apodi. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.17, n.3, p.261–267, 2013. <https://doi.org/10.1590/S1415-43662013000300003>

LOPES NF, LIMA MGS. **Fisiologia da produção**. Viçosa: UFV, 492 p. 2015.

MALDANER IC, HELDWEIN AB, LOOSE LH, LUCAS DDP, GUSE FI, BERTOLUZZI MP. Modelos de determinação não-destrutiva da área foliar em girassol. **Ciência Rural**, v. 39, n.5, p. 1356-1361, 2009. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782009000500008>

MALDONADO W, VALERIANO TTB, ROLIM G S. EVAPO: A smartphone application to estimate potential evapotranspiration using cloud gridded meteorological data from NASA-POWER system. **Computers and Electronics in Agriculture**, v. 156, p. 187-192, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2018.10.032>

NOVAIS RF, NEVES JCL, BARROS, NF. Ensaio em ambiente controlado. In: Oliveira AJ. **Métodos de pesquisa em fertilidade do solo**. Embrapa, p.189-253. 1991.

OLIVEIRA JAM, OLIVEIRA CMM. Balanço hídrico climatológico e classificação climática para o município de Arinos-MG. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 12, n. 6, p. 3021-3027, 2018. <http://dx.doi.org/10.7127/rbai.v12n600901>

OLIVEIRA AB, DOVALE JC, GUIMARÃES MA. **A cultura do girassol**. Viçosa: UFV, 312p. 2022

RESENDE JCF, NOBRE MCR, FREIRE RF, MENDES JO, SANTOS DA, MOREIRA DA. **Girassol: produção em minas gerais na safra ou safrinha**. Epamig, Belo Horizonte, v. 1, n. 379, p. 1-4, dez. 2022. Circular Técnica. Disponível em: <https://livrariaepamig.com.br/wp-content/uploads/2023/03/CT-379-1.pdf>

SANTOS, MI et al. Cortes histológicas dos órgãos vegetativos do girassol (*helianthus annuus* L.): uma contribuição para o ensino da botânica. **Revista Ambientale**, v. 13, n. 1, p. 38-50, 2021. <https://doi.org/10.48180/ambientale.v13i1.273>