

Determinação da temperatura basal inferior, soma térmica e do filocrono da salsa Stella

Determination of lower basal temperature, thermal sum and phyllochron of Stella parsley

Determinación de la menor temperatura basal, suma térmica y filocrono del perejil Stella

DOI: 10.34188/bjaerv8n2-060

Submetido: 10-02-2025

Aprovado: 31-03-2025

Kauã Grama Kaeda Barbosa

Graduando em agronomia
Universidade Federal de Santa Catarina
Florianópolis, SC. Brasil
E-mail: kauakaeda@hotmail.com

Rosandro Boligon Minuzzi

Doutor em agrometeorologia
Universidade Federal de Santa Catarina
Florianópolis, SC. Brasil
E-mail: rbminuzzi@hotmail.com

RESUMO

A relação entre temperatura do ar e o desenvolvimento de culturas, permite otimizar práticas de manejo agrícola, como previsão de estádios de crescimento e épocas ideais de semeadura. Objetivava-se determinar a temperatura basal inferior (Tb), soma térmica (ST) e o filocrono da salsa (*Petroselinum crispum*), variedade Stella (lisa). Foram realizadas cinco safras em ambiente protegido localizado em Florianópolis, com medições fenológicas da 2ª à 7ª folha. A Tb foi estimada por três métodos: menor desvio padrão, coeficiente de regressão e desenvolvimento relativo, resultando em valor médio de -5,0 °C. Com este valor de Tb, determinou-se a ST, aplicando o método simplificado de graus-dia para cada uma das safras, onde chegou-se ao valor médio de 816,8 graus-dia acumulado (GDA). A média do filocrono entre as cinco safras foi de 27,9 °C dia.folha⁻¹, havendo uma necessidade média de 170 GDA para a salsa emitir cada uma, da 2ª a 7ª folha.

Palavras-chave: fenologia vegetal, graus-dia acumulado, exigência térmica, *Petroselinum crispum*.

ABSTRACT

The relationship between air temperature and crop development allows for the optimization of agricultural management practices, such as predicting growth stages and ideal sowing times. The aim is to determine the lower basal temperature (Tb), thermal sum and phyllochron of parsley (*Petroselinum crispum*), Stella (smooth) variety. Five planting seasons were carried in a protected environment in Florianópolis, with phenological observations from the 2nd to the 7th leaf. The Tb was estimated using three methods: standard deviation minimization, regression coefficient, and relative development, resulting in an average value of -5,0 °C. With this Tb value, the thermal sum (ST) was determined using the simplified degree-day method for each harvest, where the average value of 816,8 accumulated degree-days was reached. The average phyllochron between the five

harvests was $27,9^{\circ}\text{C day}\cdot\text{leaf}^{-1}$, with an average need of 170 GDA for the parsley to emit each one, from the 2nd to the 7th leaf.

Keywords: plant phenology, growing degree days, thermal requirement, *Petroselinum crispum*.

RESUMEN

La relación entre la temperatura del aire y el desarrollo de los cultivos permite optimizar las prácticas de manejo agrícola, como predecir etapas de crecimiento y momentos ideales de siembra. El objetivo es determinar la temperatura basal inferior (T_b), la suma térmica (ST) y el filocrono del perejil (*Petroselinum crispum*), variedad Stella (liso). Se realizaron cinco cosechas en un ambiente protegido ubicado en Florianópolis, con mediciones fenológicas de la 2^a a la 7^a hoja. La T_b se estimó mediante tres métodos: desviación estándar más pequeña, coeficiente de regresión y desarrollo relativo, dando como resultado un valor promedio de $-5,0^{\circ}\text{C}$. Con este valor de T_b se determinó la ST, aplicando el método de grados-día simplificado para cada una de las zafras, donde se alcanzó el valor promedio de 816,8 grados-día acumulados (GDA). El filocrono promedio entre las cinco cosechas fue de $27,9^{\circ}\text{C día}\cdot\text{hoja}^{-1}$, con una necesidad promedio de 170 GDA para que el perejil emita cada uno, desde la 2^a a la 7^a hoja.

Palabras clave: fenología de la planta, grados-día acumulados, requerimiento térmico, *Petroselinum crispum*.

1 INTRODUÇÃO

A salsa (*Petroselinum crispum*) originária da região mediterrânea é uma erva ampla-mente difundida no mundo, com registros históricos que remontam à Grécia Antiga, onde era considerada símbolo de vitalidade (Lorenzil; Matos, 2002). Desde então, tornou-se parte in-dispensável da culinária europeia, chegando ao Brasil com a colonização portuguesa (Heredia; Vargas, 2018). Atualmente, é uma das hortaliças mais cultivadas no país, sendo amplamente utilizada para temperar pratos quentes, saladas e sucos verdes. Destaca-se também como fonte relevante de nutrientes, contendo vitaminas A, C e K, além de compostos antioxidantes e minerais como potássio e ferro (Silva; Almeida, 2019).

Além do valor gastronômico e nutricional, a salsa apresenta potencial para estudos agrônômicos devido à influência direta das condições ambientais em seu desenvolvimento. Variáveis meteorológicas, como a temperatura do ar, regulam o surgimento das folhas e outros estádios fenológicos (Bergamaschi; Matzenauer, 2009). O entendimento desses processos envolve conceitos-chave como a temperatura basal inferior, definida como a mínima necessária para o desenvolvimento diário da planta; a soma térmica, que representa o acúmulo de graus-dia necessários para completar um ciclo ou fase fenológica (Nesmith; Ritchie, 1992); e o filocrono, que se refere ao tempo térmico necessário para o surgimento de folhas consecutivas em uma mesma haste (Streck *et al.*, 2005). A velocidade de emissão de folhas no colmo é um importante parâmetro do desenvolvimento vegetal. Ao integrar a velocidade de emissão de folhas no tempo, tem-se o

número de folhas acumuladas, que é um importante parâmetro do desenvolvimento vegetativo das culturas agrícolas (Streck *et al.*, 2007).

Nessa relação entre temperatura do ar e a cultura, estudos com milho demonstram que a determinação desses parâmetros permite otimizar práticas de manejo agrícola, como previsão de estádios de crescimento e épocas ideais de semeadura (Martins *et al.*, 2012). Pesquisas semelhantes também foram conduzidas com trigo (Xue *et al.*, 2004), feijão-de-vagem (Heldwein *et al.*, 2010) e cinco tipos de microverdes que incluía a salsa (Walter; Minuzzi; Conceição, 2024), evidenciando que as condições térmicas do ambiente são determinantes para o sucesso dos cultivos. No estudo de Heldwein *et al.* (2010), por exemplo, o plastocrono do feijão-de-vagem foi avaliado sob diferentes condições ambientais. Os autores demonstraram que temperaturas mais baixas e menor disponibilidade de radiação solar, típicas do outono, aumentaram o intervalo térmico entre o aparecimento de folhas, reduzindo a velocidade de crescimento da cultura. Esses resultados reforçam a relevância da análise do tempo térmico acumulado na modelagem do desenvolvimento fenológico de espécies hortícolas, como a salsa.

Em suma, cada espécie apresenta limites térmicos de sobrevivência, fora dos quais seu metabolismo paralisa ou se torna negativo, passando a sofrer estresses por frio ou calor, conforme o caso. Por isso, Bergamaschi e Bergonci (2017) relatam que em um mesmo grupo de maturação (precoce, tardio, etc), é possível estimar a ocorrência de fases das culturas para diferentes genótipos, regiões e épocas de cultivo, utilizando a temperatura do ar como única variável, principalmente em espécies que não respondem ou que apresentam pequena resposta fotoperiódica.

Diante deste contexto e da escassez de estudos específicos sobre a salsa, este trabalho tem como objetivo determinar a temperatura basal inferior, soma térmica e o filocrono da salsa, variedade Stella (lisa).

2 METODOLOGIA

O estudo foi realizado no Centro de Ciências Agrárias (CCA) da Universidade Federal de Santa Catarina, localizado no município de Florianópolis (latitude: 27,57° sul; longitude: 48,50° oeste; e altitude: 5 metros). De acordo com a metodologia de Köppen, o clima da região é do tipo Cfa, classificado como subtropical úmido, com temperatura média anual mínima de 15,6 °C e máxima de 24,7 °C (Alvares *et al.*, 2013).

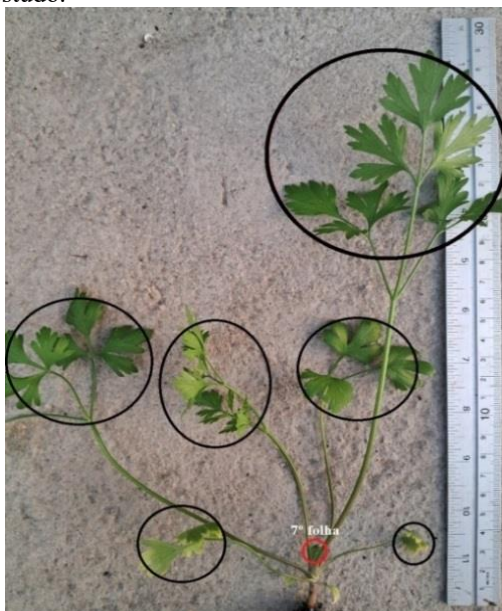
Foi utilizada a salsa Stella (lisa) comercializada pela empresa Isla Sementes® que no sul do Brasil podem ser cultivadas o ano inteiro.

O experimento foi realizado em casa de vegetação do tipo arco, medindo 8 metros de largura e 12 metros de comprimento, com pé direito lateral de 3,2 metros. A cobertura da instalação possui um filme com tela branca plástico com espessura de 125 micras e fechamento lateral.

Foram realizadas cinco sementeiras (15/set/2023, 24/jan/2024, 1º/abr/2024, 27/maio/2024 e 17/ago/2024), acomodados em vasos plásticos de 3,6 litros sob bancada, dispostos em arranjo fatorial 4x4, contendo como substrato o Garden Plus®, composto por Turfa, sendo aditivado com fertilizantes mineral, ($N=0,02\%$, $P_2O_5=0,08\%$ e $K_2O=0,04\%$) e calcário calcítico (3,0%), possui boa aeração, $pH=5,8 \pm 0,2$, condutividade elétrica de $1,5 \pm 0,2$ dS/m e boa fertilização suficiente para os primeiros 30 a 60 dias de desenvolvimento da planta. A irrigação automatizada foi feita uma ou duas vezes por dia dependendo da época do ano, o suficiente para manter o solo sempre bem suprido de água.

Em cada vaso a sementeira foi feita em uma cova central de 1 cm de profundidade, depositando-se ao menos três sementes. Após o aparecimento dos cotilédones foi realizado o debaste mantendo apenas a planta de maior vigor. Foi definido a data de aparecimento da 2º, 3º, 4º, 5º, 6º e 7º folha no mesmo colmo, aquela observado em pelo menos 75% das plantas da área útil (quatro vasos centrais), sendo o término do período fenológico de cada safra (momento de colheita) a data de surgimento da 7º folha que equivale a um comprimento entre 25 e 30 cm (Figura 1).

Figura 1. Foto mostrando o momento do aparecimento da 7º folha no mesmo colmo que foi considerado como o término do período fenológico da salsa no estudo.



Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

Para cálculo da temperatura basal inferior (T_b) e a soma térmica da salsa da 2ª a 7ª folha, coletou-se valores horários da temperatura do ar a partir de um termômetro com datalogger (modelo RC-4, da empresa Elitech). O instrumento foi instalado dentro de um mini abrigo meteorológico a uma altura de aproximadamente 1,50 m no interior da casa de vegetação sobre a bancada, possuindo uma resolução e precisão de 0,1°C e +/- 0,5°C, respectivamente.

Para determinar a T_b , foram utilizados três métodos, a saber: menor desvio padrão, em dias (DPdias), desenvolvimento relativo (DR) e coeficiente de regressão (CR).

Arnold (1959) sugeriu a determinação da temperatura basal através do método de menor desvio padrão em dias (DPdias), conforme demonstra a equação 1.

$$DPdias = \frac{DPgdd}{X_t - T_b} \quad (1)$$

onde:

DPdia = desvio padrão em dia

DPgdd = desvio padrão, em graus-dia

X_t = temperatura média do ar para o período 2ª a 7ª folha de todos os plantios de salsa, em °C

O método do desenvolvimento relativo (DR) é baseado na relação entre a temperatura média do período fenológico e o desenvolvimento relativo da cultura, sendo calculado através da equação 2, proposta por Brunini *et al.* (1976):

$$DR = \frac{100}{N} \quad (2)$$

onde:

DR = desenvolvimento relativo à temperatura média do ar

N = número de dias do período 2ª a 7ª folha

100 = valor arbitrário do desenvolvimento

Pelo DR o valor da T_b é a que resulta um desenvolvimento relativo nulo proveniente do prolongamento da regressão linear simples entre o DR da cultura em função da T_{med} , ou seja, $T_b = -b/a$.

O método do coeficiente de regressão (CR) tem como base a aplicação de um modelo de regressão linear. Hoover (1955) estudou a relação entre a temperatura média do ar e graus-dia acumulado (GDA). Desenvolveu assim, o método de determinação da temperatura basal, no qual utiliza GDA como variável dependente e a temperatura média como variável independente. Neste método, também foram utilizadas as T_b candidatas, isto é, valores escolhidos aleatoriamente para definir a T_b escolhida, de acordo com os critérios supracitados dos métodos. Se o coeficiente de

regressão for positivo, a temperatura selecionada é muito alta; caso contrário, o CR será negativo. A temperatura basal adequada proporciona um coeficiente de correlação igual ou muito próximo a zero.

A Tb foi determinada pela média aritmética simples dos valores obtidos por cada um dos três métodos previamente destacados. Com o valor de Tb, foi obtida a soma térmica (ST), aplicando o método simplificado para cada uma das cinco safras, donde obteve-se a média sendo a soma térmica da salsa, conforme equação 3.

$$ST = \sum_{i=1}^n (T_{med} - Tb) \quad (3)$$

Em que, 'n' corresponde ao número de dias do período fenológico (2º a 7º folha), e T_{med} é a temperatura média diária do ar, obtida a partir dos valores horários medidos com o termômetro.

A estimativa do filocrono foi obtida pelo inverso do coeficiente angular da regressão linear simples entre o número de folhas oriundas do mesmo colmo e o GDA a partir do surgimento de cada folha (da 2º a 7º folha).

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Tabela 1 apresenta os valores médios da temperatura basal inferior (Tb) obtida por três métodos distintos: menor desvio padrão em dias (DP), coeficiente de regressão (CR) e desenvolvimento relativo (DR) além da soma térmica (ST) e a temperatura média do ar da emissão da 2º a 7º folha dentre as cinco safras da salsa.

Tabela 1. Temperatura basal inferior (Tb) média obtida pelo método do menor desvio padrão (DP) em dias, coeficiente de regressão (CR), desenvolvimento relativo (DR) e soma térmica (ST) para o período fenológico da 2º a 7º folha da salsa.

DP	-4,3 °C
CR	-5,0 °C
DR	-5,8 °C
Tb	-5,0 °C
ST	816,8 GDA
T_{med}	22,0 °C

Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

Para a determinação da Tb, no método do menor desvio padrão em dias (DPdias), fo-ram testadas várias temperaturas basais hipotéticas. Aquela que apresentou o menor desvio padrão no número de dias entre a emissão de folhas consecutivas foi considerada como a temperatura basal inferior mais provável para a cultura ($Tb=-4,3$ °C). No método do coeficiente de regressão (CR), buscou-se a temperatura base que resultasse no maior coeficiente de determinação (R^2) entre o número de folhas emitidas e os graus-dia acumulados ($Tb=-5,0$ °C). No método do desenvolvimento

relativo (DR), a T_b foi definida como aquela que apresentou o maior R^2 na regressão entre o desenvolvimento relativo da cultura e a temperatura média diária ($T_b = -5,8\text{ }^{\circ}\text{C}$). O uso dos três métodos permitiu validar os resultados por diferentes abordagens, conferindo maior robustez às estimativas obtidas.

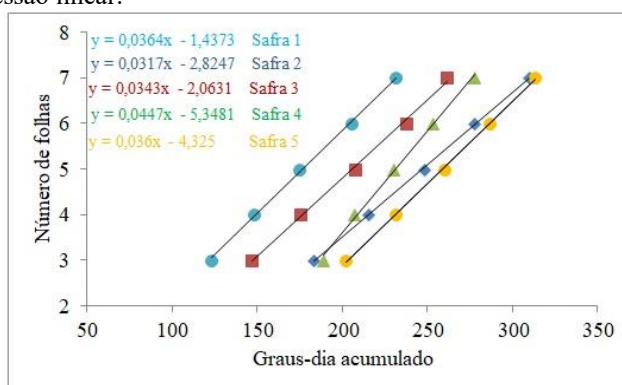
Assim, com os valores obtidos pelos três citados métodos, chegou-se a T_b média final de $-5,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ para a cultura da salsa Stella. Essa variação entre métodos é comum em estudos que envolvem o uso de dados fenológicos e modelos térmicos.

A baixa T_b observada para a salsa reforça sua capacidade de adaptação a climas mais amenos. Diferente de outras culturas como milho, com T_b entre 8 e $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Martins *et al.*, 2012), e feijão-vagem, com valores geralmente acima de $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Heldwein *et al.*, 2010), a salsa demonstrou tolerância ao frio durante as fases iniciais de desenvolvimento, sendo uma alternativa viável para cultivo em épocas de temperaturas mais baixas, inclusive no outono e inverno, como foi o caso deste estudo. Notável destacar que as temperaturas basais também variam em função da idade ou fase fenológica da planta como no estudo de Tezza e Minuzzi (2024) que encontraram os referidos limiares térmicos para cinco tipos de microverdes, sendo uma destas, a salsa Manu com valor de $3,5\text{ }^{\circ}\text{C}$, ou seja, apesar de baixo, ainda assim, uma T_b bem diferente para uma cultura colhida ainda jovem com no máximo três folhas em relação a salsa Stella colhida após o surgimento da 7ª folha.

A soma térmica (ST) acumulada da 2ª à 7ª folha foi, em média, $816,8$ graus-dia acumulado. Essa exigência térmica se encontra dentro do intervalo observado para culturas de ciclo curto como coentro (Zanotto *et al.*, 2016) e rúcula (Pinheiro *et al.*, 2021), que apresentam somas térmicas entre 700 e 950 graus-dia em fases vegetativas. Esse comportamento indica que a salsa, mesmo com T_b mais baixa, necessita uma quantidade relativamente razoável de calor para completar seu ciclo fenológico, o que pode ter implicações no escalonamento de colheitas e programação de plantios sucessivos.

A Figura 2, mostra a correlação entre o acúmulo de graus-dia e o aparecimento de folhas, da 2ª a 3ª, da 3ª a 4ª e, assim sucessivamente, até da 6ª a 7ª folha, com as equações de regressão linear donde com os respectivos coeficientes angular foi obtido o filocrono em cada safra da salsa e, com estes, chegou-se a média de $27,9\text{ }^{\circ}\text{C.dia.folha}^{-1}$.

Figura 2. Gráfico de dispersão entre o número de folhas e os graus-dia acumulados de cada safra da salsa, com respectivas equações de regressão linear.

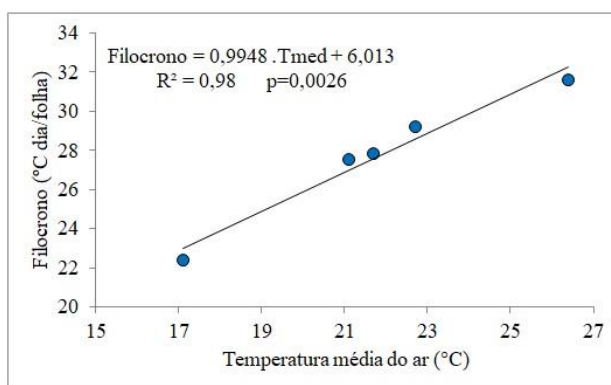


Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

A regressão linear obtida resultou em valor médio de 170 GDA por folha, indicando um ritmo de emissão foliar mais lento em comparação com culturas como milho (cerca de 50 a 70 GDA por folha) ou até mesmo hortaliças como alface e salsão (Castro *et al.*, 2011), que apresentaram valores entre 100 a 150 GDA por folha (Streck *et al.*, 2005).

A Figura 3 indica que o filocrono de cada safra variou proporcionalmente com a temperatura média do ar, isto é, à medida que a temperatura do ar se eleva, o ganho de energia por dia da planta aumenta, diminuindo o tempo de emissão entre folhas, comportamento coerente com o relatado em outros estudos de fenologia vegetal (Xue *et al.*, 2004; Streck *et al.*, 2005).

Figura 3. Gráfico de dispersão entre o filocrono e a temperatura média do ar entre a 2ª e a 7ª folha de todas as cinco safras da salsa.



Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

Em suma, percebe-se que é normal a variação do filocrono a cada safra, ou seja, a cada data de semeadura diferente, sendo mais perceptível pelo estudo ter sido no Sul do Brasil, onde as condições climáticas no decorrer do ano são bem distintas entre si em termos de temperatura do ar. Streck *et al.* (2009) também atestaram essa variação do filocrono em função de diferentes épocas de semeadura para o milho, em experimento realizado em Santa Maria, no Rio Grande do Sul. Ademais, Tezza e Minuzzi (2019) mostraram em estudo para alface cultivada em sistema

hidropônico que o filocrono também varia em função de diferentes cultivares.

O valor arredondado do coeficiente angular obtido da equação de regressão (0,99), significa que a cada 1°C de aumento (diminuição) na temperatura média diária do ar, representa um ganho (perda) no filocrono da salsa de 1 °C.dia.folha⁻¹. Esse dado é essencial para manejo do cultivo, pois permite prever a emissão de folhas com base na previsão climática e, ou, no clima de dada região, favorecendo práticas como adubação em cobertura e colheitas escalonadas.

Ademais, o coeficiente de determinação ($R^2=0,98$) indica que a temperatura média do ar explicou 98% da variação do filocrono. Assim, pode-se usar o modelo (equação de regressão) para obter o filocrono da 2ª a 7ª folha da salsa, bastando ter a temperatura média do ar do local de interesse.

Do ponto de vista prático, os resultados obtidos indicam que a salsa pode ser manejada com base em graus-dia acumulados, desde que respeitadas suas peculiaridades fenológicas e térmicas. Em especial, o conhecimento do filocrono e da temperatura basal inferior permite planejar a produção de forma mais precisa, contribuindo para reduzir riscos climáticos e otimizar recursos em sistemas protegidos ou a céu aberto.

Apesar da robustez dos dados obtidos este estudo foi conduzido com uma única variedade e sob condições controladas em termos de umidade do solo. Estudos futuros podem considerar o comportamento de outras cultivares ou diferentes manejos agrícolas, como no estudo de Cadore e Minuzzi (2023) com o radiche, em que foi encontrado T_b de 1,1 °C e -2,7 °C nos cultivos em solo úmido e mais seco, respectivamente, apesar da referida diferença não ser estatisticamente significativa, ou na variação do filocrono em milho devido ao déficit hídrico (Soler *et al.*, 2005). Ainda assim, os resultados representam um avanço no entendimento do comportamento térmico da salsa Stella (lisa), contribuindo para seu uso mais eficiente e tecnificado no contexto da horticultura.

4 CONCLUSÃO

Durante o período compreendido de emissão da 2ª a 7ª folha, a temperatura basal inferior (T_b) da salsa Stella (lisa) é de -5,0°C. Com a referida T_b , a soma térmica necessária para a salsa completar esse período fenológico foi de 816,8 graus-dia acumulado.

A média do filocrono entre as cinco safras foi de 27,9°C dia.folha⁻¹, havendo uma necessidade média de 170 GDA para a salsa emitir cada uma, da 2ª a 7ª folha.

Considerando as diferentes exigências térmicas de genótipos de uma mesma cultura e outros fatores influentes na taxa de desenvolvimento de vegetais, os valores obtidos devem ser aplicados a cultivar Stella e nas condições de manejo usadas no presente estudo.

Estes valores permitirão definir datas de semeadura mais adequadas para a salsa, otimizando o seu calendário agrícola em função da climatologia da temperatura do ar, além de aumentar a precisão de modelos agrometeorológicos que consideram o tempo térmico como fator influente na duração da fenologia da cultura.

REFERÊNCIAS

- ALVARES, C. A. *et al.* Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v.22, n.6, p.711-728, 2013. Disponível em: <https://www.schweizerbart.de/papers/metz/detail/22/82078/Koppens_climate_classification_map_for_Brazil>. Acesso: 12 dez. 2024.
- ARNOLD, C.Y. The determination and significance of the base temperature in a linear heat unit system. **Proceeding American Society for Horticultural Science**, v.74, p.430-445, 1959.
- BERGAMASCHI, H.; BERGONCI, J. I. **As plantas e o clima: princípios e aplicações**. Guaíba: Agrolivros, 2017.
- BERGAMASCHI, H.; MATZENAUER, R. Parte II - Cultivos temporários: milho. In: MONTEIRO, J. E. B. A. (Org.). **Agrometeorologia dos cultivos: o fator meteorológico na produção agrícola**. Brasília: INMET, 2009. p. 240–260.
- BRUNINI, O. *et al.* Temperatura-base para alface cultivar "White Boston", em um sistema de unidades térmicas. **Bragantia**, v.35, n.1, p.213-219, 1976.
- CADORE, A. V. S.; MINUZZI, R. B. Temperatura basal inferior e soma térmica do almeirão 'folha amarela' em diferentes condições de umidade do solo. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AGROPECUÁRIA SUSTENTÁVEL, 11, Juiz de Fora. **Anais...**, 2023.
- CASTRO, C. M. de. *et al.* Desenvolvimento fenológico e exigência térmica de salsão em ambiente protegido. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 6, n. 1, p. 140–145, 2011.
- HELDWEIN, A. B. *et al.* Plastocrono e rendimento de feijão-de-vagem cultivado sob ambiente protegido e no ambiente externo em semeadura tardia no outono. **Ciência Rural**, v. 40, n. 4, p. 768–773, 2010.
- HEREDIA, J. B.; VARGAS, F. M. **Plantas aromáticas e medicinais: história e uso culinário**. Barcelona: Ediciones Agrícolas, 2018.
- HOOVER, M.W. Some effects of temperature on the growth of Southern peas. **Proceeding American Society for Horticultural Science**, v. 66, p.308-312, 1955.
- LORENZI, H.; MATOS, F. J. A. **Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas**. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2002.
- MARTINS, J. D. *et al.* Estimativa do filocrono em milho para híbridos com diferentes ciclos de desenvolvimento vegetativo. **Ciência Rural**, v. 42, n. 5, p. 777–783, 2012. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/cr/a/HY59XXGRGpKXxGn3qfN8GRw/?format=pdf&lang=pt>>. Acesso em: 5 maio 2025.
- NESMITH, D. S.; RITCHIE, J. T. Short- and long-term responses of corn to a pre-anthesis soil water deficit. **Agronomy Journal**, v. 84, p. 107–113, 1992.
- PINHEIRO, J. A. *et al.* Estimativa do plastocrono em rúcula sob diferentes épocas de cultivo. **Revista Agro@mbiente On-line**, v. 15, n. 1, p. 43–49, 2021.

SILVA, P. C.; ALMEIDA, M. N. Aspectos nutricionais da salsa *Petroselinum crispum*: composição fitoquímica e bioatividade. **Revista Brasileira de Alimentos Funcionais**, v. 8, n. 2, p. 122–135, 2019.

SOLER, C. M. T. *et al.* Thermal time for phenological development of four maize hybrids grown off-season in a subtropical environment. **Journal of Agricultural Science**, v.143, p.169-182, 2005.

STRECK, N. A. *et al.* Estimativa do plastocrono em meloeiro *Cucumis melo* L. cultivado em estufa plástica em diferentes épocas do ano. **Ciência Rural**, v. 35, n. 6, p. 1275–1280, 2005.

STRECK, N. A. *et al.* Simulating the development of field grown potato (*Solanum tuberosum* L.). **Agricultural and Forest Meteorology**, v.142, p.1-11, 2007. Disponível em:< <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0168192306002826>>. Acesso em: 12 dez. 2024.

STRECK, N. A. *et al.* Temperatura base para aparecimento de folhas e filocrono da variedade de milho BRS Missões. **Ciência Rural**, v.39, n.1, p.224-227, 2009. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cr/v39n1/a35v39n1.pdf>>. Acesso em: 13 maio 2025. doi: 10.1590/S0103-84782009000100035.

TEZA, G.; MINUZZI, R. B. Caracterização da emissão foliar de cultivares de alface crespa em função da soma térmica. **Journal of Environmental Analysis and Progress**, v.4, n.2, p.140-145, 2019. Disponível em:< <https://www.journals.ufrpe.br/index.php/JEAP/article/view/2409>>. Acesso em: 14 mar. 2025.

WALTER, S. H.; MINUZZI, R. B.; CONCEIÇÃO, A. G. Temperatura basal inferior e soma térmica de microverdes de beterraba, couve, rúcula, alface e salsa. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, v.7, n.3, p.1-11, 2024. Disponível em:< <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BJAER/article/view/72856>>. Acesso em: 14 mar. 2025.

XUE, Q. *et al.* Predicting leaf appearance in field-grown winter wheat: evaluating linear and non-linear models. **Ecological Modelling**, v. 175, n. 3, p. 261–270, 2004.

ZANOTTO, F. P. *et al.* Crescimento e demanda térmica de coentro sob diferentes épocas de semeadura. **Revista Agro@mbiente On-line**, v. 10, n. 1, p. 44–51, 2016.