
ESTIMATIVA DO PLASTOCRONO EM CRAMBE NAS CONDIÇÕES EDAFOCLIMÁTICAS DE CAPITÃO POÇO NO PARÁ

OLIVEIRA, Raimundo Leonardo Lima de¹
LIMA, Layla Gerusa Souza¹
SOUZA, Leane Castro¹
MOREIRA, Antonio Robson¹
SILVA, Raimundo Thiago Lima da²
COSTA, Antonia Vanderlane Albuquerque da¹

Recebido em: 2014.08.12

Aprovado em: 2015.02.25

ISSUE DOI: 10.3738/1982.2278.1187

RESUMO: Objetivou-se com este trabalho, estimar o plastocrono na cultura do Crambe em duas épocas de semeadura no município de Capitão Poço no estado do Pará. O experimento foi conduzido na área experimental do Campus de Capitão Poço da Universidade Federal Rural da Amazônia, PA, onde foi realizada a semeadura em Setembro de 2013 e Janeiro de 2014 e utilizou-se a cultivar de crambe 'FMS Brilhante'. A fim de determinar o plastocrono nos diferentes subperíodos, foram gerados, para as duas épocas, modelos de regressão considerando os seguintes subperíodos: emergência até o início do florescimento (EM-FL), emergência até o início da frutificação (EM-FRUT), emergência até a senescência (EM-SEN). Para cada época de cultivo, foi gerado uma regressão linear entre o número de nós acumulados (NN) na planta e a soma térmica acumulada (STa) a partir da emergência. O plastocrono ($^{\circ}\text{C dia nó}^{-1}$) foi considerado como sendo o inverso do coeficiente angular da regressão linear entre NN e STa. Diferentes épocas de semeaduras e subperíodos de desenvolvimento da cultura apresentaram valores diferentes sobre o plastocrono em Crambe. Considerando as datas de cultivo estudadas o plastocrono é em média 90,3; 105,5 e 135,2 $^{\circ}\text{C dia nó}^{-1}$ para os períodos compreendidos da emergência ao florescimento, emergência a frutificação e emergência a senescência respectivamente.

Palavras-chave: Brassicaceae. *Crambe abyssinica* Hochst. Fenologia. Graus-dia. Soma térmica acumulada.

SUMMARY: The objective of this study was to estimate the plastochron in the culture of Crambe in two sowing dates in the municipality of Captain Well in the state of Pará. The experiment was conducted in the experimental area of the Capitão Poço, Campus Federal Rural University of Amazonia, PA, where the seeding was done in September 2013 and January 2014 and used to grow crambe FMS Brilliant'. In order to determine the plastochron in different stages, were generated for the two periods, regression models considering the following sub-periods: emergence to early flowering (EM-FL), emergence to early fruiting (EM-FRUT) emergence until senescence (EM-SEN). For each growing season, was generated a linear regression between the accumulated number of nodes (NN) in the plant and the accumulated thermal time (TT) from the emergency. The plastochron ($^{\circ}\text{C day node}^{-1}$) was considered as the inverse of the slope of the linear regression between NN and TT. Different sowing dates and crop developmental phases showed different values on the plastochron in Crambe. Considering the cultivation dates studied the plastochron is on average 90,3; 105,5 and 135,2 $^{\circ}\text{C day node}^{-1}$ for the periods from emergence to flowering, fruiting and emergency senescence respectively.

Keywords: Brassicaceae. *Crambe abyssinica* Hochst. Phenology. Degree day. Accumulated termal time.

INTRODUÇÃO

O crambe (*Crambe abyssinica*) é uma cultura de inverno, pertencente à família Brassicaceae, originária da Etiópia e domesticada no Mediterrâneo, apesar de pouco conhecido e cultivado no Brasil, sua área de cultivo vem se expandindo desde o lançamento da primeira variedade de crambe no País, em 2007

¹ Graduando da Universidade Federal Rural da Amazônia, Campus de Capitão Poço, Capitão Poço, Brasil.
raimundoleonardoufra@hotmail.com - laylagerusa@hotmail.com - leany_castro11@hotmail.com - robson.n.13@hotmail.com

² Professor Msc. da Universidade Federal Rural da Amazônia, Campus de Capitão Poço, Capitão Poço, Brasil.
thiagoufra@hotmail.com

(ROSCOE; DELMONTES, 2008). O alto potencial da cultura para a produção de óleo vegetal levou a pesquisa a direcionar muitos estudos para a sua utilização como matéria-prima para o biodiesel, pois uma planta que, até pouco tempo, era utilizada apenas como forrageira na rotação de culturas e coberturas de solos passa a ser uma alternativa viável para a produção de energia renovável no país (VARISCO; SIMONETTI, 2012).

O cálculo da taxa de aparecimento de nós na haste principal e em hastes secundárias é um componente importante em modelos matemáticos de simulação do crescimento e desenvolvimento de culturas, pois integrando-se a taxa de aparecimento de nós, tem-se o número total ou acumulado de nós (NN) na haste em um determinado momento do ciclo de desenvolvimento da planta, o que é uma excelente medida de desenvolvimento vegetal, pois o aparecimento de folhas e flores e a época de ocorrência de outros estágios de desenvolvimento da planta estão relacionados com o NN (STRECK et al., 2003).

Segundo Trentin et al. (2008), a implantação da cultura e as práticas de manejo podem ser melhoradas com auxílio de modelos matemáticos, como na prática da irrigação para a qual se utilizam as informações referentes ao coeficiente de cultura (K_c), variável segundo o estágio de desenvolvimento da cultura considerado (CARVALHO et al., 2007). Dessa forma, a soma térmica é um parâmetro que pode ser usado para a redução de riscos climáticos, uma vez que o conhecimento das exigências térmicas de uma cultura contribui para a previsão da duração do ciclo da planta (BARBANO et al., 2001). Além disso, quando cultivada na época recomendada, a soma térmica funciona bem como preditor dos diferentes estágios do ciclo de desenvolvimento (STRECK et al., 2005). Assim, o presente trabalho teve por objetivo estimar o plastocrono na cultura do Crambe cultivar FMS Brilhante em diferentes épocas de cultivo nas condições edafoclimáticas no município de Capitão Poço no estado do Pará.

MATERIAL E MÉTODO

O experimento foi conduzido na área experimental do Campus de Capitão Poço da Universidade Federal Rural da Amazônia, PA. O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Am com precipitação anual em torno de 2.500 mm, com uma curta estação seca entre setembro e novembro (precipitação mensal em torno de 60 mm), temperatura média de 26° C e umidade relativa do ar entre 75% e 89% nos meses com menor e maior precipitação, respectivamente (SCHWART, 2007). Foram realizadas duas épocas de semeadura em Setembro de 2013 (época 1), e Janeiro de 2014 (época 2). Foi utilizada a cultivar de crambe 'FMS Brilhante'. A adubação de base nas duas épocas consistirá de 35kg ha⁻¹ de N, 140kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 140kg ha⁻¹ de K₂O.

Em cada época, foram marcadas aleatoriamente, logo após a emergência, 80 plantas, das quais foram quantificados os números de nós visíveis na planta a cada dois dias até a senescência. Foram medidos semanalmente o comprimento (C) e a largura (L) de todas as folhas de cada planta e utilizou-se a equação: $AF=0,6603*(C*L)$ (TOEBE et al., 2009), para a determinação da área foliar de cada planta. O índice de área foliar (IAF) foi determinado pela relação entre a área foliar de cada planta e o respectivo espaço de solo ocupado por cada planta. Houve também avaliação semanal da altura de plantas (cm) por meio de régua milimetrada, considerando a altura máxima da planta a partir da superfície do solo.

Os dados diários de temperatura mínima e máxima do ar foram coletados na estação meteorológica automática, pertencente ao Instituto Nacional de Meteorologia, localizada a aproximadamente 100m da área experimental.

A soma térmica diária (STd, °C dia) foi calculada de acordo com Arnold (1960): $STd=(T_{med} - T_b)$. 1 dia, em que: T_{med} é a temperatura média do ar, calculada pela média aritmética entre as temperaturas

mínima e máxima diárias do ar; e T_b é a temperatura base para a cultura de crambe, de $2,5^{\circ}\text{C}$ (KMEC et al., 1998). A soma térmica acumulada (STa , $^{\circ}\text{C dia}$) a partir do dia de emergência foi calculada por: $STa = \sum STd$. Para cada época de cultivo, foi gerado uma regressão linear entre o número de nós acumulados (NN) na planta e a soma térmica acumulada (STa) a partir da emergência. O plastocrono ($^{\circ}\text{C dia nó}^{-1}$) foi considerado como sendo o inverso do coeficiente angular da regressão linear entre NN e STa (BAKER; REDDY, 2001, SINCLAIR et al., 2005).

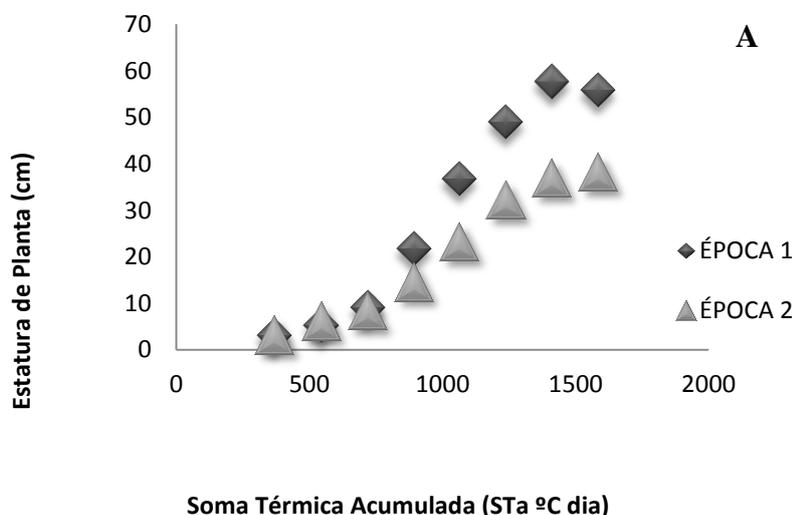
A fim de determinar o plastocrono nos diferentes subperíodos, foram gerados, para as duas épocas, modelos de regressão considerando os seguintes subperíodos: emergência até o início do florescimento (EM-FL), emergência até o início da frutificação (EM-FRUT), emergência até a senescência (EM-SEN), início do florescimento até o início da frutificação (FL-FRUT) e início da frutificação até a senescência (FRUT-SEN). As médias de nós por subperíodos foram comparadas entre as épocas 1 e 2 pelo teste t, em 1% de probabilidade de erro, onde as equações de estimativa de plastocrono foram, obtidas por meio do aplicativo *Office Excel*.

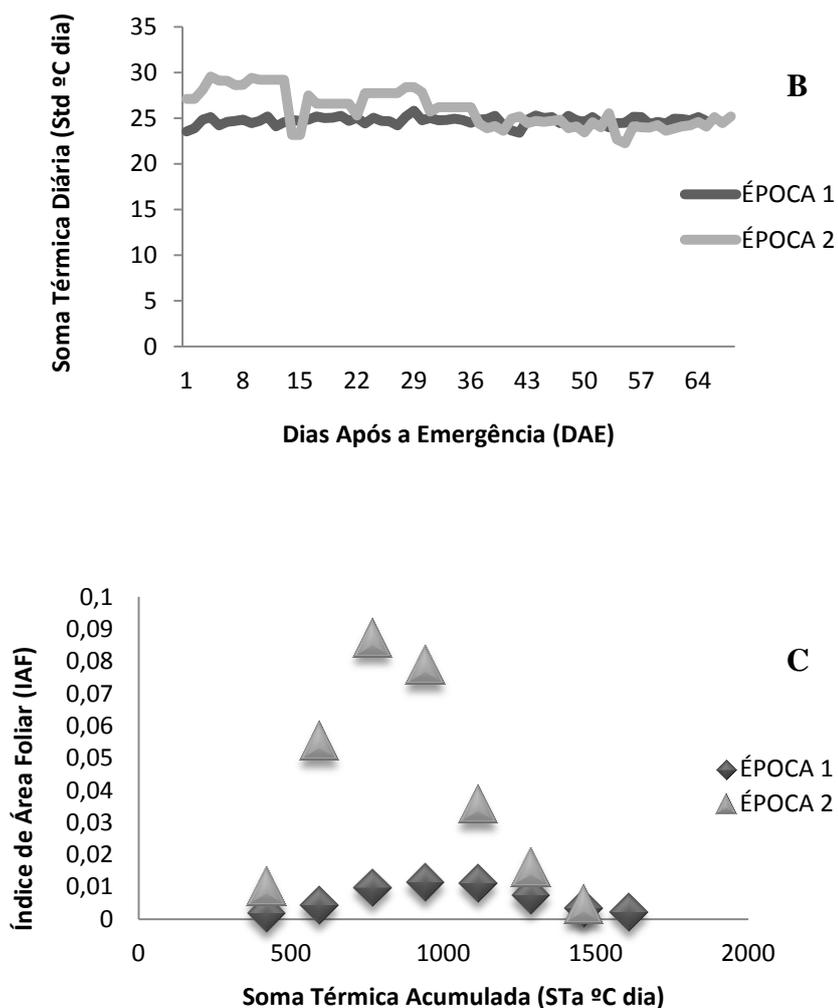
RESULTADO E DISCUSSÃO

A soma térmica diária para o período compreendido da emergência até a senescências da cultura foi em torno de 25 a 30°C dias para as épocas 1 e 2 respectivamente Figura 1(A). Na primeira sementeira as plantas tiveram um menor índice de área foliar (IAF), entretanto tiveram uma maior estatura, comparado com a segunda época de sementeira. Os valores máximos de IAF para as duas épocas foram em torno de 0,015 e 0,095 e a estatura máxima variou de 41 a 61 cm Figura 1(B).

Toebe et al. (2010) estudando o plastocrono em crambe em Santa Maria no Rio Grande do Sul, encontrou um crescimento médio para as duas épocas de cultivo similar com pouca variação, porém na época 1 foi observado um menor IAF, quando comparado com a 2ª época. Do ponto de vista do manejo conservacionista do solo o maior IAF, na época 2 no presente estudo, possibilita uma maior cobertura do solo comparado com a época 1.

Figura 1: Variação da soma térmica diária (STd , $^{\circ}\text{C dia}$) no período: emergência à senescência (A) para as duas épocas de sementeira. Evolução da estatura de plantas (cm) de acordo com a soma térmica acumulada (STa , $^{\circ}\text{C dia}$) nas épocas 1 e 2 (B). Índice de área foliar (IAF) relacionado à soma térmica acumulada (STa , $^{\circ}\text{C dia}$) nas épocas 1 e 2 (C). Capitão Poço, PA, 2014.



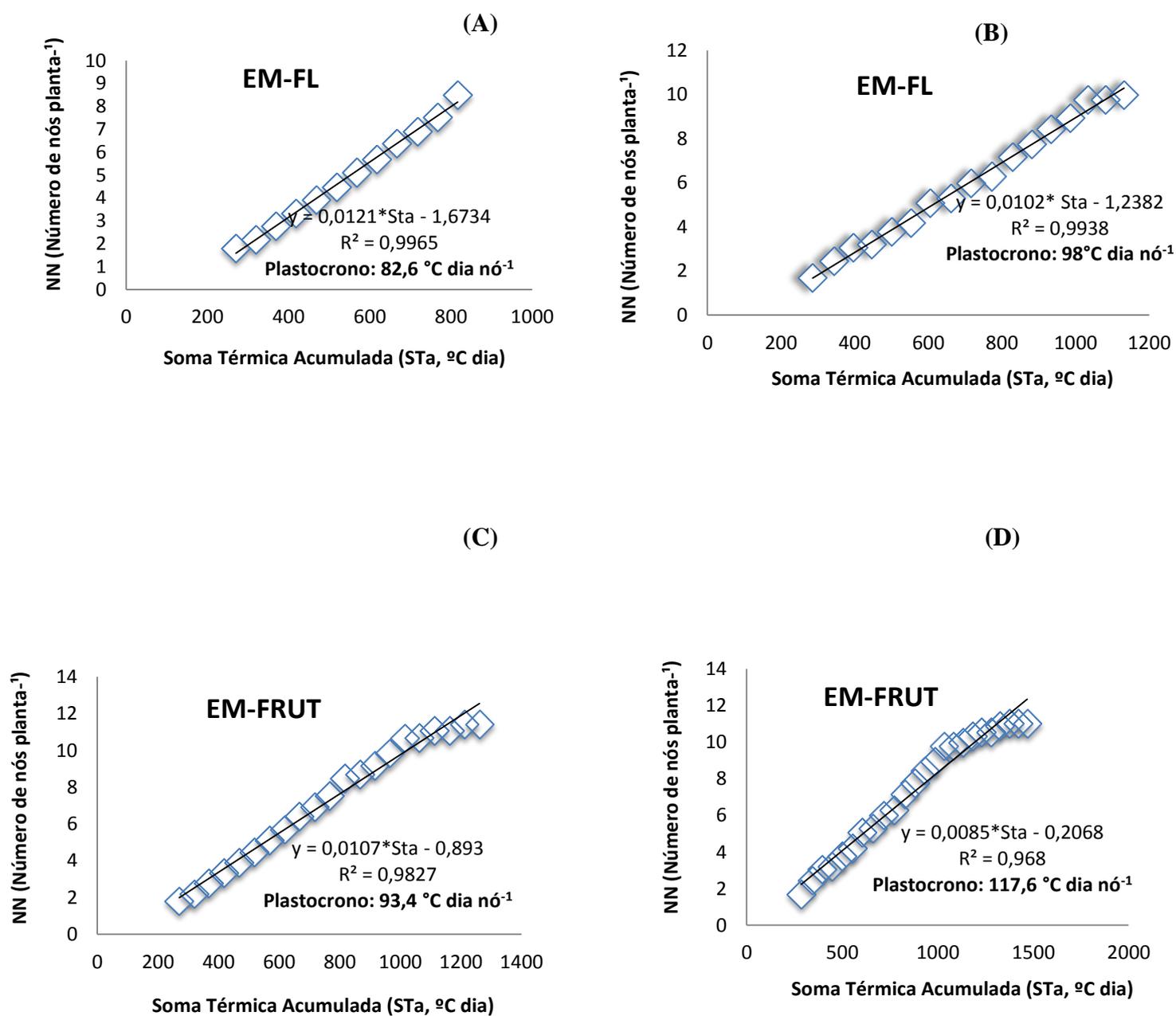


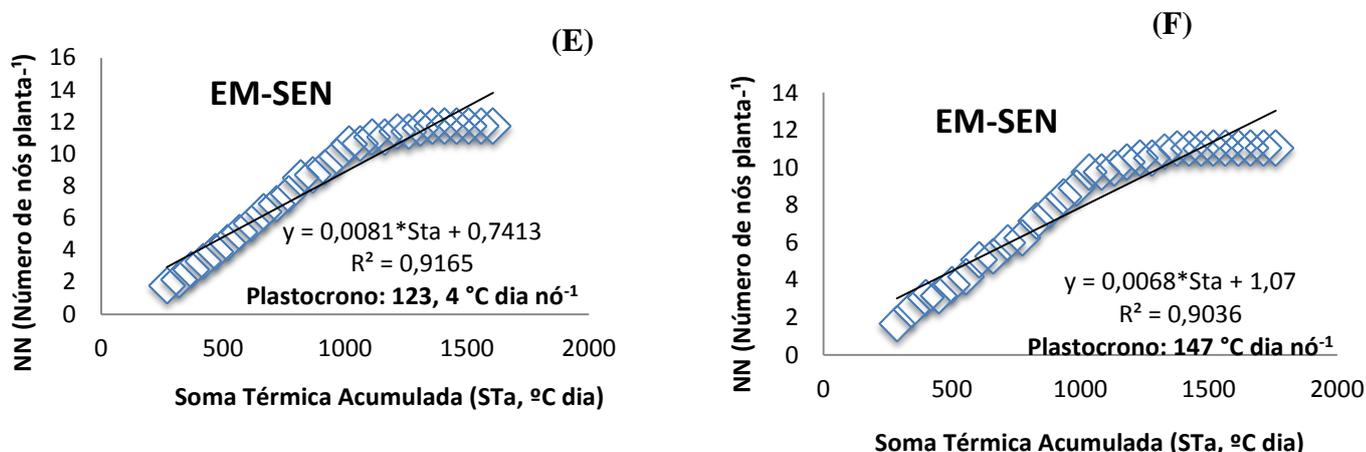
Foram verificados diferentes valores de plastocrono para os diferentes subperíodos de desenvolvimento da planta para as duas épocas de semeadura. No subperíodo compreendido da emergência até o florescimento EM-FL, foi verificada uma demanda calórica de 82 e 98 °C dia nó⁻¹ para as duas épocas de cultivo respectivamente Figura 2 (A) e (B). Diferentes valores de plastocrono foram obtidos para as duas épocas, o que também foi verificado em outras culturas, como na cultura do arroz, em que o filocrono é mais influenciado pelas épocas de semeadura em relação a diferentes genótipos (STRECK et al., 2007). Para a soja o valor do plastocrono pode variar com a cultivar (SINCLAIR et al., 2005; STRECK et al., 2008) e com o déficit hídrico no solo (STRECK et al., 2008) e o número final de nós (NFN), por sua vez, pode variar entre cultivares, com a época de semeadura e com o fotoperíodo (SETIYONO et al., 2007). Assim, o NFN para as duas épocas no presente trabalho ficou em torno de 11,76 e 11,06. Para a melancieira não foi verificada diferença de plastocrono entre as datas de semeadura nos diferentes anos agrícolas, permitindo-se, usar um único valor de plastocrono para estimar a emissão de nós da cultivar “Crimpsom Sweet”, independente da data de semeadura, o que é uma vantagem considerável, pois torna o modelo mais geral e, assim, de uso mais amplo (PITOL LUCAS et al., 2012).

Para o subperíodo compreendido da EM-FRUT, foi verificada uma maior taxa na emissão de nós para a época 1 comparado com a segunda data de plantio, sendo que o número final de nós foi em torno de 11,41 e 11,03. Esses estudos corroboram com o de Toebe et al. (2010) em que verificaram para o mesmo subperíodo para o Crambe na primeira data de semeadura maior velocidade de emissão de nós, impulsionada pela rápida emissão após o início do florescimento. Para o período da EM-SEN, foram observados também diferentes

valores de plastocrono para as duas épocas de plantio, em todos os subperíodos estudados. Pode-se observar também a relação de linearidade entre o número de nós acumulados na haste principal e a soma térmica acumulada (STa), pois todos os valores de R^2 foram superiores a 0,90 (Figura 2). A linearidade entre NN e STa indica que a estimativa do plastocrono pelo método da regressão linear é uma metodologia adequada.

Figura 2: Relação entre número de nós acumulados na haste principal da planta (NN, nós planta⁻¹) e soma térmica acumulada (STa, °C dia), utilizada para estimativa do plastocrono nos períodos: emergência-florescimento (A e B), emergência-frutificação (C e D) e emergência-senesescência (E e F), respectivamente, para as épocas 1 e 2. Capitão Poço, PA, 2014.





Em feijão-de vagem a regressão linear entre NN e STa teve coeficiente de determinação de 0,98 para ambos os ambientes (protegido e externo), indicando que a emissão de nós em feijão-de-vagem é fortemente dependente da temperatura do ar, como foi relatado também para outras espécies, como a soja (STRECK et al., 2008). Em melancia (*Cucumis melo* L.) foram verificado valores elevados de correlação entre NN e STa, com um R^2 acima de 0,97, para todas as épocas de cultivo (STRECK et al., 2005). As médias de nós por subperíodo de desenvolvimento da cultura apresentaram diferenças significativa entre as duas épocas de plantio, apenas para o período compreendido da emergência até o florescimento da cultura, para os demais períodos não houve diferença significativa pelo teste t a 1% de probabilidade de erro. A variação de soma térmica, também no mesmo período compreendido entre EM-FL, foi de 816,65 a 1131,90, isso se deve principalmente, por que na segunda época de plantio a cultura teve um florescimento mais tardio, em relação à época 1, o que possibilitou um maior acúmulo de energia (Tabela 1).

Tabela 1: Número de dias de observações (Obs), soma térmica acumulada (STa, °C dia), número final de nós (N° nós), equação estimada por meio da correlação entre NN e STa, valores do coeficiente de determinação (R^2), e plastocrono (PLAST. em °C dia nó⁻¹). Capitão Poço, PA, 2014.

	Período	Obs	STa	N° nós	Equação Estimada	R ²	PLAST.
1º Período	EM-FL	12	816,65	8,49**	$y = 0,0121*Sta - 1,6734$	0,997	82,60
	EM-FRUT	21	1261,55	11,41 ^{ns}	$y = 0,0107*Sta - 0,893$	0,983	93,40
	EM-SEN	28	1606,95	11,76 ^{ns}	$y = 0,0081*Sta + 0,7413$	0,917	123,40
	FL-FRUT	10	444,90	2,92 ^{ns}	$y = 0,0069*Sta + 3,1024$	0,894	144,90
	FRUT-SEN	8	345,40	0,35 ^{ns}	$y = 0,0003*Sta + 11,233$	0,374	3333,33
2º Período	EM-FL	17	1131,90	9,97	$y = 0,0102*Sta - 1,2382$	0,994	98,00
	EM-FRUT	24	1469,75	11,03	$y = 0,0085*Sta - 0,2068$	0,968	117,60
	EM-SEN	30	1761,10	11,06	$y = 0,0068*Sta + 1,07$	0,904	147,00
	FL-FRUT	8	337,85	1,06	$y = 0,0032*Sta + 6,5277$	0,907	312,50
	FRUT-SEN	7	291,35	0,03	$y = 7E-05x + 10,949$	0,371	142857,00

**Diferença significativa entre épocas pelo teste t, em nível de 1% de probabilidade de erro; ns não significativo; EM=emergência; FL=início do florescimento; FRUT= início da frutificação; SEN=senescência.

Toebe et al. (2010), encontrou variações de graus dias de aproximadamente 100 °C dia, resultados semelhantes encontrados por Kmec et al. (1998) que verificou variações de 594 a 700°C de STa para o surgimento do botão floral. Pode-se observar para as duas épocas de cultivo, que não houve influência da temperatura para a quantidade final de nós nos subperíodos da EM-SE. Setiyono et al. (2007), comenta que o número final de nós por sua vez, pode variar entre cultivares, com a época de semeadura e com o fotoperíodo.

A partir do período da frutificação, os baixos valores de R² da equação indicam pouca precisão para a estimativa do plastocrono, por que a cultura para de emitir os nós, o que indica que para a obtenção de estimativas seguras de plastocrono em crambe, a melhor subdivisão do seu ciclo é da emergência a senescência, emergência até o início do florescimento e do início do florescimento até o início da frutificação, quando ainda se tem a emissão de nós na haste principal da planta.

CONCLUSÃO

Diferentes épocas de semeaduras e subperíodos de desenvolvimento da cultura apresentam valores diferentes sobre o plastocrono em crambe nas condições edafoclimáticas de Capitão Poço no Pará. Considerando as datas de cultivo estudadas o plastocrono é em média 90,3; 105,5 e 135,2 °C dia nó⁻¹ para os períodos compreendidos da emergência ao florescimento, emergência a frutificação e emergência a senescência respectivamente.

REFERÊNCIAS

- ARNOLD, C. Y. Maximum-minimum temperatures as a basis for computing heat units. **Proceedings of the American Society for Horticultural Sciences**, v.76, p.682-692, 1960.
- BAKER, J. T.; REDDY, V.R. Temperature effects on phenological development and yield of muskmelon. **Annals of Botany**, Oxford, v.87, p.605-613, 2001.
- BARBANO, M. T. et al. Temperatura base e acúmulo térmico no subperíodo semeadura florescimento masculino em cultivares de milho no Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 9, n. 02, p. 261-268, 2001.
- CARVALHO, L. C. C. de; BEZERRA, F. M. L.; CARVALHO, M. A. R. de Evapotranspiração e coeficientes de cultivo da melancia sem sementes. **Revista Ciência Agronômica**, v. 39, n. 01, p. 53-59, 2007.
- KMEC, P. et al. Growth analysis of crambe. **Crop Science**, v.38, p.108-112, 1998.
- PITOL LUCAS, D. D. et al. Temperatura base para emissão de nós e plastocrono de plantas de melancia. **Revista Ciência Agronômica**, v. 43, n. 2, p. 288-292, 2012.
- ROSCOE, R.; DELMONTES, A.M.A. **Crambe é nova opção para biodiesel**. Agriannual 2008. São Paulo: Instituto FNP, 2008. p. 40-41.
- SCHWART, G. Manejo sustentável de florestas secundárias: espécies potenciais no Nordeste do Pará, Brasil. **Amazônia: Ciência; Desenvolvimento**, Belém, v.3, n.5, p.125-147, 2007.

SETIYONO, T. D. et al. Understanding and modeling the effect of temperature and daylength on soybean phenology under high-yield conditions. **Field Crops Research**, v.100, p.257-271, 2007.

SINCLAIR, T. R. et al. Comparison of vegetative development in soybean cultivars for low-latitude environments. **Field Crops Research**, v.92, p.53-59, 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. 02, p. 1275-1280, 2005.

STRECK, N. A. et al. Filocrono de genótipos de arroz irrigado em função de época de semeadura. **Ciência Rural**, v.37, p.323-329, 2007.

STRECK, N.A. et al. Estimativa do plastocrono em cultivares de soja. **Bragantia**, v.67, p.67-73, 2008.

STRECK, N.A. et al. Incorporating a chronology response function into the prediction of leaf appearance rate in winter wheat. **Annals of Botany**, Oxford, v.92, n.2, p.181-190, 2003.

TOEBE, M. et al. Estimativa de plastocrono em crambe. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.40, n.4, p.793-799, 2010.

TOEBE, M. et al. Modelos para estimativa da área foliar de Crambe abyssinica por fotos digitais. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 54.; SIMPÓSIO DE ESTATÍSTICA APLICADA À EXPERIMENTAÇÃO AGRONÔMICA, 13., 2009, São Carlos. **Anais...** São Carlos: Universidade Federal de São Carlos, 2009. V.1.

TRENTIN, R. et al. Soma térmica de subperíodos do desenvolvimento da planta de melancia. **Ciência Rural**, v. 38, n. 09, p. 2464-2470, 2008.

VARISCO, M. R.; SIMONETTI, A. M. M. Germinação de sementes de crambe sob influência de diferentes substratos e fotoperíodos. **Revista Brasileira de Energias Renováveis**, v. 1, p. 172-187, 2012.