

FILOCRONO PARA DIVERSOS HÍBRIDOS DE MILHO

Juliano Dalcin Martins¹, Reimar Carlesso², Mirta Terezinha Petry², Núbia Pentiado Aires³, Henrique Martins Fries³, Vinícius Dubou³, Geraldo José Rodrigues³

1- Eng. Agrônomo, doutorando do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola (PPGEA), Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria-RS, Fone: (55) 3220 8399, julainodalcinmartins@gmail.com.

2- Eng. Agrônomo, Ph.D., Professor Titular do Depto. de Engenharia Rural, UFSM, Santa Maria-RS.

3- Estudante do Curso de Graduação em Agronomia, UFSM, Santa Maria-RS.

Apresentado no XVII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – 18 a 21 de Julho de 2011 – SESC Centro de Turismo de Guarapari, Guarapari - ES

RESUMO: O filocrono é definido como o tempo térmico necessário para o aparecimento de folhas sucessivas na haste principal de uma planta. Através do filocrono, pode-se calcular a duração do período vegetativo e portanto, a época de florescimento em função da temperatura do ar. O presente trabalho teve por objetivo determinar o filocrono de diferentes híbridos de milho. Foram desenvolvidos dois experimentos a campo, nos anos agrícolas de 2008/09 e 2009/2010. O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso com três repetições. Os tratamentos constituíram-se de oito híbridos de milho. O filocrono foi estimado pelo inverso do coeficiente angular da regressão linear entre o número de folhas e a soma térmica acumulada a partir de emergência (temperatura base = 10°C). O filocrono calculado variou entre os híbridos avaliados em cada ano agrícola, mas não diferindo entre o anos avaliados.

PALAVRAS-CHAVE: Fenologia, graus-dia, desenvolvimento vegetal.

PHYLLOCHRON FOR SEVERAL MAIZE HYBRIDS

ABSTRACT: Phyllochron is defined as the thermal time required for the appearance of successive leaves on the main plant stem. Using phyllochron, one can calculate the length of the growing season and thus the flowering period based on air temperature. This study aimed to determine the phyllochron of different maize hybrids. Developed two field experiments were in agricultural years of 2008/09 and 2009/2010. The experimental design was a randomized block design with three replications. The treatments consisted of eight maize hybrids. Phyllochron was estimated by the inverse of the slope of the linear regression between leaf number and accumulated thermal time from emergence (base temperature = 10 °C). Phyllochron calculated varied between the hybrids in each eason, but not among years.

KEYWORDS: Phenology, degree-day accumulation, plant development.

INTRODUÇÃO: No desenvolvimento das plantas de milho, a duração do ciclo em dias é inconsistente, pois a duração de subperíodos da planta esta associado às variações das condições ambientais e não ao número de dias. Assim, o desenvolvimento da planta de milho varia entre regiões, anos e datas de semeadura, em razão das variações climáticas, como umidade relativa, temperatura do ar e do solo, chuva, radiação solar e fotoperíodo (COSTA, 1994).

A maneira de incluir a temperatura do ar no tempo vegetal é utilizar a soma térmica, definida como o acúmulo térmico, acima de uma temperatura base, necessária para que a planta atinja um determinado estágio fenológico de seu desenvolvimento (NESMITH & RITCHIE, 1992).

Um parâmetro do desenvolvimento vegetativo das culturas agrícolas é o número de folhas acumuladas na haste principal (STRECK et al., 2007). Para calcular o aparecimento de folhas na haste principal de plantas determina-se o filocrono, definido como o intervalo de tempo térmico decorrido entre o aparecimento de estádios similares de desenvolvimento de folhas (WILHELM & McMASTER, 1995).

Caracterizar o desenvolvimento de híbridos de milho em diferentes épocas de semeadura é importante para avaliar sua adaptação e recomendação, além de servir de ferramenta para o manejo adequado da cultura. Dessa forma, o presente estudo teve por objetivo determinar o filocrono em híbridos de milho cultivados em dois anos agrícolas.

MATERIAL E MÉTODOS: Dois experimentos foram instalados a campo em área experimental do Departamento de Engenharia Rural da Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, localizada na Depressão Central do Rio Grande do Sul, Latitude 29°43'S, Longitude de 53°43' W e altitude de 95m, nos anos agrícolas de 2008/2009 e 2009/10. O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é Cfa subtropical úmido sem estação seca definida com verões quentes (MORENO, 1961). O solo do local é classificado como Argissolo Vermelho Distrófico arênico, Unidade de Mapeamento São Pedro (EMBRAPA, 2006).

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso com três repetições. Os tratamentos constituíram-se dos oito híbridos. No ano agrícola de 2008/09 a unidade experimental foi formada por oito linhas de cultivo com quatro metros de comprimento e em 2009/10 por sete linhas de cultivo com cinco metros de comprimento. O espaçamento entre linhas utilizado foi de 0,45 m e a densidade de plantas de 7,0 plantas m². A adubação foi realizada de acordo com Comissão de Química e Fertilidade do Solo (CQFS-RS/SC, 2004) para a cultura do milho objetivando produção de grãos de 9 Mg ha⁻¹ e, outros tratos culturais, como o controle de plantas daninhas e pragas, foram feitos de maneira que as plantas se mantivessem livres de interferência de fatores bióticos. As semeaduras foram realizadas em sistema de plantio direto em 10 de outubro de 2008 e 11 de novembro de 2009. A emergência das plântulas foi determinada em cada parcela contando-se diariamente o número de plantas visíveis acima do nível do solo. Com esses dados, calculou-se a data em que ocorreu 50% das plantas emergidas em cada parcela. A emergência ocorreu em 20/10/2008 e 17/11/2009 respectivamente para os anos agrícolas de 2008/09 e 2009/10. Logo após a emergência, foram identificadas duas plantas na linha central de cada parcela e realizado a contagem a cada dois dias do número de folhas completamente expandidas, (NFE), (RITCHIE et al., 1993). Cada planta marcada foi considerada uma amostra da parcela e a média das plantas marcadas em cada parcela foi considerada uma repetição, (STRECK et al., 2005).

Os dados climatológicos diários foram coletados por uma estação meteorológica automática, localizada a aproximadamente 200 m da área experimental, com registros da temperatura do ar a cada 15 minutos. A temperatura média diária do ar foi calculada pela média aritmética entre os 96 registros diários de temperatura do ar realizados pela estação. A soma térmica diária (STd, °C dia⁻¹), a partir da emergência, foi calculada, de acordo com STRECK et al. (2007):

$$\begin{aligned} &\text{Quando } T_b > T_{med} > T_{max}; && STd = 0 \\ &\text{Se } a \ T_b \leq T_{med} \leq T_{totm}; && STd = (T_{med} - T_b) \times 1dia \\ &\text{Se } a \ T_{opt} \leq T_{med} \leq T_{max}; && STd = \frac{(T_{max} - T_{med}) \times (T_{opt} - T_b)}{(T_{max} - T_{totm})} \times 1dia \end{aligned}$$

Em que: Tmed é a temperatura média do ar, Totm é a temperatura onde o crescimento é máximo, Tmax é a temperatura máxima do ar, a partir da qual o desenvolvimento da cultura foi considerado nulo, sendo $T_{opt} = 28\text{ }^{\circ}\text{C}$ e $T_{max} = 36\text{ }^{\circ}\text{C}$ (STRECK et al., 2008); Tb é a temperatura base, considerando $T_b = 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ (LOZADA & ANGELOCCI, 1999). A soma térmica acumulada (STa, $^{\circ}\text{C dia}^{-1}$), a partir do dia de emergência, foi calculada por: $STa = \sum STd$.

Para a estimativa do filocrono, foi realizada a regressão linear simples entre o NFE e a STa a partir da emergência. O filocrono para cada parcela (média de duas plantas) foi estimado pelo inverso do coeficiente angular da regressão linear entre NFE e STa (STRECK et al., 2005, 2007). Calculou-se o filocrono com base no NFE por coincidir com a escala de desenvolvimento da cultura do milho de (RITCHIE et al. 1993). Na regressão linear utilizou-se o número final de folhas expandidas (NFE) até 20. Obteve-se um valor de filocrono para cada repetição e as médias dos híbridos em cada ano foram comparadas pelo teste de Scott-Knott em nível de 5% de probabilidade de erro.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Durante o período de emissão de folhas as temperaturas médias do ar apresentaram valores médios diários de $22,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ e $23,6\text{ }^{\circ}\text{C}$, respectivamente, para os anos de 2008/09 e 2009/10. Em ambos os anos agrícolas a Tmed do ar ficou acima da Tb e abaixo da Totm. A temperatura máxima diária do ar ultrapassou os $36\text{ }^{\circ}\text{C}$, acima da Tmax em dois dias no ano agrícola de 2008/09. Não ocorreram valores de Tmed diária menores que a Tb ($10\text{ }^{\circ}\text{C}$).

Os valores médios de densidade de fluxo de radiação solar global incidente durante o período de emissão de folhas (emergência até o pendoamento) foram de $501,9$ e $444,7\text{ W/m}^2\text{ dia}^{-1}$, para os anos agrícolas 2008/2009 e 2009/10, respectivamente. Os menores valores de densidade de fluxo de radiação solar global incidente observados no ano agrícola 2009/10 ocorreram principalmente devido ao maior número de dias com chuva comparando com o ano agrícola 2008/09. O número de dias com chuva durante o período de emissão de folhas foi de 18 e 29, respectivamente, para os anos agrícolas 2008/2009 e 2009/10.

Uma elevada correlação foi observada entre o NFE e a STa para todas as épocas de semeadura e genótipos avaliadas. Os coeficiente de determinação (R^2) foram superiores a 0,95 nos dois anos agrícolas estudados. Um exemplo da relação entre o número de folhas acumuladas e a soma térmica (STa), para o híbrido P3646 é apresentado na Figura 1. Essa alta relação linear indica que, a emissão de folhas em milho é altamente influenciada pela temperatura média do ar.

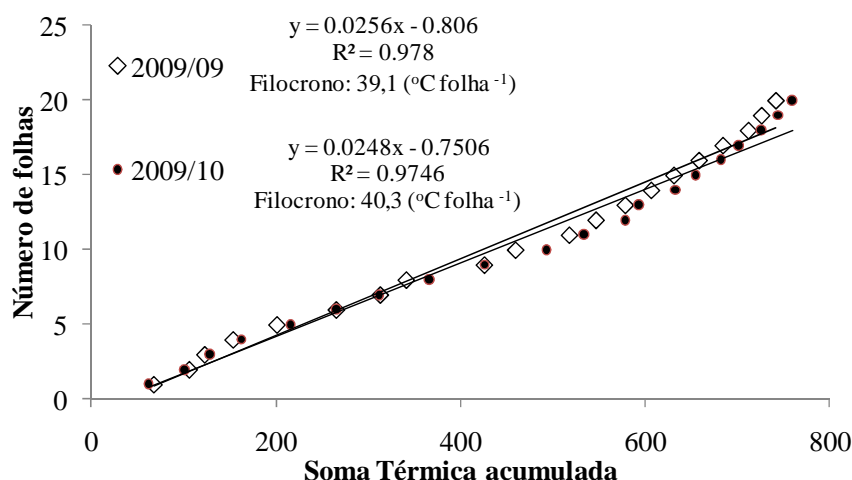


Figura 1: Relação entre o número de folhas acumuladas na haste principal (NF) e a soma térmica acumulada a partir da emergência (STa) utilizada para a estimativa do filocrono do híbrido P3646 no ano agrícola 2008/09 e 2009/10.

As médias obtidas para a variável filocrono foram de 41,0 e, 41,7 °C dia folha⁻¹ para os anos agrícolas de 2008/09 e 2009/10, respectivamente. A média geral do filocrono obtida nesse estudo foi de 41,35 °C dia folha⁻¹, valor semelhante foi encontrado por enquanto SCHONS et al. (2009) que obteve valor médio de 41,5 °C dia folha⁻¹, para a cultivar de milho BRS Missões.

Os valores de filocrono apresentaram diferenças entre híbridos de milho (Tabela 1), dentro de cada ano agrícola. Entre os anos agrícola não ocorreu diferenças entre os filocrono para todos os híbridos estudados. O híbrido que apresentou maior diferença no filocrono (não significativa) entre os anos agrícolas foi o AG8011, com diferença de 1,7 °C dia folha⁻¹. Considerando esta diferença de 1,7 °C dia folha⁻¹ e supondo que esse híbrido emita 20 folhas, com uma STd de 13°C dia⁻¹ (Temperatura média do ar de 23 °C), tem-se aproximadamente 2,6 dias do calendário civil de diferença para a data de emissão da vigésima folha na haste principal. Esta diferença para fins práticos de simulação da data de florescimento pode ser considerada pequena, podendo utilizar do valor médio de filocrono para prever com certa precisão a data provável de florescimento.

Tabela 1 – Filocrono (°C dia folha⁻¹) de híbridos de milho em dois anos agrícolas. Santa Maria, RS.

Híbrido	2008/2009		2009/2010		Diferença Filocrono	
	Filocrono		Híbrido	Filocrono		
BG7055	43,1	a	BG7055	43,3	ab	0,2 ^{ns}
30S31	42,2	ab	30S31	43,8	a	1,6 ^{ns}
P3862	42,0	ab	P3862	41,0	abc	1,0 ^{ns}
30B39	41,9	ab	30B39	41,6	abc	0,3 ^{ns}
BG7049	41,7	ab	BG7049	41,8	abc	0,1 ^{ns}
BG7060	39,9	bc	BG7060	41,5	abc	1,6 ^{ns}
P3646	39,1	bc	P3646	40,3	bc	1,2 ^{ns}
AG8011	38,7	c	AG8011	40,4	bc	1,7 ^{ns}
Média	41,0 ^{ns}		41,7 ^{ns}			

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Comparando os valores de filocrono entre os anos agrícolas, observa-se menor diferença para o híbrido BG7049 (0,01 °C dia folha⁻¹) e maior diferença para o P3862 (1,8 °C dia folha⁻¹), diferenças essas não significativas (p<0,05). Entretanto, a maioria dos híbridos (30S31, AG8011, BG7049, BG7055, BG7060, P3646) apresentou maiores valores de filocrono no ano agrícola 2009/10 em comparação com o anos agrícolas (2008/09). Os maiores valores de filocrono no ano agrícola de 2009/10 pode ser devido a diferença do fluxo de radiação solar global, sendo que o ano de 2009/10 apresentou os menores valores de fluxo de radiação que os demais anos agrícolas.

A variação de filocrono observada entre alguns genótipos tem implicações práticas. Considerando os híbridos BG7055 e AG8011 no ano agrícola de 2008/09 e seus respectivos valores de filocrono de 43,1 e 38,7 °C dia folha⁻¹, tem-se uma diferença entre os híbridos de 4,4 °C dia folha⁻¹. Supondo que esses híbridos emitam 20 folhas, com uma STd de 13°C dia⁻¹ (Temperatura média do ar de 23 °C), tem-se aproximadamente 7 dias do calendário civil de diferença para a data de emissão da vigésima folha na haste principal. Portanto, para fins práticos de simulação da data de florescimento deve-se considerar a diferença de filocrono entre os genótipos.

CONCLUSÕES: Diferenças genotípicas de filocrono foram observadas entre os híbridos avaliados. Diferenças de filocrono entre os híbridos não foram observadas entre os dois anos agrícolas avaliados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO - RS/SC. **Manual de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina.** 10. ed. Porto Alegre, SBCS- NRS, 2004. 394 p.

COSTA, A.F.S. da. **Influência das condições climáticas no crescimento e desenvolvimento de plantas de milho (*Zea mays* L.), avaliadas em diferentes épocas de plantio.** Viçosa, 1994. 109p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Viçosa.

EMBRAPA – Centro Nacional de Pesquisas de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de Solos.** 2ª Edição – EMBRAPA Solos, Rio de Janeiro (RJ), 2006. 306p.

LOZADA, B. I.; ANGELOCCI, L. R. Determinação da temperatura-base e de graus-dia para estimativa da duração do subperíodo da semeadura à floração de um híbrido de milho. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 7, n. 1, p. 31-36, 1999.

MORENO, J. A. **Clima do Rio Grande do Sul.** Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, Diretoria de Terras e colonização, Seção de geografia, 1961. 46p.

NESMITH, D. S. & RITCHIE, J. T. Short – and long – term responses of corn to a pre anthesis soil water deficit. **Agronomy Journal**, Madison, v.84, p.107- 113, 1992.

RITCHIE, S.W. et al. **How a corn plant develops.** Ames: Iowa State University of Science and Technology/Cooperative Extension Service, 1993. 21p. (Special Report No.48).

SCHONS, A. et al. Arranjos de plantas de mandioca e milho em cultivo solteiro e consorciado: crescimento, desenvolvimento e produtividade. **Bragantia**, v. 68, p. 155-167, 2009.

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.

STRECK, N. A. et al. Simulating maize phenology as a function of air temperature with a linear and a non-linear model. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, p. 449-455, 2008.

WILHELM, W.W.; McMASTER, G.S. Importance of the phyllochron in studying development and growth in grasses. **Crop Science**, v.35, n.1, p.1-3, 1995.