

## ESTIMATIVA DO FILOCRONO PARA A CULTURA DO GRÃO-DE-BICO

Vithória Morena Ortiz<sup>1</sup>

Alberto Cargnelutti Filho<sup>2</sup>

Murilo Vieira Loro<sup>3</sup>

João Carlos Denardin Junior<sup>4</sup>

Mikael Brum dos Reis<sup>5</sup>

### RESUMO

Objetivou-se estimar o filocrono para a cultura de grão-de-bico (*Cicer arietinum* L.) em datas de semeadura. Foram conduzidos nove ensaios de uniformidade em uma mesma área de cultivo em Santa Maria - RS, do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Santa Maria. Foram marcadas, de forma aleatória, 20 plantas de cada data de semeadura. Em cada planta contou-se o número de folhas verdadeiras, semanalmente, até o pleno florescimento. Durante o período experimental, os dados diários de temperatura média do ar, em °C, foram registrados. Os graus-dia (°C dia) foram calculados considerando a temperatura basal de 10°C. A soma térmica acumulada a partir da emergência foi obtida acumulando os valores de graus-dia. O filocrono para a cultura de grão-de-bico variou entre 16,01 °C dia folha<sup>-1</sup> (semeadura de 19/08/2022) a 28,07 °C dia folha<sup>-1</sup> (semeadura de 13/10/2022), sendo a média entre as nove datas de semeadura de 21,45 °C dia para emissão de uma nova folha.

**Palavras-Chave:** *Cicer arietinum* L. Soma térmica. Graus-dia.

### ABSTRACT

The objective was to estimate the phyllochron for chickpea (*Cicer arietinum* L.) crops at sowing dates. Nine uniformity trials were conducted in the same crop area in Santa Maria, RS, at the Department of Plant Science of the Federal University of Santa Maria. Twenty plants were randomly marked on each sowing date. The number of true leaves was counted, weekly, for each plant until full flowering. During the experimental period, daily data on average air temperature, in °C, were recorded. Degree-days (°C day) were calculated considering a basal temperature of 10°C. The cumulative thermal sum from emergence was obtained by accumulating the degree-day values. The phyllochron for the chickpea crop varied between 16.01 °C day leaf<sup>-1</sup> (sowing on 08/19/2022) and 28.07 °C day leaf<sup>-1</sup> (sowing on 10/13/2022), with the average among the nine sowing dates being 21.45 °C day for the emission of a new leaf.

**Keywords:** *Cicer arietinum* L. Thermal sum. Degree days.

### 1. INTRODUÇÃO

O grão-de-bico (*Cicer arietinum* L.), pertencente à família Fabaceae, é uma leguminosa considerada a segunda *pulse* mais consumida (Queiroga et al., 2021) e a terceira

mais cultivada mundialmente, atrás da soja (*Glycine max* (L.) Merr.) e do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) (FAO, 2022). Apesar de sua relevância, mais de 90% da produção global de grão-de-bico está concentrada na Ásia, enquanto

<sup>1</sup> Discente do curso de Doutorado em Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria, RS, Brasil, [vithoria.ortiz159@gmail.com](mailto:vithoria.ortiz159@gmail.com); <https://orcid.org/0000-0002-8112-9812>

<sup>2</sup> Docente do Departamento de Fitotecnia, UFSM, Santa Maria, RS, Brasil, [alberto.cargnelutti.filho@gmail.com](mailto:alberto.cargnelutti.filho@gmail.com); <https://orcid.org/0000-0002-8608-9960>

<sup>3</sup> Docente do Departamento de Fitotecnia, UFSM, Santa Maria, RS, Brasil, [muriloloro@gmail.com](mailto:muriloloro@gmail.com); <https://orcid.org/0000-0003-0241-4226>

<sup>4</sup> Discente do curso de Estatística, UFSM, Santa Maria, RS, Brasil, [denardin.junior@gmail.com](mailto:denardin.junior@gmail.com); <https://orcid.org/0009-0003-7443-4039>

<sup>5</sup> Discente do curso de Mestrado em Agronomia, UFSM, Santa Maria, RS, Brasil, [mikareis1999@gmail.com](mailto:mikareis1999@gmail.com); <https://orcid.org/0000-0003-4226-690X>

no Brasil, a produção de grão-de-bico não é tradicional quando comparada com outras leguminosas (Swamy, 2023).

No Brasil, embora apresente potencial de aumentar a produção e diminuir a dependência das importações, ainda existem poucas pesquisas a respeito da cultura e seu desenvolvimento em diversas partes do país. A partir de 2015, a Embrapa lançou novas cultivares de grão-de-bico (Nascimento et al., 2016), o que contribuiu para o aumento do interesse científico por essa cultura no Brasil. Diversos estudos têm abordado a cultura do grão-de-bico, com ênfase em áreas como tecnologia de alimentos, como no uso de farinhas, aquafaba e hambúrgueres vegetais (Fernandes et al., 2022; Intikhab, 2023; Swamy, 2023), manejo e produção (Avelar et al., 2018; Reyes et al., 2023) e qualidade das sementes (Paraíso et al., 2019; Araújo et al., 2021; Silva et al., 2022; Santos et al., 2023).

Neste contexto, considerando a necessidade de avanço no conhecimento científico sobre as condições de manejo mais adequadas, torna-se fundamental a avaliação do desenvolvimento da planta sob diferentes condições ambientais induzidas pela modificação da data de semeadura.

Uma variável importante para monitorar o progresso do desenvolvimento das plantas é o filocrono, que se caracteriza pelo intervalo de tempo necessário para o surgimento de folhas sucessivas (McMaster;

Wilhelm, 1997). O filocrono é uma variável importante para monitorar o progresso do desenvolvimento das plantas. Pesquisas indicam que fatores como a temperatura do ar (Kirby, 1995; Mukherjee et al., 2023) e as datas de semeadura (Streck et al., 2007; Denardin Junior et al., 2023) estão entre os principais fatores que interferem no filocrono.

O filocrono foi estimado para outras culturas, tais como o arroz (Streck et al., 2007), milho (Martins et al., 2012), aveia (Chaves et al., 2017) e teosinto (Van Esbroeck et al., 2008; Denardin Junior et al., 2023). Para arroz, sob irrigação, Streck et al. (2007) concluíram que o ambiente em que as plantas se desenvolvem afeta mais o filocrono do que o genótipo. Em três anos de avaliação de milho o filocrono variou de 34,4 °C dia folha<sup>-1</sup> a 47 °C dia folha<sup>-1</sup> (Martins et al., 2012). Para aveia os autores concluíram que o filocrono depende das datas de semeadura, variando de 95,88 a 117,70 °C dia folha<sup>-1</sup> (Chaves et al., 2017). Em teosinto, o filocrono variou de 47,17 a 88,99 °C dia folha<sup>-1</sup> (Denardin Junior et al., 2023). Entretanto, para o grão-de-bico, não foram encontrados estudos que caracterizem o filocrono. Portanto, objetivou-se neste trabalho estimar o filocrono para a cultura de grão-de-bico em datas de semeadura.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

Foram realizados nove ensaios de uniformidade (ensaios sem tratamentos) com grão-de-bico (*Cicer arietinum* L.), cultivar BRS

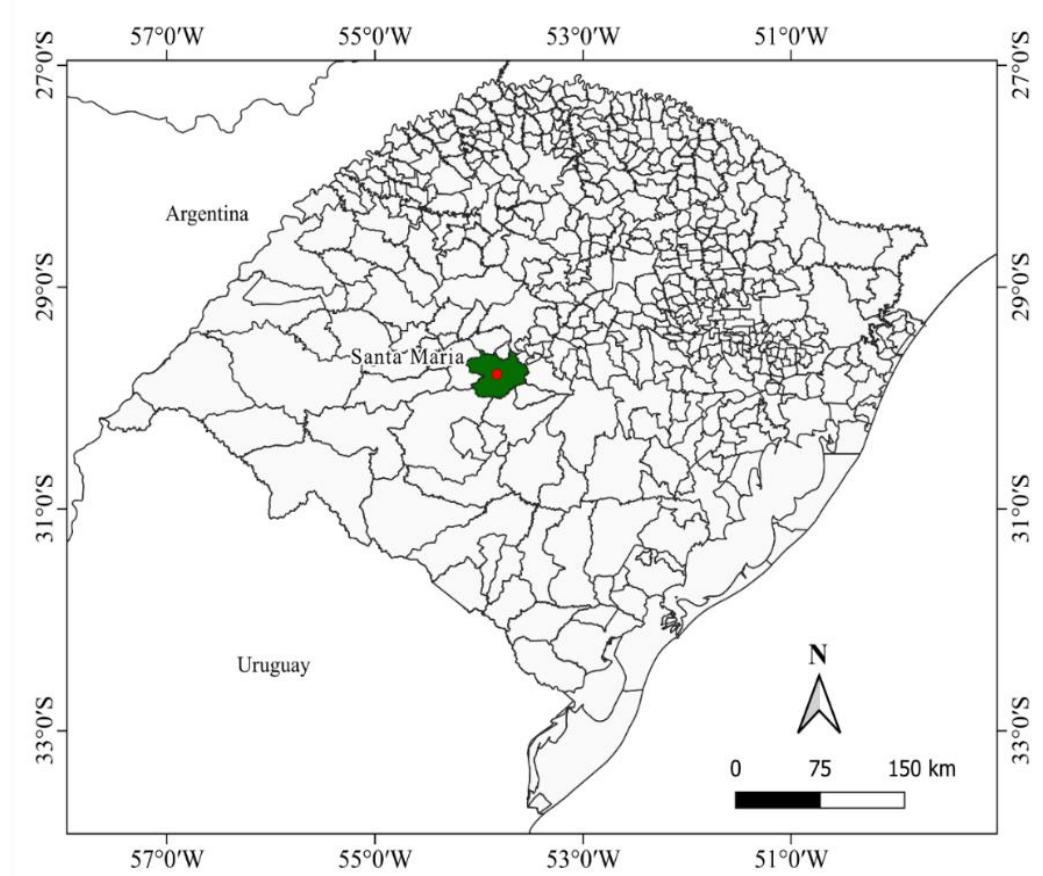
Cristalino, e hábito indeterminado, em área experimental localizada nas coordenadas 29°43'28"S, 53°43'12"W e na altitude de 95 m (Figura 1). O clima da região é classificado como Cfa, subtropical úmido (Alvares et al., 2013), e o solo é do tipo Argissolo Vermelho Distrófico Arênico (Santos et al., 2018).

A análise do solo foi realizada na profundidade de 0 - 20 cm e revelou: pH em água 1:1: 5,4, Ca: 6,1 cmolc dm<sup>-3</sup>, Mg: 2,3 cmolc dm<sup>-3</sup>, Al: 0,1 cmolc dm<sup>-3</sup>, H+Al: 6,2 cmolc dm<sup>-3</sup>, índice SMP: 5,7, matéria orgânica: 2,3%, teor de argila: 26,0%, S: 13,4 mg dm<sup>-3</sup>, P (Mehlich): 29,9 mg dm<sup>-3</sup>, K: 0,573 cmolc dm<sup>-3</sup>, CTCpH7: 15,2 cmolc dm<sup>-3</sup>, Cu: 2,4 mg dm<sup>-3</sup>, Zn: 1,04 mg dm<sup>-3</sup> e B: 0,82 mg dm<sup>-3</sup>. A adubação inicial foi realizada em 27 de julho de 2022, com a aplicação de 22,5 kg de nitrogênio (N), 90 kg de pentóxido de fósforo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) e 90 kg de óxido de potássio (K<sub>2</sub>O) por hectare, totalizando 450 kg por hectare da fórmula NPK 05-20-20. Posteriormente, realizaram-se duas adubações de cobertura utilizando ureia. A primeira, com aplicação de 27 kg de N por hectare, quando as plantas se encontravam no estádio de desenvolvimento V3, conforme a escala fenológica proposta por Carvalho et al. (2021). A segunda adubação,

também com 27 kg de N por hectare, no estádio fenológico V5. Em cada ensaio de uniformidade, os tratos culturais foram realizados de forma homogênea em toda a área experimental, conforme indicação para ensaios de uniformidade (Ramalho et al., 2012; Storck et al., 2016).

O primeiro ensaio de uniformidade iniciou, com a semeadura, em 27/07/2022. Esse ensaio foi constituído por 14 fileiras de plantas com 20 m de comprimento e com 0,50 m entre fileiras, ocupando área de 20 m × 7 m (140 m<sup>2</sup>). Os oito ensaios de uniformidade seguintes foram iniciados em 19/08/2022, 26/08/2022, 02/09/2022, 09/09/2022, 16/09/2022, 23/09/2022, 04/10/2022 e 13/10/2022, e constituídos de quatro fileiras de 5 m de comprimento, com 0,50 m entre fileiras, ocupando área de 5 m × 16 m (80 m<sup>2</sup>). Após a emergência das plântulas foram marcadas, de forma aleatória, 20 plantas em cada uma das datas de semeadura totalizando 180 plantas (20 plantas/data de semeadura × 9 datas de semeadura). Em cada planta, semanalmente, foi contado o número de folhas (NF) da haste principal até o estádio R3 de plena floração da cultura, onde a maior parte das flores está aberta (Carvalho et al., 2021).

**Figura 1.** Representação geográfica do local da condução dos nove ensaios de uniformidade de grão-de-bico (*Cicer arietinum* L.), cultivar BRS Cristalino, em Santa Maria, Rio Grande do Sul. Fonte: Autores (2025).



Foram registrados os dados diários de temperaturas máximas ( $T_{\text{máx}}$ ), temperaturas mínimas ( $T_{\text{mín}}$ ) e temperaturas médias ( $T_{\text{med}}$ ) do ar em °C, precipitação pluviométrica (em mm) e umidade relativa (UR, em %) da semeadura ao florescimento das plantas. Os dados foram obtidos na Estação Meteorológica automática, pertencente ao 8º Distrito de Meteorologia do Instituto Nacional de Meteorologia localizada a 100 m da área experimental. A partir da  $T_{\text{med}}$  calculou-se os graus-dia (GD, em °C) por meio da expressão:  $GD = T_{\text{med}} - Tb$  (Arnold, 1960), onde:  $T_{\text{med}} =$

temperatura média diária do ar, em °C e  $Tb$  = temperatura base inferior (10°C). A soma térmica (ST, em °C dia) a partir da data de emergência da planta foi obtida acumulando os valores de GD.

Para cada uma das datas de semeadura foi ajustada uma regressão linear utilizando a equação  $y = a + bx$ , onde 'y' representa a média do número de folhas das 20 plantas (NF) e 'x' a soma térmica acumulada (ST) a partir da emergência da cultura. O filocrono, em °C dia folha<sup>-1</sup>, foi determinado pelo inverso do coeficiente angular da regressão linear entre NF

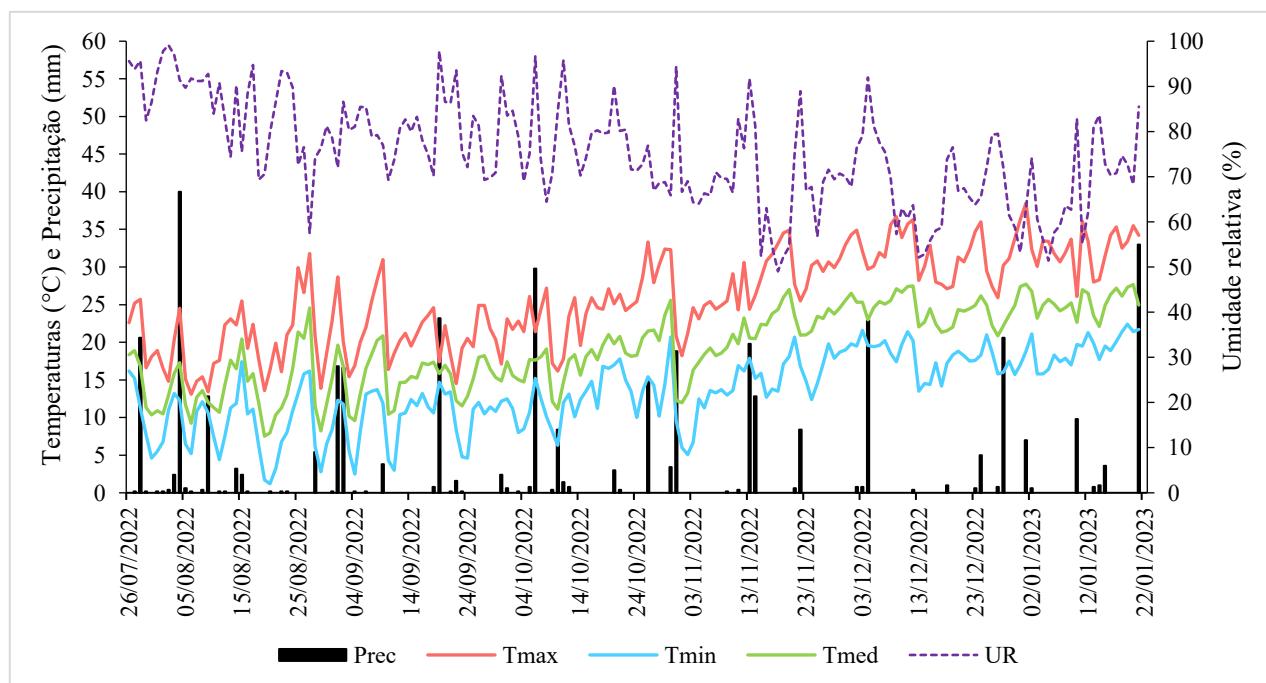
e ST (filocrono =  $1/b$ ). Todas as análises foram realizadas por meio do Microsoft Excel e os gráficos de regressão foram obtidos utilizando o software R (R Core Team, 2024) com o pacote ggplot2 (Wickman, 2016).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As plantas de grão-de-bico foram expostas a distintas condições ambientais ao longo do ciclo de desenvolvimento da cultura

nas nove datas de semeadura. Na primeira data de semeadura (27/07/2022) as plantas foram expostas durante 35 dias a temperaturas abaixo de 10°C no início do desenvolvimento da cultura (Figura 2). O ciclo de desenvolvimento do grão-de-bico dura em torno de 125 a 140 dias e depende de fatores ambientais, como fotoperíodo e temperatura (Queiroga et al., 2021).

**Figura 2.** Representação do período correspondente as fases de semeadura à colheita de grão-de-bico (*Cicer arietinum* L.), cutivar BRS Cristalino, precipitação (mm), temperatura máxima (Tmáx), temperatura média (Tmed) e temperatura mínima (Tmin) diária (°C) em nove datas de semeadura. Fonte: Autores (2025).



Houve variação do número total de folhas emitidas entre as nove datas de semeadura (Tabela 1). O número de folhas, entre as datas de semeadura, variou de 10,14 (27/07/2022) a 14,09 (16/09/2022) folhas. Observou-se

aumento gradativo do número de folhas até as datas de semeadura intermediárias (02/09/2022, 09/09/2022 e 16/09/2022), onde também se observaram as maiores médias de número de folhas.

**Tabela 1.** Número de dias após a semeadura (DAS), média do número de folhas (NF) das 20 plantas de grão-de-bico (*Cicer arietinum* L.), cultivar BRS Cristalino, avaliadas em cada data de semeadura e soma térmica (ST, °C) da emergência até o florescimento das plantas em nove datas de semeadura.

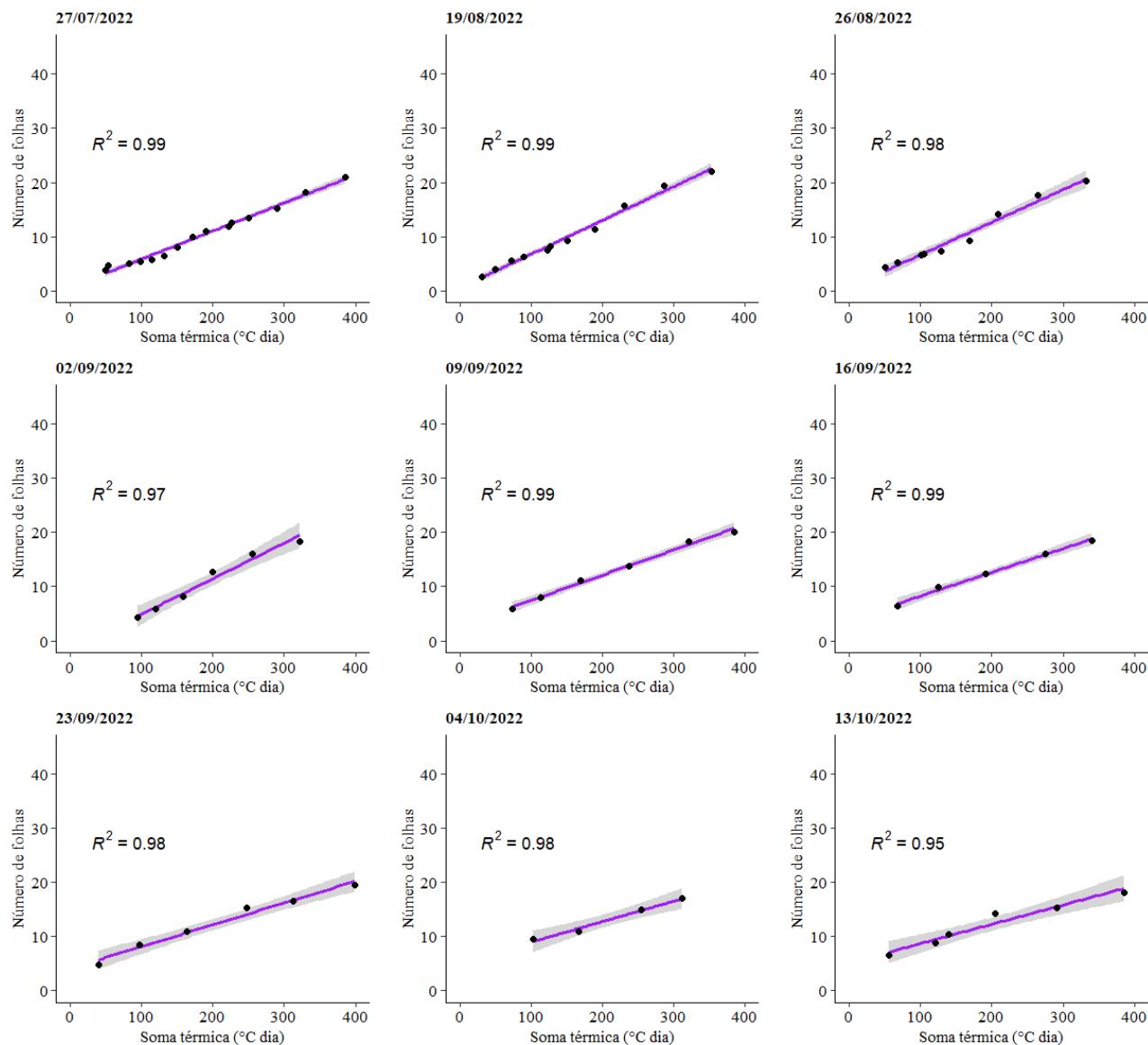
Data	Semeadura	Emergência	DAS	NF	ST
1	27/07/2022	08/08/2022	83	10,14	2746,90
2	19/08/2022	31/08/2022	67	10,16	1703,33
3	26/08/2022	05/09/2022	60	10,14	1425,30
4	02/09/2022	07/09/2022	70	14,02	2025,30
5	09/09/2022	21/09/2022	63	12,87	1298,96
6	16/09/2022	30/09/2022	63	14,09	1425,67
7	23/09/2022	05/10/2022	56	12,58	1259,72
8	04/10/2022	24/10/2022	49	13,13	836,05
9	13/10/2022	20/10/2022	43	12,28	1198,38

Fonte: Autores (2025).

A maior necessidade de soma térmica para o florescimento foi observada na primeira data de semeadura (27/07/2022) com 2746,90 °C dia (Tabela 1). As estimativas do filocrono variaram entre as nove datas de semeadura, com valores entre 16,02 °C dia folha<sup>-1</sup> a 28,07 °C dia folha<sup>-1</sup> nas datas de semeadura de 19/08/2022 e 13/10/2022, respectivamente (Tabela 2), sugerindo que a estimativa do filocrono para grão-de-bico depende das datas de semeadura.

Em estudo realizado por Denardin Junior et al. (2023), o filocrono estimado variou de 47,17 °C dia folha<sup>-1</sup> a 88,99 °C dia folha<sup>-1</sup> para o teosinto. Na cultura do milho, Martins et al. (2012) observaram variação do filocrono entre 34,4 °C dia folha<sup>-1</sup> a 44,3 °C dia folha<sup>-1</sup>. A variação nessas estimativas de filocrono sugere que as plantas de grão-de-bico, nas nove datas de semeadura, respondem às condições ambientais de formas distintas.

**Figura 3.** Relações lineares entre o número de folhas (NF) e a soma térmica (ST) após a emergência da cultura do grão-de-bico (*Cicer arietinum* L.), cultivar BRS Cristalino, em nove datas de semeadura. Fonte: Autores (2025).



Os maiores valores de estimativa de foram observados nas datas de semeadura de 04/10/2022 e 13/10/2022, com 26,49 e 28,07 °C dia folha<sup>-1</sup>, respectivamente. Enquanto na data de semeadura de 19/08/2022 foi observado o menor valor de estimativa de 16,01 °C dia folha<sup>-1</sup>. A média geral do filocrono foi de 21,45 °C dia folha<sup>-1</sup>, sugerindo que na média das nove datas

de semeadura, são necessários 21,45 °C dia para a emissão de uma nova folha de grão-de-bico (Tabela 2). Variabilidade da estimativa do filocrono também foi verificada em culturas como aveia branca (Chaves et al., 2017), milho (Martins et al., 2012) e teosinto (Van Esbroeck et al., 2008; Denardin Junior et al., 2023).

**Tabela 2.** Modelo de regressão linear para estimar o filocrono ( $^{\circ}\text{C dia folha}^{-1}$ ), coeficiente de determinação ( $R^2$ ) e filocrono de grão-de-bico (*Cicer arietinum* L.), cultivar BRS Cristalino, em nove datas de semeadura.

Data	Semeadura	Modelo de Regressão	$R^2$	Filocrono
1	27/07/2022	$y = 0,666763 + 0,051732x$	0,99	19,331
2	19/08/2022	$y = 0,497671 + 0,062425x$	0,99	16,019
3	26/08/2022	$y = 0,607575 + 0,059613x$	0,98	16,775
4	02/09/2022	$y = 0,306418 + 0,054152x$	0,96	18,467
5	09/09/2022	$y = 2,777595 + 0,046602x$	0,99	21,458
6	16/09/2022	$y = 4,263420 + 0,041102x$	0,99	24,330
7	23/09/2022	$y = 4,135018 + 0,040239x$	0,98	24,852
8	04/10/2022	$y = 5,235327 + 0,037747x$	0,98	26,492
9	13/10/2022	$y = 5,160711 + 0,035628x$	0,95	28,067
Média				21,458

Fonte: Autores (2025).

Os valores dos coeficientes de determinação ( $R^2$ ) oscilaram entre 0,95 e 0,99, com média 0,98 (Tabela 2) sugerindo que, em média, 98% da variação do número de folhas (NF, y) é explicado pela variação da soma térmica (ST, x). Elevados valores dos coeficientes de determinação foram observados em pesquisas com outras culturas como em genótipos de arroz com  $R^2 \geq 0,93$  (Streck et al., 2007), milho com  $R^2 \geq 0,96$  (Martins et al., 2012), aveia branca com  $R^2 \geq 0,93$  (Chaves et al., 2017), teosinto com  $R^2 \geq 0,90$  (Denardin Junior et al., 2023), e em variedades de milho de polinização aberta com  $R^2 \geq 0,97$  (Cargnelutti Filho et al., 2024).

Os resultados destacam que o tempo térmico necessário para a emissão de uma folha

de grão-de-bico é influenciado pela data de semeadura da cultura. Ao analisar diferentes datas de semeadura, os pesquisadores têm a oportunidade de ajustar as práticas de manejo agrícola de forma a potencializar o crescimento das plantas e alcançar resultados mais favoráveis em termos de produtividade de grãos.

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O filocrono para a cultura do grão-de-bico variou entre  $16,01\ ^{\circ}\text{C dia folha}^{-1}$  (semeadura de 19/08/2022) a  $28,07\ ^{\circ}\text{C dia folha}^{-1}$  (semeadura de 13/10/2022), sendo a média entre as nove datas de semeadura de  $21,45\ ^{\circ}\text{C dia}$  para a emissão de uma nova folha.

#### 5. AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq - Processos 304652/2017-2 e 304878/2022-7), à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes, *Finance Code 001*) e a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (Fapergs) pela concessão de bolsas aos autores.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, v. 22, n. 6, p. 711-728. 2013. DOI: <https://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>

ARAÚJO, D. J.; AZEREDO, G. A.; GUEDES, L. R.; SILVA, J. H. C. S. Conservação de sementes de feijão-caupi sob diferentes condições de armazenamento. *Diversitas Journal*, v. 6, p. 74-88, 2021. DOI: <https://doi.org/10.17648/diversitas-journal-v6i1-1200>

ARNOLD, C. Y. Maximum-minimum temperatures as a basis for computing heat units. *Journal of the American Society for Horticultural Sciences*, v. 76, p. 682-692, 1960. Disponível em: <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.555/19610305608>

AVELAR, R. I. S.; COSTA, C. A.; BRANDÃO JÚNIOR, D. S.; PARAÍSO, H. A.; NASCIMENTO, W. M. Production and quality of chickpea seeds in different sowing and harvest periods. *Journal of Seed Science*, v. 40, p. 146-155, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1590/2317-1545v40n2185719>

CARGNELUTTI FILHO, A.; LORO, M. V.; ORTIZ, V. M.; ANDRETTA, J. A.; REIS, M. B.; KONRAD, M.; DENARDIN JUNIOR, J. C. Número de folhas, período de emissão foliar, soma térmica e filocrono de variedades de polinização aberta de milho em datas de semeadura. *Caderno Pedagógico*, v. 21, p. 01-20, 2024. DOI: <https://doi.org/10.54033/cadpedv21n6-050>

CARVALHO, S. I. C.; BIANCHETTI, L. B.; SILVA, P. P.; NASCIMENTO, W. M. **Fenologia do grão-de-bico tipo Kabuli**. Comunicado Técnico nº 133, Brasília: Embrapa, 2021. 26 p. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/231333/1/COT-133-final1.pdf>

CHAVES, G. G.; CARGNELUTTI FILHO, A.; ALVES, B. M.; LAVEZO, A.; WARTHA, C. A.; ULIANA, D. B.; PEZZINI, R. V.; KLEINPAUL, J. A.; NEU, I. M. M. Phyllochron and leaf appearance rate in oat. *Bragantia*, v. 76, p. 73-81, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1590/1678-4499.090>

DENARDIN JUNIOR, J. C.; CARGNELUTTI FILHO, A.; LORO, M. V.; ANDRETTA, J. A.; REIS, M. B.; ORTIZ, V. M.; SCHULLER, B. R. Estimativa do filocrono para a cultura de teosinto. *Sigmae*, v. 12, p. 18-23, 2023. Disponível em: <https://publicacoes.unifal-mg.edu.br/revistas/index.php/sigmae/article/view/2215/1764>

FERNANDES, T. C. R.; CAMARGOS, L. F.; CAMILO, P. A.; JESUS, F. G.; SIQUEIRA, A. P. S. Caracterização tecnológica da farinha de grão-de-bico variedade BRS cristalino. *Brazilian Journal of Food Technology*, v. 25, p. e2021082, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1590/1981-6723.08221>

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. Crops and livestock products. FAOSTAT, 2022. Disponível em: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL/>

INTIKHAB, A. Aquafaba: nutritional significance for vegans. A way towards environmental sustainability. **Life and Science**, v. 4, p. 75-81, 2023. DOI: <https://doi.org/10.37185/LnS.1.1.266>

KIRBY, E. J. Factors affecting rate of emergence in barley and wheat. **Crop Science**, v. 35, p. 11-19, 1995. DOI: DOI: [https://doi.org/10.2135/cropsci1995.0011183X\\_003500010003x](https://doi.org/10.2135/cropsci1995.0011183X_003500010003x).

MARTINS, J. D.; CARLESSO, R.; PETRY, M. T.; KNIES, A. E.; OLIVEIRA, Z. B.; BROETTO, T. Estimativa do filocrono em milho para híbridos com diferentes ciclos de desenvolvimento vegetativo. **Ciência Rural**, v. 42, p. 777-783, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782012000500003>

McMASTER, G. S.; WILHELM, W. W. Growing degree-days: one equation, two interpretations. **Agricultura and Forest Meteorology**, v. 87, p. 291-300, 1997. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0168-1923\(97\)00027-0](https://doi.org/10.1016/S0168-1923(97)00027-0)

MUKHERJEE, B. et al. Growth, nodulation, yield, nitrogen uptake, and economics of lentil as influenced by sowing time, tillage, and management practices. **Frontiers in Sustainable Food Systems**, v. 7, p. 1-13, 2023. DOI: <https://doi.org/10.3389/fsufs.2023.1151111>

NASCIMENTO, W. M; SILVA, P. P.; ARTIAGA, O. P.; SUINAGA, F. A. Grão-de-bico. In: Nascimento, W. M. [ed.]. **Hortaliças leguminosas**. Brasília: Embrapa, p. 89-118, 2016. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes-/publicacao/1054423/hortalicas-leguminosas>

PARAÍSO, H. A.; BRANDÃO JUNIOR, D. S.; AVELAR, R. I. S.; COSTA, C. A.; GOMES, L. S. P.; NASCIMENTO, W. M. Adjustments in the tetrazolium teste methodology for assessing the physiological quality of chickpea seeds.

**Journal of Seed Science**, v. 41, p. 7-12, 2019.  
DOI: <https://doi.org/10.1590/2317-1545v41n1187777>

QUEIROGA, V. P.; GIRÃO, E. G.; ALBUQUERQUE, E. M. B. **Grão de bico (*Cicer arietinum* L.) tecnologias de plantio e utilização**. AREPB, 1. ed., 2021. 199p.

RAMALHO, M. A.; FERREIRA, D. F.; OLIVEIRA, A. C. de. **Experimentação em genética e melhoramento de plantas**. Lavras: UFLA, 2012. 305p.

R CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing. 2024. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org/>

REYES, C. P.; QUEIROZ, P. R. M.; SPECHT, A.; MONNERAT, R. Identification of Heliothinae species (Lepidoptera: Noctuidae) in chickpeas in central Brazil. **Horticultura Brasileira**, v. 41, p. 1-5, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1590/s0102-0536-2023e2534>

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; ARAÚJO FILHO, J. C.; OLIVEIRA, J. B.; CUNHA, T. J. F. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**, 5<sup>a</sup> ed., Brasília: Embrapa, 2018.

SANTOS, S. G. F.; ARAUJO, E. F.; ARAUJO, R. F.; SEDIANE KOHL, COELHO, A. P. F.; NASCIMENTO, W. M. Processing on the physical and physiological quality of chickpea (*Cicer arietinum* L.) seeds. **Journal of Seed Science**, v. 45, e202345025, p. 1-10, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1590/2317-1545v45268779>

SILVA, A. M.; FIGUEIREDO, J. C.; TUNES, L. V. M.; GADOTTI, G. I.; RODRIGUES, D. B.; CAPILHEIRA, A. F. Chickpea seed storage in different packagings, environments and periods. **Revista Brasileira de Engenharia**

**Agrícola e Ambiental**, v. 26, p. 649-654, 2022.

DOI: <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v26n9p649-654>

STORCK, L.; GARCIA, D. C.; LOPES, S. J.; ESTEFANEL, V. **Experimentação vegetal**. 3a ed. Santa Maria: UFSM, 2016. 200 p.

STRECK, N. A.; LAGO, I.; SAMBORANHA, F. K.; GABRIEL, L. F.; SCHWANTES, A. P.; SCHONS, A. Temperatura base para aparecimento de folhas e filocrono da variedade de milho BRS Missões. **Ciência Rural**, v. 39, p. 224-227, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782009000100035>

SWAMY, K. R. M. Origin, domestication, taxonomy, botanical description, genetics and cytogenetics, genetic diversity and breeding of chickpea (*Cicer arietinum* L.). International **Journal of Development Research**, v. 13, p. 63107-63127, 2023. DOI: <https://doi.org/10.37118/ijdr.26892.06.2023>

VAN ESBROECK, G. A.; CORRAL, J. A. R.; GONZALEZ, J. J. S.; HOLLAND, J. B. A comparison of leaf appearance rates among teosinte, maize landraces and modern maize. **Maydica**, v. 53, p. 117, 2008.

WICKHAM, H. **ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis**. Springer-Verlag New York, 2016.