

Temperatura basal inferior e soma térmica de brócolis ramoso

Agnes Vitória Del Sent Cadore^{1*}, Rosandro Boligon Minuzzi²

¹Acadêmica do Curso de Agronomia; Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Centro de Ciências Agrárias, Rod. Admar Gonzaga, 1346, Bairro Itacorubi, Caixa postal 476, CEP 88034-000, Florianópolis, SC, Brasil;

² Professor Associado no Departamento de Engenharia Rural da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Centro de Ciências Agrárias, Rod. Admar Gonzaga, 1346, Bairro Itacorubi, Caixa postal 476, CEP 88034-000, Florianópolis, SC, Brasil.

*Autor correspondente – delsentagnes19@gmail.com

RESUMO

O desenvolvimento vegetativo e reprodutivo das espécies vegetais é afetado diretamente por diferentes fatores ambientais, sendo a temperatura do ar o mais limitante. A taxa de desenvolvimento é delimitada pelas temperaturas basais inferior (T_b) e superior (TB); valor de energia mínima que ativa os mecanismos metabólicos; ou acima que promove a estagnação das atividades metabólicas. O objetivo com o estudo foi estimar a T_b e a soma térmica (ST) de brócolis ramoso para diferentes subperíodos, usando os respectivos métodos: menor desvio padrão (em dias), do desenvolvimento relativo e do coeficiente de regressão. A data de emergência foi estabelecida a partir do momento em que mais de 50% das plantas da área útil apresentaram a folha cotiledonar expandida. Assim, a T_b e a ST foram obtidas para os seguintes subperíodos: da emergência a sétima folha verdadeira (EM-SF), da sétima folha verdadeira até o aparecimento da inflorescência central (SF-IN) e da emergência até o aparecimento da inflorescência central (EM-IN). O experimento foi conduzido em casa de vegetação com quatro sementeiras, realizadas no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Santa Catarina, em Florianópolis. Durante o subperíodo EM-SF, SF-IN e EM-IN, a temperatura basal inferior do brócolis ramoso foi de $-3,4^{\circ}\text{C}$, $8,3^{\circ}\text{C}$ e $15,2^{\circ}\text{C}$, e a soma térmica necessária para a cultura completar o ciclo foi de 804,0, 787,7 e 363,9 graus-dia acumulado, respectivamente.

Palavras-chaves: *Brassica oleracea* L. var. *itálica* Plenck; constante térmica; graus-dia.

ABSTRACT

The reproductive development of vegetal species is directly affected by different environmental factors, having the air temperature as the main limiting. The development rate is determined by both low (T_b) and high (TB) basal temperature; the minimum energy values that trigger the metabolic mechanisms, or even above average that causes the stagnation of metabolic activities. The aim of this work is to estimate the T_b and the thermal addition (ST) of the branchy broccoli for different subperiods, using the following methods: the lower standard deviation (in days), the relative development and the regression coefficient. The time for the unfolding has been set as starting at the moment when more than 60% of the cotyledon leaves of the plants in the usable area would have expanded. Thus, T_b and ST were obtained for the following subperiods: from emergence to the seventh true leaf (EM-SF), from the seventh true leaf to the appearance of the central inflorescence (SF-IN) and from emergence to the appearance of the central inflorescence (EM-IN). This experiment has taken place in the vegetables house and divided into four seeding moments, at the Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Santa Catarina, in Florianópolis. During the EM-SF, SF-IN and EM-IN subperiods, the lower basal temperature of branchy broccoli was $-3,4^{\circ}\text{C}$, $8,3^{\circ}\text{C}$ and $15,2^{\circ}\text{C}$, and the thermal sum required for the crop completing the cycle was 804,0, 787,7 and 363,9 cumulative degree-days, respectively.

Keyword: *Brassica oleracea* L. var. *itálica* Plenck; thermal constant; degree-days.

1. INTRODUÇÃO

A espécie *Brassica oleracea* L. var. *itálica* Plenck, popularmente conhecida como brócolis, é uma hortaliça herbácea da família Brassicaceae, na qual estão incluídas espécies como couve-flor, repolho, nabo, rabanete e agrião. Os brócolis podem ser divididos em tipo ramoso, com caule de menor diâmetro e ramificações laterais de colheitas múltiplas; e o de cabeça única, que apresenta inflorescência terminal (cabeça), assemelhando-se ao couve-flor (MELO, 2015).

De modo geral, as cultivares do grupo ramoso produzem primeiramente uma inflorescência central bem desenvolvida e numerosas inflorescências laterais, assegurando várias colheitas, de acordo com o manejo da cultura. As plantas são vigorosas, possuem porte ereto, botões florais verde-intenso com pedúnculos mais finos e alongados (NODA; SOUZA; SILVA FILHO, 2013).

A espécie tem desenvolvimento produtivo e qualitativo favorecido em condições de clima predominantemente ameno, sendo a temperatura média ideal de 15 a 18°C e máxima de 24°C. Períodos prolongados de altas temperaturas podem retardar ou interromper a formação das inflorescências, reduzindo o tamanho das mesmas e causando desenvolvimento de folhas ou brácteas nos pedúnculos florais (SEABRA JUNIOR *et al.*, 2014).

Em condições adequadas, o ciclo de crescimento e desenvolvimento do brócolis pode ser dividido em quatro estádios: 1º estágio (0 a 30 dias): crescimento inicial após a emergência das plântulas, até a emissão de 5 a 7 folhas verdadeiras; 2º estágio (30 a 60 dias): expansão das folhas externas; 3º estágio (60 a 90 dias): diferenciação e desenvolvimento dos primórdios florais e das folhas externas; e 4º estágio (90 a 120 dias): desenvolvimento da inflorescência (MELO, 2015).

O desenvolvimento vegetativo e reprodutivo das espécies vegetais é afetado em função das alterações dos fatores ambientais e, ou, edafoclimáticos, sendo que tais fatores correspondem às condições físicas, químicas e biológicas do solo, fotoperiodismo, variações de temperatura, umidade relativa, precipitação pluviométrica ou irrigação, velocidade do vento, espaçamento e densidade de plantio (DIAS, 2018).

A temperatura do ar é um dos fatores mais limitantes, por afetar uma série de processos fisiológicos nas plantas, como a respiração e transpiração, taxa fotossintética, repouso vegetativo, duração das fases fenológicas das culturas (RENATO *et al.*, 2013).

Comumente, para correlacionar a influência da temperatura do ar sob a taxa de desenvolvimento, utiliza-se o método de soma térmica ou constante térmica.

A soma térmica é baseada no somatório dos graus-dia ao longo de todo o ciclo de desenvolvimento de uma cultura, sendo delimitada pelas temperaturas basais inferior (T_b) e superior (T_B); valor de energia mínima que ativa os mecanismos metabólicos; ou acima que promove a estagnação das atividades metabólicas (POSSE *et al.*, 2018).

Normalmente, em condições de campo, a temperatura média do ar não ultrapassa a temperatura basal superior, de modo que normalmente considera-se somente a inferior (PEREIRA; ANGELOCCI; SENTELHAS, 2002). A temperatura basal inferior consiste em uma temperatura mínima para acionar os dispositivos metabólicos da planta, onde somente acima desta temperatura a planta pode se desenvolver (RENATO *et al.*, 2013), sendo que abaixo deste valor, o desenvolvimento da planta é paralisado ou ocorre em taxas muito reduzidas.

Visto que, através do conceito de graus-dia e soma térmica tem sido possível estimar a quantidade exigida de tempo biológico para o crescimento e maturação de órgãos vegetativos e reprodutivos de plantas com base na temperatura do ar (CARVALHO *et al.*, 2013), o objetivo com o estudo foi estimar a temperatura basal inferior e a soma térmica do brócolis ramoso, em diferentes subperíodos de desenvolvimento da cultura.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

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).

O brócolis ramoso foi cultivado 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 plástico com espessura de 125 micras e fechamento lateral com tela branca.

A cultivar ‘Ramoso Santana’ além da inflorescência principal, produz ramificações laterais, possibilitando assim, múltiplas colheitas. Os botões florais são de cor verde azulada e granulação grossa. Seu ciclo de desenvolvimento pode variar de acordo com a estação do ano, sendo de 80 dias no verão, e 90 a 100 dias no inverno.

Realizou-se quatro semeaduras espaçadas quinzenalmente entre si (24/05/2022, 07/06/2022, 21/06/2022 e 05/07/2022), de modo a abranger o ciclo da cultura em distintas épocas do ano ou condições climáticas. O substrato utilizado foi o Garden Plus®, composto por Turfa, sendo aditivado com fertilizantes minerais, (N=0,02%, P₂O₅=0,08% e K₂O=0,04%) e calcário calcítico (3,0%), possui boa aeração, pH= 5,8 +/-0,2, condutividade elétrica (CE) de 1,5 +/-0,2 dS/m e boa fertilização suficiente para os primeiros 30 a 60 dias de desenvolvimento da planta. Não foi usado qualquer tipo de adubação durante os ciclos ou previamente às semeaduras.

Em cada vaso de 3,6 litros, a semeadura foi realizada em uma cova central, depositando-se três sementes a uma profundidade de um centímetro. Para a área útil, considerou-se os 12 vasos centrais da unidade experimental (Figura 1).



Figura 1. Foto da unidade experimental, destacando os vasos da área útil.

Para determinar a data de emergência de cada safra, estabeleceu-se que pelo menos 50% das plantas da área útil deveriam estar com as folhas cotiledonares expandidas. O desbaste foi realizado após a emissão da primeira folha verdadeira, retirando as plantas de menor porte e deixando a mais vigorosa (Figura 2).

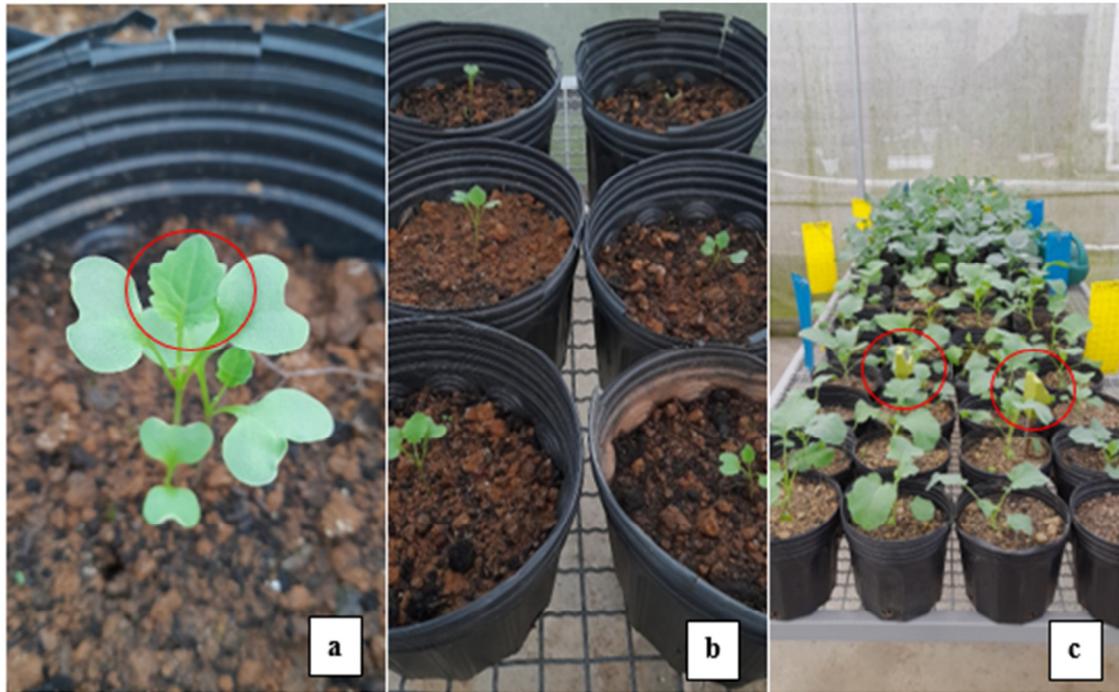


Figura 2. Plantas com a primeira folha verdadeira desenvolvida (a) e vasos com as plantas após o desbaste (b). Vasos com sensor para medição da umidade do solo a 10 cm de profundidade (c).

Para cálculo da temperatura basal inferior (T_b) e a soma térmica (ST) do brócolis ramoso durante os subperíodos emergência a sétima folha verdadeira (EM-SF); da sétima folha verdadeira à emissão inflorescência central (SF-IN); e da emergência à emissão inflorescência central (EM-IN), coletou-se valores horários da temperatura do ar a partir de um termohigrômetro (modelo HT160, da empresa Xintest, fabricado na China, em Guangdong) conjugado com um datalogger. O instrumento foi instalado no interior de um abrigo meteorológico a uma altura de aproximadamente 1,50 m na casa de vegetação ao lado da bancada, possuindo uma resolução e precisão de $0,1^\circ\text{C}$ e $\pm 0,5^\circ\text{C}$, respectivamente.

Para definição das datas de emissão da sétima folha verdadeira e da inflorescência central, considerou-se que pelo menos 60% das plantas da área útil atendessem os referidos períodos fenológicos.

A necessidade de irrigação foi averiguada através de um sensor de umidade do solo em forma de “espeto” a ser inserido em pelo menos três vasos da área útil a 10 cm de profundidade. A irrigação foi aplicada com regador, sempre que o solo se encontrava com uma umidade entorno de 80%, com frequência e lâmina de água o suficiente para manter a umidade do solo saturado.

Foram utilizadas três metodologias para determinar Tb , sendo: a do menor desvio padrão, em dias ($DPdias$), do desenvolvimento relativo (DR) e do coeficiente de regressão (CR).

Arnold (1959) sugeriu a determinação da temperatura basal através do método de menor desvio padrão em dias ($DPdias$). Para este modelo, a Tb considerada é aquela que resulta no menor desvio padrão para as diferentes épocas de plantio, conforme Equação (1):

$$DPdias = \frac{DPgdd}{Xt - Tb} \quad (1)$$

em que, $DPdia$ = desvio padrão em dia; $DPgdd$ = desvio padrão, em graus-dia; e Xt = temperatura média do ar ($^{\circ}C$) para cada um dos sub-períodos analisados de todos os plantios.

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

$$DR = aTmed + b, \text{ sendo } \frac{100}{N} \quad (2)$$

em que, a = é o coeficiente angular da regressão linear, b = é o coeficiente linear, 100 = valor arbitrário de ponderação; N = número de dias de duração de cada subperíodo. Pelo DR o valor da Tb é a que resulta um desenvolvimento relativo nulo proveniente do prolongamento da regressão linear simples entre o DR da cultivar em função da $Tmed$, ou seja, $Tb = -b/a$.

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 Tb candidatas, isto é, valores escolhidos aleatoriamente para definir a Tb 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 (Equação 3) para cada uma das quatro safras. A partir dos

valores obtidos, foi calculado o valor médio para definir a soma térmica para cada subperíodo do brócolis.

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

em que, n corresponde ao número de dias do subperíodo, e T_{med} é a temperatura média diária do ar, obtida a partir dos valores horários medidos com o termohigrômetro.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A duração do ciclo, em dias, e a temperatura média do ar durante o 1° subperíodo (emergência a sétima folha verdadeira); 2° subperíodo (sétima folha verdadeira a emissão da inflorescência central) e; 3° subperíodo (emergência a emissão da inflorescência central) apresentaram valores semelhantes entre as safras avaliadas (Tabela 1).

Durante o período experimental a temperatura média do ar foi de 18,4°C, com valores absolutos máximos e mínimos de 37,6°C e 5,7°C, respectivamente. O registro da máxima de temperatura ocorreu isoladamente no mês de outubro, coincidentemente um dia anterior ao fim da última safra, não surtindo efeito sobre a produção da cultura.

Tabela 1. Duração do ciclo e a temperatura média do ar em cada uma das quatro safras para os subperíodos emergência a sétima folha verdadeira (EM-SF); sétima folha a inflorescência central (SF-IN); emergência a inflorescência central (EM-IN) e respectivas safras.

Safra	1° Subperíodo (EM-SF)		2° Subperíodo (SF-IN)		3° Subperíodo (EM-IN)	
	Duração do ciclo (dias)	Temperatura média do ar (°C)	Duração do ciclo (dias)	Temperatura média do ar (°C)	Duração do ciclo (dias)	Temperatura média do ar (°C)
1	39	17,2	94	18,5	132	18,1
2	38	18,3	72	18,2	109	18,2
3	35	18,8	76	18,4	110	18,6
4	38	18,6	67	18,8	104	18,7
Média	37,5	18,2	77,3	18,5	113,8	18,4

A duração do ciclo de desenvolvimento e dos subperíodos das plantas estão associados às variações das condições ambientais e, ou, edafoclimáticas, e não ao número de dias. Dessa forma, para diferentes épocas de plantio, evidencia-se uma relação inversamente proporcional entre a duração do ciclo e a temperatura do ar, ou seja, o ciclo da cultura tende prolongar-se à medida que a temperatura do ar diminui.

Visto que para o estudo em questão, a média de temperatura do ar ficou em 18°C para ambos subperíodos, não foi possível visualizar tal correlação, mas a mesma tendência foi observada em outras culturas como a chicória (SCHMIDT *et al.*, 2018), rúcula (BARREIROS *et al.*, 2021) e agrião da terra (MARTINEZ; MINUZZI, 2022).

O ciclo hortícola desse estudo assemelhou-se ao encontrado por Trevisan *et al.* (2003) em Santa Maria (RS), que obtiveram um ciclo de 135 dias para a variedade ‘Ramoso Santana’, de diferentes marcas comerciais (Agroflora, Isla, Topseed). Os autores encontraram para o período de outubro a fevereiro, temperatura média de 23,0°C para o ciclo, sendo a média das mínimas e máximas de 18,5°C e 28,3°C, respectivamente.

Para o método de menor desvio padrão em dias (*DPdias*), na qual se estabelece a relação entre a temperatura média do ar durante o ciclo de desenvolvimento da cultura, obteve-se para o subperíodo EM-SF uma *Tb* de -3,4°C, sendo que para o subperíodo SF-IN e EM-IN, a *Tb* foi de 9,0°C e 15,4°C, respectivamente (Tabela 2).

O método do coeficiente de regressão (*CR*) apresentou *Tb* de -3,4°C para o primeiro subperíodo, 6,0°C para o segundo subperíodo e 15,2°C para o terceiro subperíodo, através da relação de dados de temperatura média do ar das quatro safras e o somatório de graus-dia acumulado. Para o método do desenvolvimento relativo (*DR*), baseado na relação entre a temperatura média do período fenológico e o desenvolvimento relativo da cultura, obteve-se um valor de *Tb* de -2,8°C, 10,0°C e 15,0°C, para o primeiro, segundo e terceiro subperíodo, de modo respectivo (Tabela 2).

Tabela 2. Temperatura basal inferior (*Tb*) média obtida pelo método do menor desvio padrão em dias (*DPdias*), coeficiente de regressão (*CR*), e desenvolvimento relativo (*DR*) para a cultura do brócolis ramoso nos subperíodos emergência a sétima folha verdadeira (EM-SF); sétima folha a inflorescência central (SF-IN); emergência a inflorescência central (EM-IN).

	Temperatura basal inferior (°C)		
	1° Subperíodo (EM-SF)	2° Subperíodo (SF-IN)	3° Subperíodo (EM-IN)
<i>DP dias</i>	-3,4	9,0	15,4
<i>CR</i>	-3,4	6,0	15,2
<i>DR</i>	-2,8	10,0	15,0
<i>Tb (média)</i>	-3,2	8,3	15,2

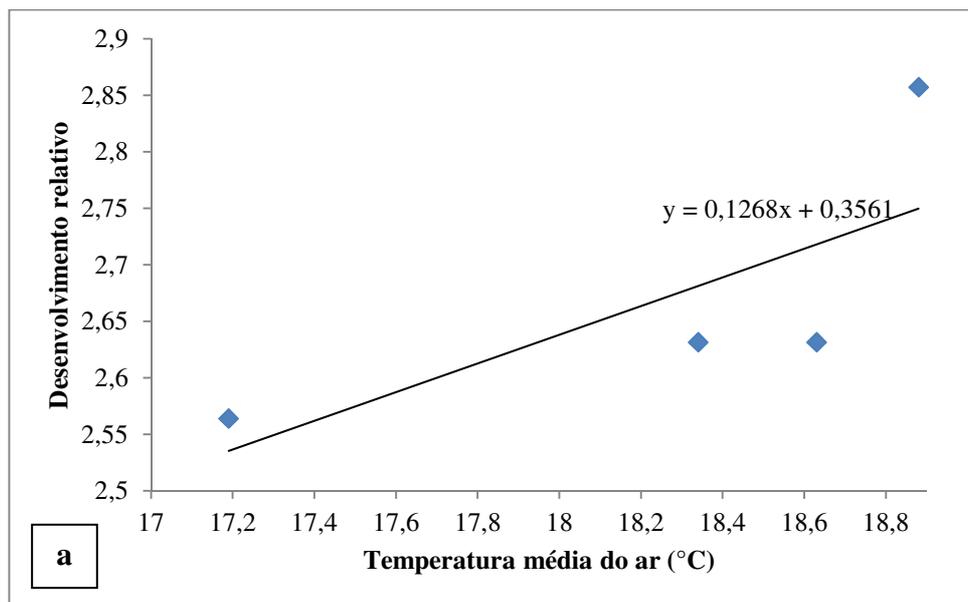
Logo, fazendo-se a média de *Tb* obtida pelos referidos métodos, chegou-se aos valores de -3,2°C, 8,3°C e 15,2°C, para os subperíodos EM-SF, SF-IN e EM-IN, respectivamente. Desta forma, valores de temperatura média diária do ar abaixo da *Tb* encontrada,

representarão desenvolvimento vegetal nulo ou ineficiente ao desenvolvimento fenológico da cultura.

A diferença observada nos valores estimados de *Tb* para diferentes cultivares e subperíodos, também foi registrada por Rodrigues; Souza e Lima (2013) na cultura da mangueira, Farias *et al.* (2015) para o ciclo de desenvolvimento de feijão-caupi e Martins *et al.* (2019) para dez cultivares de oliveira, uma vez que a *Tb* varia entre espécies, genótipos de uma mesma espécie, podendo variar também em função fase fenológica da cultura (FREITAS; MARTINS; ABREU, 2017).

Conforme esperado para o segundo subperíodo obteve-se um maior valor de *Tb*, em comparação ao primeiro, em razão as elevadas necessidades fisiológicas durante a diferenciação e desenvolvimento dos primórdios florais.

O gráfico de dispersão gerado a partir da regressão linear simples, correlaciona o aumento da temperatura do ar com o desenvolvimento relativo do brócolis 'Ramoso Santana', para o primeiro (Figura 1a), segundo (Figura 1b) e terceiro subperíodo (Figura 1c).



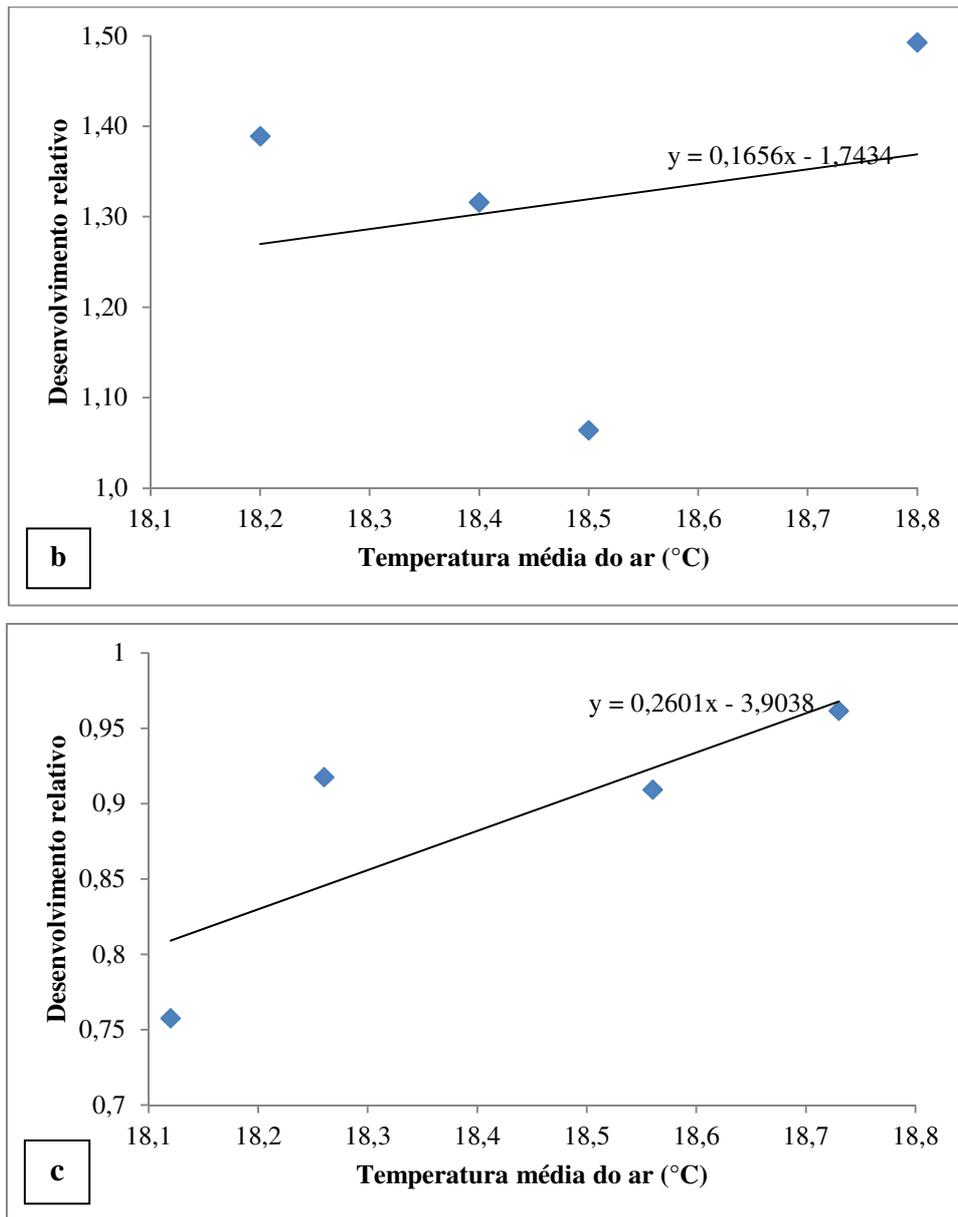


Figura 3. Gráfico de dispersão e equação da regressão do desenvolvimento relativo (*DR*) em função da temperatura média do ar (°C), para os subperíodo de emergência a sétima folha verdadeira (EM-SF); da sétima folha a emissão da inflorescência central (SF-IN) e; emergência a emissão da inflorescência central (EM-IN).

Com a determinação da *T_b*, foi calculado a soma térmica ou constante térmica, a partir do método simplificado (Tabela 3). Logo, com base nas médias de *GDA*, obteve-se que para o primeiro subperíodo, o brócolis necessitou 804,0 graus-dia acumulado, e 785,7 e 363,9 para o segundo e terceiro subperíodo, respectivamente. Tais valores traduzem a quantidade de energia térmica provinda da temperatura do ar, que foi requerida para a cultura completar cada subperíodo.

Tabela 3. Soma térmica ou graus-dia acumulado (*GDA*) para cada subperíodo do brócolis ramoso.

Safra	Soma térmica (<i>GDA</i>)		
	1° Subperíodo (EM-SF)	2° Subperíodo (SF-IN)	3° Subperíodo (EM-IN)
1	795,2	958,8	385,4
2	818,5	712,8	333,5
3	772,8	767,6	369,6
4	829,5	703,5	367,1
<i>GDA</i> (média)	804,0	785,7	363,9

Analisando os dados de graus-dia acumulado, para diferentes subperíodos de desenvolvimento, esperava-se que a cultura necessitasse de um maior requerimento térmico em estágio reprodutivo (SF-IN), em comparação ao estágio vegetativo (EM-SF), visto que grande parte da energia produzida na fotossíntese é alocada para a formação dos pedúnculos florais. Entretanto, levando-se em consideração a correlação entre duração do ciclo e graus-dia acumulado, na qual se dá mediante a variação da temperatura do ar, pode-se dizer que o segundo subperíodo pode ter apresentado um menor valor de *GDA*, visto que o aumento da temperatura acelera o desenvolvimento da planta, reduzindo a duração do ciclo, conseqüentemente. O mesmo raciocínio pode ser aplicado ao terceiro subperíodo (EM-IF), na qual a *T_b* estimada foi superior (15,2°C) em relação aos outros dois subperíodos, resultando assim, em um menor valor soma térmica (363,9 *GDA*).

Estudos como o de Palaretti *et al.* (2016), demonstram que a *ST* do tomateiro durante o desenvolvimento e produção foi maior (602 e 609 *GDA*) que a necessidade térmica durante o desenvolvimento inicial e pegamento (220 e 118 *GDA*). Outro detalhe a ser ressaltado, refere-se a relativa pequena diferença dos valores de soma térmica obtidos entre os subperíodos, mesmo que haja uma diferença grande na duração em dias. Isto deve-se em função da *T_b* do 1° subperíodo ser bem inferior ao encontrado para o 2° e 3° subperíodo, ou seja, uma mesma temperatura média diária do ar, daria um maior acúmulo de energia para a planta em estágio vegetativo do que reprodutivo.

Dessa forma, a quantificação do tempo térmico necessário para que uma espécie vegetal atinja cada fase de desenvolvimento se tornou uma ferramenta importante no manejo das culturas (MARTINS *et al.*, 2019), uma vez que contribui para determinar possíveis datas de plantio/semeadura e previsão das datas de ocorrência dos diferentes subperíodos e da duração do ciclo da cultura (LUZ *et al.*, 2012), de maneira com que as fases mais críticas de cultivo, como crescimento vegetativo e florescimento não coincidam com as condições meteorológicas prejudiciais a cultura, buscando-se uma produção escalonada com colheitas

em épocas de menor oferta de produto e conseqüentemente maior procura (SCHIMIDT *et al.*, 2017).

4. CONCLUSÕES

Durante o subperíodo de emergência à sétima folha verdadeira, sétima folha verdadeira a inflorescência central e emergência inflorescência central, a temperatura basal inferior do brócolis ramoso foi de -3,4°C, 8,3°C e 15,2°C, respectivamente. A soma térmica necessária para a cultura completar o ciclo de cultivo, no primeiro, segundo e terceiro subperíodo foi de 804,0, 787,7 e 363,9 graus-dia acumulado, respectivamente.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

ALVARES, C. A. *et al.* Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**. 2013; 22(6): 711-728.

DOI: 10.1127/0941-2948/2013/0507

BARREIROS, I. T. *et al.* Temperatura basal inferior e soma térmica da rúcula em sistemas de produção convencional e hidropônico. **Revista Brasileira de Meteorologia**. 2021; 36(1): 107-113.

DOI: 10.1590/0102-7786361001

BRUNINI, O. *et al.* Temperatura-base para alface cultivar "White Boston", em um sistema de unidades térmicas. **Bragantia**. 1976; 35(1): 213-219.

DOI: 10.1590/S0006-87051976000100019

CARVALHO, H. de P. *et al.* Classificação do ciclo de desenvolvimento de cultivares de cafeeiro através da soma térmica. **Coffee Science**. 2013; 9(2): 237-244.

DOI: 80/handle/123456789/8048

DIAS, J. P. T. (Org.). **Ecofisiologia de culturas agrícolas**. Belo Horizonte, MG: Editora da Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG); 2018. 169 p.

FARIAS, V. D. da S. *et al.* Temperaturas basais e necessidade térmica para o ciclo de desenvolvimento do feijão-caupi. **Enciclopédia Bioesfera**. 2015; 11(21): 1781-1932.

FREITAS, C. H. de; MARTINS, F. B.; CARVALHO ABREU, M. Cardinal temperatures for the leaf development of *Corymbia citriodora* and *Eucalyptus urophylla* seedlings. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. 2017; 52(5): 283-292.

DOI: 10.1590/S0100-204X2017000500001

HOOVER, M. W. Some effects of temperature on the growth of southern peas. **Proceedings American Society for Horticultural Science**. 1955; 66: 308-312.

LUZ, G. L. da. *et al.* Temperatura base inferior e ciclo de híbridos de canola. **Ciência Rural**. 2012; 42(9): 1549-1555.
DOI: 10.1590/S0103-84782012000900006

MARTINEZ, R. de C. S.; MINUZZI, R. B. **Temperatura basal inferior e soma térmica para a cultura do agrião da terra**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2022.

MELO, R. A. de C. **A cultura do brócolis**. Brasília, DF: Embrapa, 2015. Coleção Plantar, 74. 162 p.

NODA, H.; SOUZA, L. A. G. de; SILVA FILHO, D. F. **Agricultura familiar no Amazonas: conservação dos recursos ambientais**. Manaus, AM: Wegá; 2013. 305 p.

PALARETTI, L. F. *et al.* Soma térmica para o desenvolvimento dos estádios do tomateiro. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**. 2012; 6(3): 204-246.
DOI: 10.7127/rbai.v6n300089

PEREIRA, A. R.; ANGELOCCI, L. R.; SENTELHAS, P. C. Agrometeorologia: fundamentos e aplicações práticas. Guaíba: Agropecuária, 2002. 478 p.

POSSE, R. P. *et al.* Basal temperature and thermal constant for the production of cacao tree seedlings. **Journal of Experimental Agriculture International**. 2018; 25(3): 1-16.
DOI: 10.9734/JEAI/2018/43321

RODRIGUES, J. C.; SOUZA, P. J. de O. P. de; LIMA, R. T. Estimativa de temperaturas basais e exigência térmica em mangueiras no nordeste do estado do Pará. **Revista Brasileira de Fruticultura**. 2013; 35(1): 143-150.
DOI: 10.1590/S0100-29452013000100017

RENATO, N. dos S. *et al.* Influência dos métodos para cálculo de graus-dia em condições de aumento de temperatura para as culturas de milho e feijão. **Revista Brasileira de Meteorologia**. 2013; 28(4): 382-388.
DOI: 10.1590/S0102-77862013000400004

SCHIMIDT, D. *et al.* Caracterização fenológica, filocrono e requerimento térmico de tomateiro italiano em dois ciclos de cultivo. **Horticultura Brasileira**. 2017; 35(1): 89-96.
DOI: 10.1590/S0102-053620170114

SCHMIDT, D. *et al.* Base temperature, thermal time and phyllochron of escarole cultivation. **Horticultura Brasileira**. 2018; 36(4): 466-472.
DOI: 10.1590/S0102-053620180407

SEABRA JUNIOR, S. *et al.* Produção de cultivares de brócolis de inflorescência única em condições de altas temperaturas. **Horticultura brasileira**. 2014; 32(4): 1-7.
DOI: 104.131.182.20/index.php/HB/article/view/250/82

TREVISAN, J. N. *et al.* Rendimento de cultivares de brócolis semeadas em outubro na região centro do Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**. 2003; 33(2): 233-239.
DOI: 10.1590/S0103-84782003000200009