



PLASTOCRONO DE CULTIVARES DE SOJA EM DOIS LOCAIS DE CULTIVO

Isabel Lago¹, Patrícia M. dos Santos², Leandro R. Maciel², Diônvera C. da Silva², Cibelle P. Farias², Patrícia Maciejewske², Alencar J. Zanon³, Gean L. Richter^{4*}, José E. M. Winck⁴, Thiago S. Marques da Rocha⁴, Jossana C. Cera⁵, Nereu A. Streck⁶, Bruno Kraulich⁷

¹ Eng. Agrônoma, Prof.^a. Adjunta, Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Pelotas (UFPEL), Pelotas, RS.

² Acadêmico do Curso de Graduação em Agronomia, UFPEL, Pelotas, RS.

³ Eng. Agrônomo, Estudante de doutorado do PPGAGRO, UFSM, Santa Maria, RS.

⁴ Acadêmico do curso de Agronomia, UFSM, Santa Maria, RS.

⁵ Meteorologista, Estudante de doutorado do PPGEA, UFSM, Santa Maria, RS.

⁶ Eng. Agrônomo, Prof. Associado, Departamento de Fitotecnia, UFSM, Santa Maria, RS.

⁷ Eng. Agrônomo, *In memoriam*

*Apresentador: Acadêmico do curso de Agronomia, Centro de Ciências Rurais, UFSM, Santa Maria – RS. Avenida Roraima, 1000, 97105-900, Santa Maria, RS, Brasil. E-mail: geanleonardorichter@yahoo.com.br

Apresentado no XVIII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – 02 a 06 de Setembro de 2013 – Centro de Convenções e Eventos Benedito Silva Nunes, Universidade Federal do Para, Belém, PA.

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi determinar o plastocrono de onze cultivares de soja semeadas em dois locais. Um experimento de campo foi conduzido em Santa Maria (29°43'S, 53°43'W e 95m), com semeadura em 03/11/2012 e em Pelotas (31°52'S, 52°21'W e 13m), com semeadura em 09/11/2012. Foram utilizadas 11 cultivares de diferentes grupos de maturação e hábitos de crescimento. Foi contado o número de nós visíveis (NN) na haste principal em cinco plantas de cada linha da parcela, três vezes na semana. A soma térmica diária foi determinada pelo método que considera as três temperaturas cardinais para a cultura (base, ótima e máxima). O plastocrono foi estimado pelo inverso do coeficiente angular da regressão linear entre o número de nós e a soma térmica acumulada a partir da emergência. Os valores de plastocrono diferiram entre locais apenas para a cultivar CD 219 RR. As maiores variações nos valores foram entre cultivares, variando na média dos dois locais de 56,7 a 67,6 °C dia nó⁻¹.

PALAVRAS-CHAVE: *Glycine max*, soma térmica, aparecimento de nós.

PLASTOCHRON OF SOYBEAN CULTIVARS IN TWO PLACES CULTIVATION

ABSTRACT: The objective of this study was to determine the plastochron of eleven soybean cultivars sowing in two local. A field experiment was carried in Santa Maria, RS, with sowing date in 03/11/2013 and in Pelotas, RS, with sowing date in 09/11/2013. It were used 11 soybean cultivars of different maturation group and growth habits. The number of nodes (NN) was computed on the main stem in five plants of each row of the plot three times a week. The thermal time daily was determined by considering the three cardinal temperatures for culture (base, optimum and maximum). The plastochron was estimated by the inverse of the slope of





the linear regression between NN and the thermal time accumulated since plant emergence. Plastochron values differed between local only for the cultivar CD 219 RR. The largest variations were among cultivars, ranging on average from two locations from 56.7 to 67.6 °C day node⁻¹.

KEYWORDS: *Glycine max*, thermal time, node appearance.

INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill) é o quarto grão mais produzido no mundo depois do milho, arroz e trigo. O Brasil é o maior produtor mundial, tendo produzido na safra de 2012/2013, aproximadamente, 81,3 milhões de toneladas (CONAB, 2013). O maior produtor brasileiro é o Mato Grosso com uma produção aproximada de 23.532,8 mil toneladas na safra 2012/2013. O Rio Grande do Sul (RS) é o terceiro produtor nacional com uma produção aproximada de 12.534,9 mil toneladas na safra 2012/2013 (CONAB, 2013). Devido à grande importância da soja em nível mundial e para o agronegócio brasileiro, os estudos relacionados a esta cultura são de relevante importância socioeconômica. O plastocrono constitui a unidade básica de desenvolvimento em dicotiledôneas, sendo conceituado como o intervalo de tempo entre o aparecimento de nós sucessivos na haste principal (SINCLAIR, 1984; STRECK et al., 2005). O cálculo da taxa de aparecimento de nós na haste principal é um importante componente de modelos de simulação de crescimento, desenvolvimento e rendimento de soja (SINCLAIR et al., 2005). Sabe-se que cada folha da cultura é associada a um nó, assim, o número de nós está diretamente associado com a área foliar, que é responsável pela interceptação da radiação solar usada na fotossíntese para produção de biomassa. O valor do plastocrono em soja pode variar com a cultivar (SINCLAIR et al., 2005; STRECK et al., 2008; MARTINS et al., 2011) e com o déficit hídrico no solo (STRECK et al., 2008). Constantemente novas cultivares de soja são lançadas no mercado tornando necessários estudos como este que tem por objetivo estimar o plastocrono de onze cultivares de soja em dois locais de cultivo.

MATERIAL E MÉTODOS

Um experimento de campo foi conduzido na Universidade Federal de Santa Maria, em Santa Maria, RS (29°43'S, 53°43'W e 95m), localizada na região da Depressão Central do RS, e na Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS (31°52'S, 52°21'W e 13m), localizada na região Sul do RS. O clima dos locais, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Cfa, subtropical úmido com verões quentes e sem estação seca definida. As cultivares utilizadas no experimento constam na tabela 1 e foram selecionadas por representar diferentes grupos de maturação e hábitos de crescimento, desde cultivares antigas, como IAS 5 e BRAGG, até modernas transgênicas.

Tabela 1. Cultivares de soja que foram utilizadas no experimento de campo em Santa Maria e Pelotas. Santa Maria, RS, 2012-2013.

Cultivares	Grupo de Maturação	Ciclo	Habito de Crescimento
BMX ENERGIA RR	5,0	Super Precoce	Indeterminado
NS 4823 RR	5,3	Super Precoce	Indeterminado
BMX TURBO RR	5,8	Super Precoce	Indeterminado





XVIII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – XVIII CBA
2013 e VII Reunião Latino Americana de Agrometeorologia
Belém - PA, Brasil, 02 a 06 de Setembro 2013
Cenários de Mudanças Climáticas e a Sustentabilidade
Socioambiental e do Agronegócio na Amazônia



IGRA RA 518 RR	6,3	Precoce	Indeterminado
IAS 5	6,3	Precoce	Determinado
NA 5909 RG	6,4	Precoce	Indeterminado
BMX POTÊNCIA RR	6,7	Precoce	Indeterminado
FEPAGRO 36 RR	7,1	Médio	Determinado
BRAGG	7,3	Médio	Determinado
BRS 246 RR	7,3	Médio	Determinado
CD 219 RR	8,2	Tardio	Determinado

Fonte: ZANON (2013).

As datas de semeadura foram em 03/11/2012 em Santa Maria e 09/11/2012 em Pelotas. Nos dois locais os experimentos foram conduzidos com irrigação suplementar de modo que o crescimento e o desenvolvimento das plantas ocorreu na condição potencial do ambiente durante o ciclo de desenvolvimento.

O delineamento experimental utilizado foi blocos ao acaso, com quatro repetições. Cada repetição foi constituída de 11 fileiras de plantas e duas filas de bordadura. Cada fila constituiu-se de uma cultivar com 3 m de comprimento e espaçamento de 0,45 m entre fileiras, na densidade de 30 plantas m⁻² e profundidade de semeadura de 0,05 m.

A data de emergência foi considerada quando 50% do total de plantas apresentaram os cotilédones acima do solo. Foram identificadas cinco plantas aleatoriamente, em cada linha da parcela, logo após a emissão do primeiro par de folhas unifoliadas. Nas plantas marcadas foram contados o número de nós visíveis (NN) três vezes na semana. Sendo considerado um nó visível quando o trifólio associado a este nó não apresentava mais os bordos dos folíolos se tocando (FARIAS et al., 2009). O número final de nós (NFN) foi considerado quando a haste principal não emitiu mais nós, ou seja, quando o NN foi constante.

As temperaturas mínima e máxima diárias do ar durante o período experimental foram obtidas de estações meteorológicas convencionais pertencentes ao 8º Distrito de Meteorologia do Instituto Nacional de Meteorologia (8º DISME/INMET) e localizadas a aproximadamente 100 metros das áreas experimentais, tanto em Santa Maria como em Pelotas. A temperatura média (Tmed) diária foi calculada pela média aritmética das temperaturas mínima e máxima diárias do ar. A soma térmica diária (STd, °C.dia) foi calculada pelo método (GILMORE & ROGERS, 1958; ARNOLD, 1960):

$STd = (Tmed - Tb) \cdot 1$ dia, quando $Tb < Tmed \leq Tot$, ou

$STd = (Tot - Tb) \cdot (Tmax - Tmed) / (Tmax - Tot)$, quando $Tot < Tmed \leq Tmax$

Sendo que Tb é a temperatura base, Tot é a temperatura ótima e Tmax é a temperatura máxima para o desenvolvimento da soja (temperaturas cardinais). Foram consideradas Tb = 7,6°C, Tot = 31°C e Tmax = 40°C (SETIYONO et al., 2007). A soma térmica diária foi acumulada a partir da emergência, resultando na soma térmica acumulada (STa), ou seja: $STa = \sum STd$.

Foram estimadas equações de regressão linear simples para os valores do NN em função da STa. O plastocrono foi estimado pelo inverso do coeficiente angular da regressão linear entre NN e a STa (MARTINS et al., 2011). A análise estatística foi realizada com o auxílio do programa estatístico “SAS” (SAS INSTITUTE, 2002) assumindo-se um experimento bifatorial, onde o fator A foi cultivar (onze níveis) e o fator D foi local de semeadura (2 níveis).





Os valores de plastocrono foram submetidos à análise da variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A média das temperaturas médias diárias do ar durante o período de emissão de nós foi de 24,6°C em Santa Maria e de 23,1°C em Pelotas, e em nenhum dia os valores foram inferiores a T_b (7,6°C) ou superiores a T_{max} (40°C). A regressão linear entre o NN e a STa apresentou R^2 superior a 0,97 para os dois locais e as onze cultivares. Essa elevada linearidade entre NN e STa indica que a temperatura do ar é um importante fator ambiental que governa o aparecimento de nós em soja (SINCLAIR et al., 2005; STRECK et al., 2008; MARTINS e al., 2011).

A interação entre local e cultivar foi significativa. Porém, a diferença entre locais foi estatisticamente significativa apenas para a cultivar CD 219 RR que apresentou valor de plastocrono de 66,4°C dia nó⁻¹ para Santa Maria e 60,8 °C dia nó⁻¹ para Pelotas (Tabela 2). A diferença entre locais, apenas para a cultivar CD 219 RR deve-se, possivelmente, a alguma particularidade desta cultivar em interagir com o ambiente (elementos meteorológicos) que difere entre os locais. Entre cultivares, considerando a média dos dois locais, os valores de plastocrono variaram de 56,7 °C dia nó⁻¹ (FEPAGRO 36 RR) a 67,6 °C dia nó⁻¹ (BMX TURBO RR). No cultivo em Santa Maria, o menor valor foi de 56,5°C dia nó⁻¹ para a cultivar IGRA RA 518 RR, não diferindo das cultivares FEPAGRO 36 RR, IAS 5, BRS 246 RR, BRAGG e NS 4823 RR, e o maior valor foi de 67,0 °C dia nó⁻¹ para a cultivar BMX ENERGIA RR, não diferindo das cultivares BMX TURBO RR, CD 219 RR, NA 5909 RG, BMX POTÊNCIA RR, NS 4823 RR e BRAGG. No cultivo em Pelotas, o menor valor foi de 56,8 °C dia nó⁻¹ para a cultivar FEPAGRO 36 RR, não diferindo das cultivares IGRA RA 518 RR, BRS 246 RR, CD 219 RR, IAS 5, NA 5909 RG e BMX ENERGIA RR, e o maior valor foi de 69,4 °C dia nó⁻¹ para a cultivar BMX POTÊNCIA RR, não diferindo estatisticamente das cultivares BMX TURBO RR, NS 4823 RR, BRAGG, BMX ENERGIA RR, NA 5909 RG e IAS 5 (Tabela 2). Na média dos dois locais, os valores de plastocrono foram maiores para as cultivares de hábito de crescimento indeterminado que para as de hábito determinado, exceto para a cultivar IGRA RA 518 RR (hábito indeterminado) que apresentou o segundo menor valor de plastocrono.

Tabela 2. Plastocrono (°C dia nó⁻¹) na haste principal de onze cultivares de soja cultivadas em dois locais (Santa Maria e Pelotas). Santa Maria, RS, 2012-2013.

Cultivar	Local				Média
	Santa Maria		Pelotas		
BMX TURBO RR	66,8	A a	68,4	A ab	67,6
BMX POTÊNCIA RR	63,8	A abc	69,4	A a	66,6
BMX ENERGIA RR	67,0	A a	64,1	A abcde	65,5
NA 5909 RG	64,7	A abc	64,0	A abcde	64,4
NS 4823 RR	62,6	A abcd	66,0	A abc	64,3
CD 219 RR	66,4	A ab	60,8	B bcde	63,6
BRAGG	61,3	A abcd	64,7	A abcd	63,0
IAS 5	58,8	A cd	61,8	A abcde	60,3





XVIII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – XVIII CBA
2013 e VII Reunião Latino Americana de Agrometeorologia
Belém - PA, Brasil, 02 a 06 de Setembro 2013
Cenários de Mudanças Climáticas e a Sustentabilidade
Socioambiental e do Agronegócio na Amazônia



BRS 246 RR	59,5	A	bcd	60,3	A	cde	59,9
IGRA RA 518 RR	56,5	A	d	57,1	A	de	56,8
FEPAGRO 36 RR	56,6	A	d	56,8	A	e	56,7
Média	62,2			63,0			

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na horizontal e minúscula na vertical não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Os valores de plastocrono de 56,5 °C dia nó⁻¹ (menor) e 69,4 °C dia nó⁻¹ (maior), obtidos neste trabalho, foram superiores aos valores obtidos por Sinclair et al. (2005) de 47,7 °C dia nó⁻¹ (menor) e 64,2 °C dia nó⁻¹ (maior) entre oito cultivares, e por Streck et al. (2008) de 48,1 °C dia nó⁻¹ (menor) e 60,3 °C dia nó⁻¹ (maior) entre 10 cultivares de soja. Já os valores de 55,0 °C dia nó⁻¹ (menor) e 69,3 °C dia nó⁻¹ (maior) obtidos por Martins et al. (2011), para 15 cultivares de soja semeadas na mesma época do ano (novembro), são semelhantes a variação obtida neste trabalho.

Se não houvesse variação nos valores de plastocrono entre cultivares poderíamos usar um único valor em modelos de simulação do aparecimento de nós, o que tornaria o modelo mais robusto e de fácil aplicabilidade (STRECK et al., 2008). Porém, como para algumas cultivares o valor de plastocrono variou consideravelmente, há uma implicação importante, quando o conceito do plastocrono é usado para simular o aparecimento de folhas ou nós, como no modelo de SINCLAIR (1986), podendo representar uma diferença de vários dias do calendário civil para, por exemplo, emitir o último nó da haste. Essa diferença em dias pode ser ampliada, especialmente, se durante a fase de emissão de nós ocorrer temperaturas amenas abaixo da temperatura ótima (<31 °C) (STRECK et al., 2008, MARTINS et al., 2011).

CONCLUSÕES

Os valores de plastocrono variaram em média de 56,7 °C dia nó⁻¹ (FEPAGRO 36 RR) a 67,6 °C dia nó⁻¹ (BMX TURBO RR). Não houve variação entre locais, exceto para a cultivar CD 219 RR.

REFERÊNCIAS

- ARNOLD, C.Y. Maximum-minimum temperatures as a basis for computing heat units. **Proceedings of the American Society for Horticultural Sciences**, v.76, n.1, p.682-692, 1960.
- CONAB. **Série histórica**. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em 10 jun. 2013.
- FARIAS, J. R. B.; NEUMAIER, N.; NEPOMUCENO, A. L.. Soja. In: MONTEIRO, J. E. B. A. et al. **Agrometeorologia dos cultivos: o fator meteorológico na produção agrícola**. INMET - Instituto Nacional de Meteorologia, 2009. p.109-130.





XVIII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – XVIII CBA
2013 e VII Reunião Latino Americana de Agrometeorologia
Belém - PA, Brasil, 02 a 06 de Setembro 2013
**Cenários de Mudanças Climáticas e a Sustentabilidade
Socioambiental e do Agronegócio na Amazônia**



GILMORE, E.C. Jr.; ROGERS, J.S. Heat units as a method of measuring maturity in corn. **Agronomy Journal**, v.50, n.10, p.611-615, 1958.

MARTINS, J.D. et al. Plastocrono e número final de nós de cultivares de soja em função da época de semeadura. **Ciência Rural**, v.41, n.6, 2011.

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM – SAS. **Getting started with the SAS® Learning Edition**. Cary, NC: SAS Institute, 2002. 81p.

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. Leaf area development in field grown soybean. **Agronomy Journal**, v.76, n.1, p.141-146, 1984.

SINCLAIR, T.R. Water and nitrogen limitations in soybean grain productivity. I. Model development. **Field Crops Research**, v.15, n.2, p.125-141, 1986.

SINCLAIR, T.R. et al. Comparison of vegetative development in soybean cultivars for low-latitude environment. **Field Crops Research**, v.92, n. 1, 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.6, p.1275-1280, 2005.

STRECK, N.A. et al. Estimativa do plastocrono em cultivares de soja. **Bragantia**, v.67, n.1, p.67-73, 2008.

ZANON, A.J. **Caracterização agronômica e modelagem do desenvolvimento de soja no Rio Grande do Sul**. 2012. 20f. Projeto de Tese de Doutorado. Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2013.

