

DESENVOLVIMENTO VEGETATIVO E REPRODUTIVO, ASSOCIADO A EMISSÃO DE FOLHAS EM CULTIVARES DE TRIGO

Ricardo Ismael Raddatz¹, Diego Nicolau Follmann², Emílio Damm Dos Santos^{3*}, Anderson Crestani Pereira³, Guilherme Bergeijer Rosa³.

¹Bacharel em Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Campus Camobi, Santa Maria-RS.

² Professor Adjunto da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Campus Camobi, Santa Maria-RS.

³Doutorando em Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Campus Camobi, Santa Maria-RS.

E-mail para correspondência: emilioeds@gmail.com

Recebido em: 15/05/2023 – Aprovado em: 15/06/2023 – Publicado em: 30/06/2023
DOI: 10.18677/EnciBio_2023B9

RESUMO

Devido ao grande número de cultivares lançadas de trigo no Brasil nos últimos anos, ocorre a necessidade de caracterização das cultivares, para formar base para a decisão de pesquisadores, extensionistas e produtores rurais, que trabalham com a cultura do trigo. Neste sentido, o objetivo do trabalho foi determinar o desenvolvimento vegetativo e reprodutivo, associado à emissão de folhas em cultivares de trigo em ambiente subtropical de baixa altitude. O estudo foi conduzido no município de Santa Maria, no Rio Grande do Sul. Foram utilizadas dez cultivares de trigo, conduzidas em casa de vegetação e duas destas cultivares, avaliadas em condições de campo, visando a comparação do acúmulo da soma térmica em cada ambiente, pelos métodos de cálculo distinto para a estimativa do filocrono das cultivares. Sendo o filocrono estimado pelo inverso do coeficiente angular, considerando a utilização de três métodos distintos cálculo da estimativa da soma térmica, que utilizaram temperaturas basais e ótima de $T_b = 0\text{ }^{\circ}\text{C}$, $T_{ot} = 22\text{ }^{\circ}\text{C}$ e $T_B = 35\text{ }^{\circ}\text{C}$, para sua estimativa. Assim, foi possível verificar que as cultivares Calibre e Astro, apresentaram menor necessidade de soma térmica para atingir o florescimento e a maturação em condição de casa de vegetação. O acúmulo de soma térmica foi mais elevado na casa de vegetação, por ser um ambiente com temperatura controlada. As cultivares apresentaram emissão de um número mais elevado de folhas, com menor acúmulo de soma térmica, em condições de campo.

PALAVRAS-CHAVE: Posicionamento de cultivares. Soma térmica. *Triticum aestivum* L.

VEGETATIVE AND REPRODUCTIVE DEVELOPMENT, ASSOCIATED WITH LEAF EMISSION IN WHEAT CULTIVARS

ABSTRACT

Due to the large number of wheat cultivars released in Brazil in recent years, there is a need to characterize the cultivars, to form a basis for the decision of researchers, extensionists and rural producers, who work with the wheat crop. In this sense, the objective of this work was to determine the vegetative and reproductive development, associated with the emission of leaves in wheat cultivars in a subtropical low-altitude environment. The study was conducted in the municipality of Santa Maria, in Rio Grande do Sul. Ten wheat cultivars were grown in a greenhouse and two of these cultivars were evaluated under field conditions, aiming at comparing the accumulation of the thermal sum in each environment, using different calculation methods to estimate the phyllochron of the cultivars. Being the phyllochron estimated by the inverse of the angular coefficient, considering the use of three different methods to calculate the estimate of the thermal sum, which used basal and optimal temperatures of $T_b = 0\text{ }^{\circ}\text{C}$, $T_{ot} = 22\text{ }^{\circ}\text{C}$ and $T_B = 35^{\circ}\text{C}$, for its estimation. Thus, it was possible to verify that the Calibre and Astro cultivars had less need for thermal addition to reach flowering and maturation in greenhouse conditions. The accumulation of thermal sum was higher in the greenhouse, as it is a temperature-controlled environment. The cultivars showed the emission of a higher number of leaves, with less accumulation of thermal sum, under field conditions.

KEYWORDS: Positioning of cultivars. Thermal sum. *Triticum aestivum* L.

INTRODUÇÃO

Caracterizar o crescimento e o desenvolvimento de cultivares de trigo em condições ambientais diferentes, pode vir a auxiliar na compreensão do comportamento das cultivares com baixo tempo de lançamento no Brasil. Diante disto, a aferição do total de folhas emitidas na haste principal, torna-se uma ferramenta para verificar o desenvolvimento do estágio da cultura, sendo a relação entre a estimativa da soma térmica e a emissão das folhas, que representa o filocrono, o qual é utilizado em estudos para entender o desenvolvimento das plantas e melhorar a eficiência da produção (LONGHI *et al.*, 2019). Pois segundo autores como Bandeira *et al.* (2018), para descrever melhor o tempo fisiológico da planta, o filocrono é expresso em tempo térmico e pode ser calculado pelo acúmulo diário da diferença entre a temperatura média do ar e a temperatura basal inferior.

Para se efetuar os cálculos de estimativa da soma térmica e do filocrono, os estudos para determinação das temperaturas cardeais são frequentemente realizados para culturas anuais e semestrais devido ao interesse agrícola (SCHMIDT *et al.*, 2018). O filocrono pode variar com as condições ambientais, como temperatura, umidade e fotoperíodo, nesse sentido, a temperatura influencia no desenvolvimento das plantas, com a avaliação de filocrono, tornou-se usual para prever eventos, principalmente de desenvolvimento e estabelecer o momento adequado para realização de práticas agrícolas (LIU *et al.*, 2020).

A perspectiva é que temperaturas médias do ar maiores condicionem um filocrono mais curto, o que significa que os nós aparecem mais rapidamente no caule principal da planta. Por outro lado, temperaturas mais baixas e umidades mais altas levam a um filocrono mais longo, significando que os nós aparecem mais lentamente. Para a cultura do trigo, o filocrono está relacionado ao tempo necessário

para que ocorra o desenvolvimento das folhas da planta, apresentando como unidade $^{\circ}\text{C}.\text{dia folha}^{-1}$.

A condição de temperatura mínima é definida como a temperatura de basal inferior, temperatura acima da qual há crescimento da planta. Desta forma, informações sobre a capacidade de adaptação de uma espécie a uma ampla variedade de ambientes são de grande interesse para produtores e pesquisadores, pois o conhecimento das temperaturas cardeais e dos valores das exigências térmicas são importantes para desenvolver e refinar estratégias de otimização, para gerenciar e melhorar tanto a produção quanto a qualidade, bem como integrar espécies mais adaptadas às condições climáticas de cultivo (SCHMIDT *et al.*, 2018). A disponibilidade térmica tem influência direta no crescimento e no desenvolvimento das plantas, pois temperaturas mais elevadas aceleram o metabolismo vegetal quando comparadas as temperaturas mais amenas que reduzem o crescimento e prolongam o ciclo das plantas (ANZANELLO; CHRISTO, 2019).

Vários são os métodos de cálculo para obtenção da soma térmica, salientando que a escolha do método mais adequado depende de características locais e das condições climáticas da região. Pode operar, relacionando tanto o uso das três temperaturas cardinais, ou não, (T_b , caracterizando a temperatura base inferior; T_{ot} , classificado como temperatura ótima; e T_B , representando a temperatura base superior): sendo que na equação de soma térmica, usando a forma mais simples desta, subtraí-se a temperatura diária do ar média da temperatura base inferior (T_b) (GILMORE JUNIOR; ROGERS, 1958).

A temperatura basal inferior é a mínima temperatura inferior, da qual a cultura do trigo não tem desenvolvimento. Portanto, é importante verificar se as temperaturas de base estimadas estão dentro das faixas de temperatura observadas no campo (SCHMIDT *et al.*, 2018). Com a quantidade total de folhas acumuladas na haste principal, consegue-se a média de folhas, intercalando com os valores da soma térmica resultante durante a realização do estudo, foi viável a realização do cálculo de filocrono. Quando ocorre a adição da temperatura, tanto ótima quanto máxima específicas, no cálculo de graus dias, tem-se a demonstração da estabilidade de filocrono de um a outro ambiente (LIU *et al.*, 2020). O lançamento de novas cultivares, condiciona a necessidade de caracterização da fenologia e filocrono na cultura do trigo. Neste sentido, o objetivo do trabalho foi determinar o desenvolvimento vegetativo e reprodutivo, associado à emissão de folhas em cultivares de trigo em ambiente subtropical de baixa altitude.

MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), onde o clima é classificado segundo Köppen como Cfa—subtropical úmido com verões amenos (LONGHI *et al.*, 2019). A área experimental possui solo classificado como Argissolo Vermelho distrófico arênico (SiBCS, 2018). O experimento estendeu-se do mês de junho a novembro do ano de 2022, quando foi efetuada a avaliação da fenologia de 10 cultivares de trigo em casa de vegetação e dois a campo, em dois ambientes, o primeiro em casa de vegetação e o segundo experimento em condições de campo.

As cultivares avaliadas em casa de vegetação foram monitoradas a cada dois dias durante o ciclo, até a maturação fisiológica. No ambiente da casa de vegetação, o delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com 10 cultivares comerciais, e três repetições, totalizando 30 unidades experimentais,

instaladas em vasos. Cada vaso contendo 16 plantas, semeadas a 2 cm de profundidade, quatro foram marcadas para avaliação da fenologia, totalizando 12 plantas analisadas para cada cultivar. Já a campo, foram escolhidos duas cultivares, com 12 plantas selecionadas em cada parcela, para servirem como base comparativa com os cultivares presentes na casa de vegetação, sendo analisadas e identificadas da mesma forma.

Para o cálculo da estimativa de soma térmica, em condições de campo foram utilizados dados meteorológicos oriundos da estação meteorológica de superfície automática instalada a 400 metros de distância, pertencente ao 8º Distrito do Instituto Nacional de Meteorologia (Inmet), localizado junto à universidade, utilizando o intervalo desde a emergência da cultura até a maturidade fisiológica. Na casa de vegetação foi utilizado um datalogger, para aferir a cada cinco minutos a temperatura durante a condução do experimento.

Para obter a soma térmica diária (STd, °C dia) foram utilizados os métodos propostos por: Gilmore Junior e Rogers, (1958) e Streck *et al.*, (2007).

Método 1: $STd = (T_{méd} - T_b) \cdot 1 \text{ dia}$, se $T_{méd} < T_{ot}$, então $T_{méd} = T_b$;

Método 2: $STd = (T_{méd} - T_b) \cdot 1 \text{ dia}$, se $T_{méd} < T_{ot}$, então $T_{méd} = T_{ot}$; se $T_{méd} > T_{ot}$, desta forma $T_{méd} = T_{ot}$;

Método 3: $STd = (T_{méd} - T_b) \cdot 1 \text{ dia}$, quando $T_b < T_{méd} \leq T_{ot}$ e $STd = \{(T_{ot} - T_b) \cdot [(T_b - T_{méd}) / (T_b - T_{ot})]\} \cdot 1 \text{ dia}$, quando $T_{ot} < T_{méd} \leq T_b$; se $T_{méd} < T_b$, então $T_{méd} = T_b$; se $T_{méd} > T_b$, então $T_{méd} = T_b$,

onde: T_{med} é a temperatura média diária do ar, sendo calculada por meio da média aritmética da temperatura mínima ($T_{mín}$) e a temperatura máxima ($T_{máx}$) diária do ar; onde T_b , T_{ot} e T_b expressa os valores da temperatura base inferior, a temperatura ótima e a temperatura base superior, respectivamente. Onde $T_b = 5^\circ\text{C}$, $T_{ot} = 22^\circ\text{C}$ e $T_b = 35^\circ\text{C}$ (STRECK *et al.*, 2003).

O cálculo necessário para a aferição de filocrono utiliza o coeficiente angular, gerado a partir da realização de regressão linear, utilizando dados do acúmulo de soma térmica e da fenologia oriundos no decorrer do ciclo. Através da regressão linear encontram-se o coeficiente angular, sendo este dividido pelo valor de 1 (um), gerando o montante de °C por folha. O filocrono, com seus respectivos valores encontrados das cultivares foram sujeitos à análise de variância, sendo que as médias foram analisadas mediante teste de Tukey, com 5% de probabilidade de erro, utilizando o programa Sisvar.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O estudo foi composto por cultivares comerciais de ciclos de desenvolvimento diferentes (Tabela 1), e foram utilizados cultivares de ciclo superprecoce, precoce, médio e médio/tardio. De forma que em casa de vegetação todos cultivares apresentaram ao fim do ciclo de desenvolvimento seis folhas emitidas e totalmente expandidas, e em condição de campo observaram-se a emissão de sete folhas. Segundo Baumont *et al.* (2019), caso ocorra erro na previsão do estágio da planta, com abordagem relativa ao número de folhas emitidas, podem ocorrer distorções na previsão da data da antese, isso pode estar associado a diferentes temperaturas médias e níveis de estres causados pelo ambiente para o experimento conduzido no campo.

TABELA 1. Número de folhas totais emitidas em condições de casa de vegetação e campo, e classificação do obtentor quanto a duração do ciclo dos cultivares. Santa Maria-RS, 2023.

Cultivares	Ambiente		Ciclo
	Casa de vegetação	Campo	
Calibre	6		Superprecoce
Astro	6		Superprecoce
Audaz	6		Precoce
Trunfo	6		Precoce
Fusão	6		Precoce
Duque	6		Precoce
Aton	6	7	Médio
Toruk	6		Médio
Ello CL	6		Médio
Ponteiro	6	7	Médio/Tardio

Fonte: autores (2023).

Durante o estudo obteve-se variação da duração do ciclo de 97 até 116 dias (Tabela 2). Os cultivares da casa de vegetação apresentaram menores períodos de duração total do ciclo. O menor número de dias totais de ciclo (DTC) foi observado na cultivar Calibre que completou o ciclo em 97 dias, apresentado também, menor duração do subperíodo emergência até a floração (DAF), sem diferir numericamente da cultivar Astro e dias até a maturação fisiológica (DAM). Em comparativo o maior ciclo observado em casa de vegetação foi obtido pelo cultivar Ponteiro, com DTC de 112 dias, apresentando também DAF de 77 dias.

TABELA 2. Número de dias até o florescimento (DAF), dia até a maturação fisiológica (DAM) e duração do ciclo total em dias para cultivares de trigo. Santa Maria-RS, 2023.

Casa de vegetação			
Cultivar	DAF	DAM	DTC
Calibre	64	33	97
Astro	64	40	104
Audaz	67	40	107
Trunfo	67	42	109
Fusão	67	37	104
Duque	67	39	106
Aton	70	34	104
Toruk	70	38	108
Ello CL	70	36	106
Ponteiro	77	35	112
Campo			
Cultivar	DAF	DAM	DTC
Aton	80	33	113
Ponteiro	82	36	116

Fonte: autores (2023).

Já em condições de campo observaram-se número de dias totais de ciclo mais elevados. O cultivar Ponteiro completou o ciclo produtivo em 116 dias, ou seja, quatro dias a mais em relação a casa de vegetação, e o cultivar Aton em 113 dias, com aumento do ciclo de nove dias em relação a casa de vegetação. Observando que em condições controladas, houve maior acúmulo de soma térmica para um mesmo período (Tabela 3), acarretando na redução do ciclo da cultura do trigo. Pois conforme verificado por Caierão *et al.* (2016) o ciclo do trigo varia conforme o grupo bioclimático e componente genético das cultivares, sendo que no Brasil fica em média entre 100 e 160 dias.

TABELA 3. Soma térmica estimada por métodos, para cultivares de trigo avaliados em casa de vegetação e condições experimentais a campo. Santa Maria - RS, 2023.

Casa de vegetação									
Cultivar	Florescimento			Maturação			Ciclo		
	Soma térmica			Soma térmica			Soma térmica		
	Método 1	Método 2	Método 3	Método 1	Método 2	Método 3	Método 1	Método 2	Método 3
Calibre	925,8	903,0	873,1	514,6	510,1	505,8	1440,4	1413,1	1378,9
Astro	925,8	903,0	873,1	631,3	622,8	613,3	1557,1	1525,8	1486,4
Audaz	971,9	948,5	919,2	638,3	626,6	611,5	1610,2	1575,1	1530,7
Trunfo	971,9	948,5	919,2	673,8	660,6	643,5	1645,7	1609,1	1562,7
Fusão	971,9	948,5	919,2	585,2	577,3	567,2	1557,1	1525,8	1486,4
Duque	971,9	948,5	919,2	618,8	609,6	597,8	1590,7	1558,1	1517,0
Aton	1014,8	991,3	962,1	542,3	534,5	524,3	1557,1	1525,8	1486,4
Toruk	1014,8	991,3	962,1	612,7	600,8	585,2	1627,5	1592,1	1547,3
Ello CL	1014,8	991,3	962,1	575,9	566,8	554,9	1590,7	1558,1	1517,0
Ponteiro	1124,5	1099,4	1068,0	577,2	560,7	539,2	1701,7	1660,1	1607,2

Campo									
Cultivar	Florescimento			Maturação			Ciclo		
	Soma térmica			Soma térmica			Soma térmica		
	Método 1	Método 2	Método 3	Método 1	Método 2	Método 3	Método 1	Método 2	Método 3
Aton	788,4	780,4	778,5	1156,4	1169,0	1199,8	1156,5	1148,4	1146,5
Ponteiro	812,4	804,4	802,5	1195,1	1187,1	1199,8	1202,6	1194,6	1192,7

Fonte: autores (2023).

Os métodos para aferição da soma térmica, demonstram ocorrência de considerável diferença, nos montantes de soma térmica, ultrapassando o valor de 90°C de diferença entre métodos em alguns casos. Tal variação existe, pois, os valores são estimados de forma distinta nos métodos avaliados, podendo causar considerável variação nos valores de filocrono. É importante verificar se as temperaturas de base estimadas estão dentro das faixas de temperatura observadas em campo (SCHMIDT *et al.*, 2018).

Observando que a temperatura base do trigo é de 5°C, foram necessários um total de 1607,2 graus-dia para concluir o ciclo dentro da casa de vegetação, do cultivar Ponteiro, a qual apresenta ciclo médio tardio. Enquanto que para o cultivar Aton, também em casa de vegetação, foram necessários 1487,7 graus-dia para completar o ciclo, apresentando ciclo médio. Considerando as mesmas cultivares, porém, semeadas a campo, tem-se o acúmulo em 1192,7 e 1146,5 graus-dia para as cultivares Ponteiro e Aton, respectivamente. Também foi verificado que no ambiente de casa de vegetação os cultivares Fusão e Aton apresentaram menores valores de soma térmica e de ciclo em dias em relação aos cultivares indicados pelo obtentor como mais precoces em relação aos mesmos como Audaz e Trunfo.

Assim temperaturas mais altas tendem a acelerar o desenvolvimento das folhas, aumentando a soma térmica, conforme visto dentro da casa de vegetação, onde a temperatura era mais elevada e constante. Contudo, temperaturas elevadas, não só podem não ser computadas pela planta, como também podem causar a parada do desenvolvimento (LIU *et al.*, 2020), de maneira a se ter necessidade de montantes mais elevados de graus-dia para a emissão de cada folha. Porém, é

importante destacar que outros fatores, como disponibilidade de água, nutrientes, luz e época de semeadura, também podem influenciar o número total de folhas emitidas, filocrono da cultura (TOYOTA; MOROKUMA, 2021).

O filocrono apresentou diferentes valores médios (Tabela 4) para o cultivo em casa de vegetação em função do método de cálculo da estimativa de soma térmica utilizada. O método 3 de estimativa apresentou sem exceção os menores valores de filocrono em casa de vegetação, demonstrando-se diferente estatisticamente dos demais métodos utilizados. De forma que numericamente o menor valor de filocrono obtido foi calculado para o cultivar Astro de 217,3 °C dia folha⁻¹. Já quando verificados os valores de filocrono em condições de campo, observaram-se valores menores que os obtidos em casa de vegetação, e sem diferença estatística entre os métodos de estimativa da soma térmica utilizada. Foi possível verificar que o menor valor de filocrono foi obtido para o cultivar Aton com 142,3 °C dia folha⁻¹ para emitir uma folha. Quanto menor for o filocrono, menor será o intervalo de tempo entre a emergência de duas folhas consecutivas, para uma mesma soma térmica.

TABELA 4. Filocrono de cultivares comerciais de trigo cultivados em casa de vegetação e a campo. Santa Maria-RS, 2023. Média do total de soma térmica acumulada nas cultivares presentes na casa de vegetação

Casa de vegetação			
Cultivar	Método 1	Método 2	Método 3
Calibre	243,9	238,0	232,5
Astro	227,2	222,2	217,3
Audaz	250,0	243,9	238,0
Trunfo	238,0	232,5	227,2
Fusão	243,9	243,9	238,0
Duque	250,0	243,9	238,0
Aton	243,9	238,0	232,5
Toruk	243,9	238,0	232,5
Ello CL	243,9	238,0	232,5
Ponteiro	256,4	250,0	243,9
Média	244,1 c*	238,8 b	233,2 a
Campo			
Cultivar	Método 1	Método 2	Método 3
Aton	142,8	142,8	142,8
Ponteiro	156,2	156,2	156,2
Média	149,5 ns*	149,5	149,5

Médias seguidas pela mesma letra na linha diferem estatisticamente a 5% de probabilidade de erro pelo teste tukey ($p>0,05$); ns- não significativo. Fonte: autores (2023).

CONCLUSÃO

As cultivares Calibre e Astro, apresentaram menor necessidade de soma térmica para atingir o florescimento e a maturação em condição de casa de vegetação.

Os cultivares Fusão e Aton apresentaram ciclo e soma térmica menores no ambiente de casa de vegetação que cultivares indicados como mais precoces conforme pelo obtentor.

O acúmulo de soma térmica foi mais elevado na casa de vegetação, por ser um ambiente com temperatura controlada, não estando exposto as variações ambientais como oscilação de temperatura do ar e déficit hídrico.

As cultivares apresentaram emissão de um número mais elevado de folhas, com menor acúmulo de soma térmica, em condições de campo em ambiente subtropical de baixa altitude e cultivares avaliadas no campo emitiram mais folhas que as mesmas cultivares avaliadas em casa de vegetação.

REFERÊNCIAS

ANZANELLO, R.; CHRISTO, M.C. Temperatura base inferior, soma térmica e fenologia de cultivares de videira e quiveiro. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 18, n. 4, p. 313-322, 2019. Disponível em:< <https://doi.org/10.5965/223811711832019313>>. DOI: 10.5965/223811711832019313

BANDEIRA, A.H.; MEDEIROS, S.L.P.; EMYGDIO, B.M.; BIONDO, J.C.; LEAL, L.T. Morfologia foliar de sorgo sacarino cultivado em diferentes espaçamentos entre linhas e épocas de semeadura. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.17, p.63-75, 2018. Disponível em:< <https://doi.org/10.18512/1980-6477/rbms.v17n1p63-75>>. DOI: 10.18512/1980-6477/rbms.v17n1p63-75

BAUMONT, M.; PARENTE, B.; MANCEAU, L.; BROWN, H.E.; DRIVER, S.M. et al. Evidências experimentais e de modelagem da limitação de carbono da taxa de aparecimento de folhas para o trigo de primavera e inverno. **Journal of Experimental Botany**, v. 70(9), p. 2449-2462, 2019. Disponível em : <<https://doi.org/10.1093/jxb/erz012>>. DOI: 10.1093/jxb/erz012

CAIERÃO, E.; SCHEEREN, P. L.; CASTRO, R. L.; SÓ e SILVA, M. Origem, evolução e melhoramento genético. In: Trigo: o produtor pergunta, a Embrapa responde / Claudia De Mori ... [et al.], editores técnicos. **Embrapa**, 2016.

GILMORE JUNIOR, E.C.; ROGERS, J.S. Heat units as a method of measuring maturity in corn. **Agronomy Journal**, v.50, p.611-615, 1958. Disponível em: <<https://doi.org/10.2134/AGRONJ1958.00021962005000100014X>>. DOI: 10.2134/AGRONJ1958.00021962005000100014X

LONGHI, C.N.; WILPERT, L.S.; BOSCO, L.C. Filocrono de alho nobre cultivado sob influência da vernalização. **Agrometeoros**, v.27, n.1, p.209-216, 2019. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.31062/agrom.v27i1.26581>>. DOI: 10.31062/agrom.v27i1.26581

LIU, L.; ZHANG, Y.; YU, H. Florigen trafficking integrates photoperiod and temperature signals in arabidopsis. **Journal Integrative Plant Biology**, v.62, p.1385-

1398, 2020. Disponível em:< <https://doi.org/10.1111/jipb.13000> >. Doi: 10.1111/jipb.13000

SCHMIDT, D.; CARON, B.O.; VALERA, O.; MEIRA, D.; FONTANA, D.C. et al. Base temperature, thermal time and phyllochron of escarole cultivation. **Horticultura Brasileira**, v.36, p.466-472, 2018. Disponível em:<<https://doi.org/10.1590/s0102-053620180407>>. DOI: 10.1590/s0102-053620180407

STRECK, N.A.; WEISS, A.; XUE, Q.; BAENZIGER, P. S. Incorporating a chronology response into the prediction of leaf appearance rate in winter wheat. **Annals of Botany**, v.92, p.181-190, 2003. Disponível em :< <https://doi.org/10.1093/aob/mcg121>>. DOI: 10.1093/aob/mcg121

STRECK, N.A.; PAULA, F.L.M.; BISOGNIN, D.A.; HELDWEIN, A.B.; DELLAI, J. Simulating the development of field grown potato (*Solanum tuberosum* L.). **Agricultural and Forest Meteorology**, v.142, p.1-11, 2007. Disponível em:< <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2006.09.012>>. DOI: 10.1016/j.agrformet.2006.09.012

SiBCS – Sistema Brasileiro de Classificação de Solos . Revista e ampliada. 5ª edição. **EMBRAPA**, 2018. Acesso em: 26 de abr. de 2023.

TOYOTA, M.; MOROKUMA, M. Adaptação morfológica e fenológica para desenvolvimento convergente de perfilhos em trigo amplamente espaçado semeado em diferentes datas. **Plant Production Science**,24:1,52-64, 2021. Disponível em:<<https://doi.org/10.1080/1343943X.2020.1808485>>. DOI:1343943X.2020.1808485