

Plastocrono e caracteres morfológicos da soja com hábito de crescimento indeterminado

Daniela Meira¹; Velci Queiróz de Souza¹; Ivan Ricardo Carvalho^{2*}; Maicon Nardino²; Diego Nicolau Follmann¹; Carine Meier¹; Patricia Brezolin¹; Mauricio Ferrari¹; Alan Junior de Pelegrin¹

Resumo: A duração do ciclo da soja é dependente do ambiente de cultivo e das características intrínsecas do genótipo, pode variar de 100 a 160 dias. Neste contexto, o objetivo desse trabalho foi revelar o crescimento inicial, a soma térmica acumulada nos estádios vegetativos e reprodutivos da soja com hábito de crescimento indeterminado através da mensuração do plastocrono. O experimento foi realizado em 2013/2014 nas dependências da Universidade Federal de Santa Maria *Campus* de Frederico Westphalen – RS. Utilizou-se o delineamento experimental de blocos casualizados, dispostos em três repetições. Empregou-se dez genótipos de soja com hábito de crescimento indeterminado, sendo estes; FPS Paranapanema RR, BMX Classe RR, FPS Solimões RR, BMX Potência RR, BMX Força RR, BMX Energia RR, BMX Turbo RR, FPS Iguaçu RR, BMX Tornado RR, BMX Alvo RR. Após a coleta dos dados procedeu-se a análise de variância pelo teste F. As variáveis que apresentaram interação genótipos x dias após a emergência, e genótipos x estádios fenológicos, foram desmembradas aos efeitos simples. Os genótipos FPS Iguaçu RR, BMX Turbo RR e BMX Classe RR apresentam maior crescimento inicial. O genótipo FPS Iguaçu RR apresenta a menor necessidade de graus dia para a troca da fase vegetativa para reprodutiva, e para atingir a maturação fisiológica em R8. Os genótipos BMX Turbo RR, BMX Energia RR, BMX Força RR apresentam maior acúmulo de graus dias nos estádios reprodutivos. A soma térmica acumulada para o início do florescimento R1 oscila entre 500 a 600°C dia.

Palavras-chave: Estabelecimento da cultura; estádios fenológicos; soma térmica.

Plastochron and morphological traits of soybean with indeterminate growth habit

Abstract: The duration of soybean cycle is dependent upon the growth environment and the intrinsic traits of the genotype, and can range from 100 to 160 days. In this context, the aim of this study was to reveal the initial growth, the accumulated thermal sum in vegetative and reproductive stages of soybeans with indeterminate growth habit by measuring plastochron. The experiment in 2013/2014 the premises of the University Federal of Santa Maria *Campus* FredericoWestphalen - RS. We used the experimental randomized block design, arranged in three replications. Where use soybean genotypes with indeterminate growth habit, which are; FPS Paranapanema RR, BMX Classe RR, FPS Solimões RR, RR BMX Potência RR, BMX Força RR, BMX Energia RR, BMX Turbo RR, FPS Iguaçu RR, BMX Tornado RR, BMX Alvo RR. After collecting the data proceeded to analysis of variance by F test variables that showed genotype x days after emergence, and genotype x stages phenological were dismembered the simple effects. Genotypes FPS Iguaçu RR, BMX Turbo RR and BMX Classe RR have higher initial growth. Genotype FPS Iguaçu RR has the lowest need for

¹Departamento de Ciências Agrônômicas e Ambientais - Laboratório de Melhoramento Genético e Produção de Plantas/Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria *Campus* Frederico Westphalen, CEP: 98400-000, RS, Brasil.

²Centro de Genômica e Fitomelhoramento, Universidade Federal de Pelotas, CEP: 96010-165, Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil.

dmdanielameira94@gmail.com, velciq@gmail.com, carvalho.irc@gmail.com, nardinomn@gmail.com, diegonicolaufollmann@gmail.com, carinemeier@hotmail.com, patriciabrezolin@hotmail.com, ferraritu@gmail.com, ajpelegrin06@hotmail.com

degree day for the exchange of the vegetative phase to reproductive, and to reach physiological maturity in R8. Genotypes BMX Turbo RR, BMX Energia RR, BMX Força RR have a higher accumulation of degree days in the reproductive stages. The accumulated thermal time for the start of R1 flowering ranges between 500-600 °C day.

Key-words: Crop establishment, growth stages, thermal time.

Introdução

A soja (*Glycine max* L.) pertence à família Fabaceae, sendo originária do continente Asiático, possui porte herbáceo e ciclo anual. A grande importância dessa oleaginosa é atribuída ao seu alto valor nutritivo e a produção de grãos, onde pode ser utilizada como adubação verde, forragem, silagem, feno, e fonte de nutrientes a humanos e animais (Sedimaya 2009).

A duração de seu ciclo é dependente do ambiente de cultivo e das características intrínsecas do genótipo, e pode variar de 100 a 160 dias, compreendendo da emergência da plântula à maturação fisiológica. A soja classifica-se quanto ao ciclo como precoce, semi-precoce, médio, semi-tardio e tardio (Embrapa 2006). Genótipos com hábito de crescimento indeterminado apresentam florescimento em etapas, sendo que no início da floração a planta ainda não atingiu todo seu crescimento em estatura, mesmo após o florescimento há emissão de nós vegetativos na haste principal (Sedimaya 2009).

O hábito de crescimento evidencia-se de suma importância ao âmbito agrônomo da soja. Sendo que genótipos com hábito de crescimento indeterminado quando submetido a injúrias tem a capacidade de tolerar e conseqüentemente apresenta maior número de legumes e produtividade, quando comparado ao hábito de crescimento determinado (Barbosa 2012).

A interação das plantas com o ambiente permite que estas se regulem de acordo com as condições impostas a elas, desta maneira, o florescimento é promovido por um conjunto de estímulos ambientais, denominado de reposta obrigatória (Taiz.e Zeiger 2010). O desenvolvimento da soja é dependente de fatores ambientais, tais como, duração do dia, temperatura, radiação solar, tratos culturais, disponibilidade nutricional e hídrica, fatores bióticos, competição intra-específica oriunda do manejo populacional, e inter-específica com plantas invasoras (Dallacort 2006); (Silva 2010). De acordo com Carvalho *et al.* (2013), para diminuir o estresse hídrico das culturas as práticas de irrigação são muito importantes, sendo que o período mais crítico compreende da floração à maturação fisiológica.

As condições ideais para o crescimento e desenvolvimento da soja são decorrentes de temperaturas entre 20°C a 30°C, onde a temperatura mínima para o crescimento e

desenvolvimento da soja é de 10°C (Monteiro 2009). A temperatura base pode ser determinada através de métodos estatísticos, os quais se baseiam no desenvolvimento da cultura e na temperatura média do ar, sendo que a temperatura base estimada pode variar de um método para outro, e entre genótipos (Souza, 2014). O desenvolvimento da soja é determinado pela escala fenológica proposta por Fehr e Caviness (1977) onde classifica o ciclo da cultura em estádios vegetativos (V) e reprodutivo (R). A obtenção deste parâmetro é oriunda da soma térmica acumulada em graus-dia (°C dia) necessária para que o vegetal emita novas estruturas morfológicas (Russele 1984).

Ao conhecer a magnitude e a dinâmica do plastocrono é possível nortear as atividades a serem empregadas na cultura, pré determinando manejos e genótipos mais eficientes em determinado ambiente de cultivo. Benefícios desta estratégia são evidenciados em aplicações de fungicidas, herbicidas e inseticidas, irrigação, semeadura da cultura e planejamento da colheita (Trentin *et al.*, 2013). Neste contexto, o objetivo desse trabalho foi revelar o crescimento inicial, a soma térmica acumulada nos estádios vegetativos e reprodutivos da soja com hábito de crescimento indeterminado através da mensuração do plastocrono.

Materiais e Métodos

O experimento foi conduzido na safra agrícola de 2013/2014 nas dependências da Universidade Federal de Santa Maria Campus de Frederico Westphalen – RS. Na área experimental do Laboratório de Melhoramento Genético e Produção de Plantas, localizado nas coordenadas 27°39'S e 53°42'O, com altitude de 490 metros. O clima é caracterizado por Mota (1953), como Cfa subtropical úmido, e o solo classificado como Latossolo Alumino Férrico.

Utilizou-se o delineamento experimental de blocos casualizados, dispostos em três repetições. Os tratamentos empregados foram baseados em dez genótipos de soja com hábito de crescimento indeterminado, sendo estes; FPS Parapanema RR, BMX Classe RR, FPS Solimões RR, BMX Potência RR, BMX Força RR, BMX Energia RR, BMX Turbo RR, FPS Iguaçu RR, BMX Tornado RR, BMX Alvo RR. Cada unidade experimental foi composta por 5,4 m², compreendendo seis linhas espaçadas 0,45 metros, com densidade populacional de 300 mil plantas por hectare (p ha⁻¹). A adubação de base foi baseada em 200 Kg ha⁻¹ de N-P-K na formulação 05-20-20. O controle de doenças e insetos-praga foi empregado de forma preventiva, com intuito minimizar as influências bióticas no experimento.

As avaliações de altura e área foliar específica aos 21, 28, 35 e 42 dias após semeadura foram realizadas nas linhas centrais de cada unidade experimental, desprezando o primeiro metro de cada extremidade, os caracteres foram mensurados através da escolha aleatória de cinco plantas em cada unidade experimental. Os caracteres mensurados foram:

-Altura de planta (ALT): medida do colo ao ápice da planta, obtida através de régua graduada, resultados em centímetros (cm).

-Área foliar específica (AFE): definida por meio da razão entre área foliar e massa das mesmas, expresso em $\text{dm}^2 \text{ g}^{-1}$. Utilizou-se perfurador de folhas para calcular a área foliar (eq. 1). E para determinar a massa seca das amostras, levou-se as amostras à estufa para secagem à 60°C até atingir peso constante, então se mensurou a massa com balança de precisão.

$$AF: \frac{nd \times av \times msf}{msd} \text{ (eq. 1)}$$

$$AFE: \frac{AF}{MS} \text{ (eq. 2)}$$

Onde: AF: área foliar; nd: número de discos, av: área do vazador, msf: massa seca das folhas, msd: massa seca dos discos. E sendo AFE: área foliar específica, AF: área foliar, MS: massa seca das folhas.

Os dados metrológicos foram registrados pela Estação Meteorológica Climatológica Automática de Frederico Westphalen –RS (Frederico Westphalen- A854), localizada a cerca de 500 metros da área experimental. A partir dos caracteres climatológicos foram obtidas as variáveis por meio de equações, sendo:

-Soma térmica diária (ST): calculada a partir da equação 2, onde: T_{med} é a temperatura média do ar, calculada por meio da temperatura média das 24 horas de cada dia, e T_b é a temperatura base para emissão de nós da soja, assumida 10°C de temperatura base (Brow 1960); (Major *et al.*, 1975); (Piper *et al.*, 1996), resultados em graus-dia ($^\circ\text{C dia}$).

$$STd: (T_{med} - T_b) \times 1 \text{ dia (eq. 3)}$$

-Soma térmica acumulada (STa): à STd acúmulo de ST diária durante o ciclo de cultivo da soja, resultados em $^\circ\text{C dia}$.

$$STa: \sum STd \text{ (eq. 4)}$$

-Soma térmica acumulada nos estádios vegetativos (STv): após a emergência da soja identificou-se três plântulas nas linhas centrais por meio de fitas coloridas, em cada unidade experimental. Nas plantas marcadas determinou-se a fenologia a cada dois dias seguindo orientações propostas por Fehr e Caviness (1997). Sendo que um nó foi considerado visível

quando a folha associada a ele tinha as bordas, e ao menos um limbo foliar desenrolado e distanciando-se um do outro (75%). Os estádios vegetativos são identificados pela letra V, sendo considerado até V11 para a discussão deste trabalho, resultados em °C dia.

-Soma térmica acumulada nos estádios reprodutivos (STr): as plantas avaliadas foram as mesmas dos estádios vegetativos, assim de acordo a descrição da fenologia, os estádios reprodutivos são identificados pela letra R, sendo que o estágio R5 foi detalhado com cinco subdivisões, de acordo com proposta de Ritchie *et al.* (1997), resultados em °C dia.

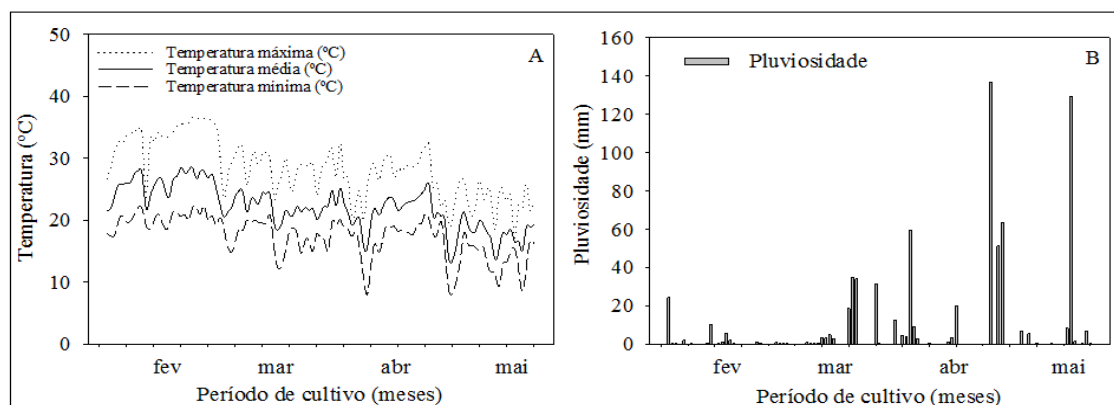
Após a coleta dos dados procedeu-se a análise de variância pelo teste F. As variáveis que apresentaram interação genótipos x dias após a emergência, e genótipos x estádios fenológicos, foram desmembradas aos efeitos simples. As variáveis que não evidenciaram interação foram desmembradas aos efeitos principais, as médias para o fator qualitativo foram comparadas a pelo teste de Duncan a 5 % de probabilidade de erro. Para o fator quantitativo dias após a emergência procedeu-se a análise de regressão linear. As análises foram realizadas com o software Genes (Cruz 2013).

Resultados e Discussão

Ao decorrer do experimento o ambiente de cultivo expressou temperatura do ar Figura 1 A média de 22,1°C, temperatura mínima de 17,3°C e a máxima de 28,3°C, com precipitação acumulada de 714 mm. O ciclo das dez cultivares durou entre 100 e 115 dias. A média diária de 6,15 mm levando em consideração todo o ciclo, e a média dos dias que ocorreu precipitação foi de 13 mm Figura 1 B.

A necessidade hídrica da cultura, de acordo com Kuss (2006) é de 7,5 mm/dia. E para que a obtenção de produtividade seja considerável na cultura da soja, a disponibilidade hídrica durante o ciclo deve estar entre 450 a 850 mm, levando em consideração as variações do clima durante o crescimento da cultura (Franque 1977). Desta forma, a disponibilidade hídrica durante o ciclo da cultura foi satisfatória para o cultivo da mesma.

Figura 1 - Temperatura máxima, média e mínima do ar durante o ciclo de desenvolvimento de dez genótipos de soja com hábito de crescimento indeterminado. Frederico Westphalen – RS, 2015. Fonte: INMET, (Frederico Westphalen – A854) Estação Meteorológica Automática de Frederico Westphalen –RS

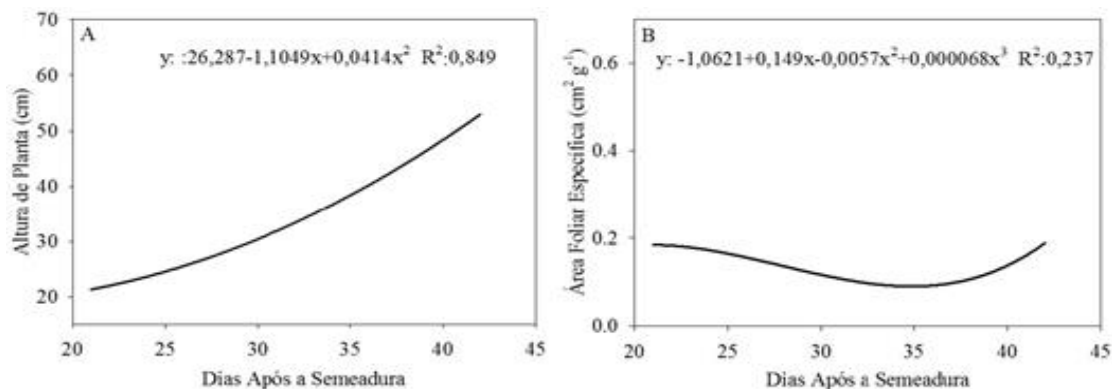


As variáveis altura de planta e área foliar específica não apresentaram interação genótipos x dias após a emergência. Desta forma, o desenvolvimento inicial da soja assume papel importante para estabelecer um patamar produtivo satisfatório, assim genótipos com rápido estabelecimento a campo propiciam escape a condições adversas do ambiente, e são mais eficientes quanto à competição com plantas invasoras (Kolchinski *et al.* 2006). Diante disso a altura de planta dos genótipos revela comportamento quadrático frente aos dias após a emergência Figura 2 A, justificando incremento deste caráter à medida que o desenvolvimento da cultura avança. Silva *et al.* (2010), revela que a altura da soja influencia diretamente a produção, por estar relacionada ao controle de plantas daninhas, acamamento e a colheita mecanizada, apresentando altura ideal de 65 cm.

A área foliar específica (AFE) relaciona a superfície foliar com a massa da matéria seca da própria folha (Benicasa 2004). De acordo com Kolchinski *et al.* (2006), as plantas oriundas de sementes de alto vigor apresentam maior potencial de área foliar e matéria seca, influenciando a emergência, e as taxas de crescimento da soja. O desempenho da área foliar frente á dias após a semeadura, revela comportamento cúbico, com menores evidências do caráter até 35 dias após a semeadura, após isso a soja apresenta incremento notório deste caráter Figura 2 B.

Portanto, os resultados justificam-se devido à soja estar no período de estabelecimento, e diferenciação dos tecidos fotossintéticos. Desta maneira, a soja com hábito de crescimento indeterminado revela que a maior expansão e acúmulo de reservas ocorrem a partir dos 35 dias após a semeadura, consequentemente maiores taxas de crescimento devem ser expressas posteriormente a este período. Outros fatores que podem contribuir para este comportamento são a baixa intensidade luminosa e os manejos fitossanitários, estes reduzem a taxa fotossintética e o acúmulo de fitomassa, como concluído por Casaroli, *et al.*, (2007).

Figura 2 - Regressão linear para o fator quantitativo dias após a emergência, para os caracteres altura de planta (Figura A) e área foliar específica (Figura B), para dez genótipos de soja com hábito de crescimento indeterminado. Frederico Westphalen-RS, 2015



A altura de planta revela superioridade aos genótipos FPS Iguaçu RR, BMX Turbo RR e BMX Classe RR, em contrapartida menores evidências são apresentadas pelo genótipo FPS Solimões RR Tabela 1. A variável área foliar específica revela ao genótipo BMX Classe RR superioridade aos demais, e o genótipo FPS Paranapanema RR expressa inferioridade neste quesito Tabela 1. Para que o máximo potencial da cultura seja expresso, as plantas devem interceptar o máximo de radiação solar durante o período vegetativo, sendo crucial nos estádios reprodutivos, portanto genótipos com hábito indeterminado ao revelarem maior área foliar específica apresentam incremento as taxas fotossintéticas e produção de fotoassimilados.

Assim, estas reservas podem ser direcionadas as flores, legumes e posteriormente aos grãos, com isso incrementam o potencial produtivo do genótipo. De acordo com o estudo, os genótipos com maior altura expressam também melhores resultados para a área foliar específica. Pesquisas de Xie *et al.* (2010), evidenciam que os novos genótipos, devido as prioridades do melhoramento genético, apresentam maior densidade foliar, área foliar por planta, taxa fotossintética, taxa de transpiração, controle estomático, onde proporcionam incremento na produtividade de grãos.

Tabela 1 - Médias para as variáveis altura de planta (ALT) e área foliar específica (AFE) para dez genótipos de soja com hábito de crescimento indeterminado, Frederico Westphalen-RS, 2015

Genótipos	ALT (cm)	AFE (dm ² g ⁻¹)
FPS Paranapanema RR	31,67 b	0,11 c
BMX Classe RR	37,21 abc	0,20 a
FPS Solimões RR	31,55 d	0,12 bc

BMX Potência RR	35,65 bc	0,14 bc
BMX Força RR	36,16 bc	0,15 bc
BMX Energia RR	34,22 cd	0,13 bc
BMX Turbo RR	38,03 ab	0,15 ab
FPS Iguaçu RR	40,40 a	0,17 ab
BMX Tornado RR	31,05 b	0,12 bc
BMX Alvo RR	35,50 bc	0,13 bc
CV (%)	10,66	39,74

*Médias seguidas pela mesma letra minúscula não diferem estatisticamente por Duncan com 5% de probabilidade de erro

Tabela 2 - Médias para interação genótipos x estádios fenológicos para o caráter soma térmica acumulada nos estádios vegetativos (STv) (°C dia) para dez genótipos de soja com hábito de crescimento indeterminado. Frederico Westphalen–RS, 2015

Estádios	Genótipos									
Vegetativos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
VE	101,4jA	101,4kA	101,4kA	101,4jA	101,4kA	101,4kA	101,4kA	101,4jA	101,4kA	101,4jA
V1	179,9iA	179,9jA	179,9jA	179,9iA	179,9jA	179,9jA	179,9jA	179,9iA	179,9jA	179,9iA
V2	259,1hAB	275,0iAB	274,9iAB	259,1hAB	274,9iAB	274,9iAB	274,9iAB	243,3hB	290,7iA	259,1hAB
V3	355,2gA	338,9hA	347,1hA	343,0gA	351,1hA	326,7hA	318,7hA	330,8gA	351,1hA	355,2gA
V4	434,6fA	409,9gA	427,1gA	419,5fA	427,1gA	419,5gA	440,1gA	413,7fA	415,7gA	419,5fA
V5	503,8eCD	450,0fD	521,0fAB	498,4eABCD	526,9fAB	493,7fBCD	532,7fA	484,3eCD	464,5fD	476,9eCD
V6	556,1dB	518,3eC	572,2eB	582,7dAB	579,6eAB	575,8eAB	611,2eA	554,7dB	566,8eB	554,6dB
V7	624,8cABC	573,9dD	637,1dA	640,3cA	636,2dA	645,4dA	646,3eA	592,9cCD	628,9dAB	629,0cAB
V8	655,7cBC	639,5cC	661,7cdBC	671,8bcABC	671,1dABC	698,5cA	687,5dAB	637,1bC	673,5cABC	657,9cBC
V9	679,4cB	677,0bB	696,8bcAB	702,9bAB	719,0cA	723,1cA	727,8cA	666,4bC	704,2bAB	712,0bAB
V10	720,0bD	731,2aD	722,0abD	729,4bD	770,5bBC	775,0bAB	807,2bA	714,7aD	741,0bBCD	735,9bCD
V11	767,8aCDE	755,6aDE	750,2aDE	778,1aCD	843,7aB	862,4aAB	898,2aA	733,5aE	798,7aC	799,0aC

*Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente a Tukey com 5% de probabilidade de erro. Estádios vegetativos: VE: emergência, V1: primeiro nó, V2: segundo nó, a V11. Genótipos: 1: FPS Paranapanema RR; 2: BMX Classe RR; 3: FPS Solimões RR; 4: BMX Potência RR; 5: BMX Força RR; 6: BMX Energia RR; 7: BMX Turbo RR; 8: FPS Iguaçu RR; 9: BMX Tornado RR; 10: BMX Alvo RR

A soma térmica acumulada nos estádios vegetativos e reprodutivos apresentaram interação significativa para genótipos x estádios fenológicos. A soma térmica apresenta-se crescente para todos os genótipos estudados, com isso a medida em que os estádios fenológicos são atingidos a soma térmica acumulada aumenta, mas não revela a mesma proporção no acúmulo de graus dia entre os estádios vegetativos. O genótipo FPS Paranapanema RR não expressa diferença estatística para a soma térmica para os estádios vegetativos V7, V8 e V9.

Os genótipos BMX Classe RR, FPS Solimões RR, FPS Iguaçu RR não se diferenciam entre os estádios V10 e V11. O genótipo BMX Potência RR nos estádios V8, V9 e V10, não apresentam diferenças para a soma térmica requerida para a troca do estágio, BMX Energia RR e BMX Iguaçu RR para os estádios V8 e V9, BMX Força RR para os estádios V7 e V8, BMX Turbo RR para os estádios V6 e V7. Em contrapartida os genótipos BMX Tornado RR e BMX Turbo RR não se diferenciam nos estádios V9 e V10 Tabela 2.

Para que a emergência da plântula ocorra é necessário que a sementes absorvam água para iniciar o processo de germinação, e assim as reservas passam a fornecer energia para o desenvolvimento inicial da plântula, período no qual a planta não é auto-suficiente. A emergência ocorre entre 7 a 10 dias após semeadura, que varia de acordo com o vigor, profundidade, umidade, textura e temperatura do solo. A emergência rápida e uniforme confere um stand de plantas regular (Thomas *et al.*, 2010). Desta forma, ambas as cultivares apresentam a emergência (VE) em mesmo período, com isso apresentaram-se similares até a emissão do primeiro trifólio (V1) Tabela 2. O conhecimento dos estádios fenológicos V2 a V3 se faz necessário para as aplicações químicas de herbicidas (Albrecht, *et al.*, 2011). Pesquisas de Reis *et al.*, (2014), com a aplicação de glifosato revelam ausência de efeitos nas taxas fotossintéticas e crescimento da soja.

Os genótipos estudados foram similares na soma térmica acumulada necessária para atingir o estágio V2, com exceção dos genótipos FPS Iguaçu RR e BMX Tornado RR Tabela 2. Para o estágio vegetativo V3 e V4, todos os genótipos revelam igualdade para o acúmulo de graus dia nesse período. Pesquisas de Santos *et al.* (2014), com bioestimulantes aplicada via semente e foliar nos estádios V3 e R1, proporcionaram incremento de massa seca da folha, do caule e legume, além de apresentar incremento na área foliar da soja.

A fase juvenil em plantas herbáceas pode durar poucos dias, diante disso o tamanho da planta nem sempre é o fator crucial para a mudança de fase, algumas espécies precisam de um número mínimo de folhas para transmitir a quantidade suficiente de estímulo ao aparato floral da planta (Taiz.e Zeiger 2010). Alguns genótipos de soja com hábito de crescimento indeterminado iniciaram o florescimento após os estádios vegetativos V5 e V6, devido à semelhança entre a soma térmica acumulada nesses estádios Tabela 2 e 3. Dessa forma, neste período a planta já possui capacidade em alterar seu crescimento para a fase reprodutiva.

No estágio vegetativo V6 (seis trifólios expandidos) pode-se reunir os genótipos em três grupos, sendo que os genótipos FPS Parapanema RR, BMX Classe RR, FPS Iguaçu RR, BMX Tornado RR, BMX Alvo RR apresentam a menor soma térmica acumulada, em contrapartida os genótipos FPS Solimões RR, BMX Força RR, BMX Energia RR, BMX Turbo RR necessitaram maior soma térmica acumulada, e o genótipo BMX Potência RR apresenta -se intermediário. O genótipo BMX Turbo RR apresentou maior acúmulo de soma térmica para o estágio vegetativo V11, no qual apresentou 11 trifólios expandidos Tabela 2. Em seguida apresentaram-se os genótipos BMX Energia RR, BMX Força RR, BMX Alvo RR, BMX Tornado RR, BMX Potência RR, FPS Parapanema RR, BMX Classe RR, FPS Solimões, e o genótipo FPS Iguaçu RR com o menor acúmulo de °C dia, indicando que se revelaram diferenças entre as cultivares.

Os genótipos BMX Turbo RR e FPS Iguaçu RR são designados como super-precoces quanto ao ciclo, e quanto ao grupo de maturação como 5,8 e 5,0 (Brasmax 2015); (Fundação Pró - Sementes 2015). Isso comprova que o plastocrono entre os genótipos revela relação com o grupo de maturação. De acordo com Streck *et al.* (2008), cultivares semi-precoces a tardias apresentam poucas oscilações em diferentes safras agrícolas. O período reprodutivo inicia através da ação simultânea do fotoperíodo e da temperatura ótima para induzir o florescimento (R1). Cada genótipo responde diferencialmente às condições do ambiente, por isso iniciam o período reprodutivo em períodos distintos. Diante disso, genótipos:

1 **Tabela 3** - Médias para interação genótipos x estádios fenológicos para o caráter soma térmica acumulada nos estádios reprodutivos (STr) (°C
2 dia) para dez genótipos de soja com hábito de crescimento indeterminado. Frederico Westphalen-RS, 2015

Estádios Reprodutiv os	Genótipos									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
R1	545,6jEF	658,1jAB	548,6kE	658,0iAB	606,6kCD	563,54jED	617,6kBC	505,4kF	672,1kA	602,5jCD
R2	621,1 iD	716,2iA	637,00jCD	703,8hA	678,4jABC	639,6iCD	688,9jAB	556,1jE	716,6jA	645,5iBCD
R3	739,3hDE	814,8hAB	792,4iAB	823,6gA	769,9iCD	713,5hE	765,8iCD	658,1iF	811,4iABC	736,3hDE
R4	878,6fAB	889,1gA	880,9hAB	880,4fAB	843,8hABC	780,1gD	824,9hCD	726,9hE	876,1hAB	840,6gBC
R5.1	932,1fAB	944,4fAB	945,7gAB	915,4fAB C	899,5gBC	879,8 fC	884,4gC	804,4gD	955,9gA	884,3fC
R5.2	991,9fA	996,2eA	1010,2fA	978,4eAB C	965,0fABC	941,1eCD	927,0fDE	880,9fE	1006,7fA	941,5eD
R5.3	1033,7eA B	1059,9dA B	1066,0eA	1052,3dA B	1025,2eBC	999,2dCD	977,4eD	931,5eE	1063,3dA	1024,3dBC
R5.4	1109,4dA B	1129,9cA	1145,0dA	1138,5cA	1122,9dA	1076,0cBC	1066,0dC	1008,5d D	1145,3dA	1116,0cAB
R5.5	1216,3cA B	1230,7bA	1192,4cAB C	1222,5bA B	1197,6cAB C	1167,2bC	1180,0cBC	1097,2c D	1209,0cAB C	1198,0cAB
R6	1264,4bA	1256,8bA	1244,8bAB	1253,8bA	1239,2bAB	1205,2bB C	1230,8bAB	1159,1b C	1251,1bA	1236,6bAB
R7	1286,1abB C	1301,4aB	1268,8bBC D	1302,8aA B	1266,5abBC D	1237,1abD E	1249,9bCD	1195,3b E	1299,6aBC	1259,2abABC D
R8	1313,8aA B	1332,6aA	1327,9aAB	1340,0aA	1302,1aAB C	1264,5aC D	1297,8aABC D	1253,1a D	1324,3aAB	1281,0aBCD

3 *Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente a Tukey com 5% de probabilidade de erro. Estádios reprodutivos:
4 R1: início do florescimento; R2: florescimento pleno; R3: início da formação do legume; R4: legume completamente desenvolvido; R5 início de enchimento do grão; R5,1:
5 grãos com 10% de formação; R5,2: formação dos grãos de 11% a 25%; R5,3: formação dos grãos de 26% a 50%; R5,4: formação dos grãos de 51% a 75%; R5,5: formação dos
6 grãos de 76% a 100%; R6: grão cheio; R7: início da maturação; R8: maturação plena. Genótipos: 1: FPS Paranapanema RR; 2: BMX Classe RR; 3: FPS Solimões RR; 4:
7 BMX Potência RR; 5: BMX Força RR; 6: BMX Energia RR; 7: BMX Turbo RR; 8: FPS Iguaçu RR; 9: BMX Tornado RR; 10: BMX Alvo R

De soja com hábito de crescimento indeterminado emitem nós no caule mesmo após o início do florescimento (Monteiro 2009).

Os genótipos FPS Paranapanema RR, BMX Classe RR, BMX Potência RR, BMX Força RR, BMX Energia RR, BMX Tornado RR, BMX Alvo RR não expressaram diferenças significativas para a soma térmica nos estádios reprodutivos R7 e R8. O genótipo FPS Paranapanema RR não apresentou diferenças para os estádios R 5.1 e R 5.2, e BMX Tornado RR para os estádios R 5.3 e R 5.4. Os genótipos BMX Classe RR e BMX Energia RR para os estádios R 5.5 e R6 e o genótipo BMX Potência RR além dos estádios anteriores, também para R4 e R5.1. O genótipo FPS Solimões RR, BMX Turbo RR, BMX Alvo RR e FPS Iguaçu RR respondem similarmente aos estádios R6 e R7. Os genótipos BMX Classe RR, BMX Potência RR, BMX Força RR, BMX Turbo RR, BMX Tornado RR e BMX Alvo RR evidenciaram acúmulo de soma térmica superior a 600°C dia para iniciar o seu período reprodutivo, entretanto, os demais genótipos atingiram o estágio reprodutivo a partir de 500°C dia Tabela 3.

O estágio fenológico que inicia a maturação da soja é representado por R7, onde demonstra que a planta atingiu seu tamanho definitivo, dando indícios da senescência. Nesta fase, ocorre a diminuição de área foliar, menor taxa de acúmulo de matéria seca e translocação de fotoassimilados para os órgãos de reserva. A senescência foliar envolve a degradação do conteúdo celular e ocorre a remobilização dos nutrientes, diante disso os açúcares e aminoácidos são transportados via floema para os grãos produzidos pela planta, assim a soja degrada suas moléculas de clorofila, revelando tons amarelados nos tecidos após a produção dos frutos, esse fenômeno é denominado de senescência monocárpica, determinado pelo hormônio de etileno, como relatado por Taiz,e Zeiger (2013).

Os genótipos BMX Alvo RR, BMX Potência RR, BMX Classe RR, FPS Paranapanema RR, FPS Solimões RR, BMX Força RR, BMX Tornado RR, apresentam similaridade para a soma térmica acumulada. A soma térmica acumulada na maturação (R8) evidencia aos genótipos BMX Classe RR e BMX Potência RR o maior acúmulo de °C dia, portanto estes genótipos necessitam maior acúmulo de soma térmica para atingir a maturação Tabela 3. Os genótipos FPS Paranapanema RR, FPS Solimões RR, BMX Força RR e BMX Tornado RR, BMX Classe RR, BMX Potência RR, BMX Alvo RR apresentam-se similares a necessidade de graus dia nesses estádios reprodutivos.

Os genótipos BMX Turbo RR, BMX Energia RR e BMX Turbo RR revelam menor soma térmica necessária para atingir a maturação. De acordo com Streck *et al.* (2008), o retardamento no desenvolvimento pode estar relacionado ao déficit hídrico, e as condições do ambiente de cultivo,

fato que comprova os efeitos diferenciados aos genótipos e a respostas destes ao plastocrono. Portanto, quando a temperatura da folha da soja for maior que a temperatura ótima da cultura e ocorrer restrição hídrica, e as plantas tendem a expressar o fechamento estomático para reduzir a transpiração, visando obter menores perdas ao mecanismo fotossintético.

Conclusão

Os genótipos FPS Iguaçu RR, BMX Turbo RR e BMX Classe RR apresentam maior crescimento inicial. O genótipo FPS Iguaçu RR apresenta a menor necessidade de graus dia para a troca da fase vegetativa para reprodutiva, e para atingir a maturação fisiológica em R8.

Os genótipos BMX Turbo RR, BMX Energia RR, BMX Força RR apresentam maior acúmulo de graus dias nos estádios reprodutivos. A soma térmica acumulada para o início do florescimento R1 oscila entre 500 a 600 °C dia.

Referências

- ALBRECHT, L. P.; BARBOSA, A. P.; SILVA, A. F. M.; MENDES, M. A.; MARASCHI-SILVA, L. M.; ALBRECHT, A. J. P. **Desempenho da soja roundup ready sob aplicação de glyphosate em diferentes estádios**. Planta Daninha, Viçosa, v.29, n.3, p.585-590, 2011.
- BARBOSA, G. C.; FRUGERI, A. P.; BORTOLOTO, A. P.; SILVA, G. V.; BUENO, A. F. **Impacto de diferentes níveis de injúrias sobre a produtividade de cultivares de soja de hábito de crescimento determinado e indeterminado**. Jornada Acadêmica da Embrapa Soja, v.7, n.1, p.62-67, 2012.
- BENICASA, M. M. P. **Análise de Crescimento de Plantas** (noções básicas). Jaboticabal. FUNEP, 2004. 42p.
- BRASMAX. **Cultivares para a região Sul**. Acesso em: 28 de Abril de 2015. Disponível em: <http://brasmaxgenetica.com.br/cultivar/regiao-sul/produto/25>.
- BROWN, D. V. **Soybean ecology: I. Development-temperature relationships from controlled environment studies**. Agronomy Journal, Madison, v.52, n.9, p.493-496. 1960.
- CARVALHO, I. R.; KORCELSKI, C.; PELISSARI, G.; HANUS, A. D.; DA ROSA, G. M. **Demanda hídrica das culturas de interesse agrônomo**. Enciclopédia Biosfera, Goiânia, , v.9, n.17, p.50-57, 2013.
- CASAROLI, D.; FAGAN, E. B.; SIMON, J.; MEDEIROS, S. P.; MANFRON, A.; NETO, D. D.; LIER, Q. J.; MÜLLER, L.; MARTIN, T. N. **Radiação solar e aspectos fisiológicos na cultura da soja – uma revisão**. Revista da FZVA, Uruguaiana, v.14, n.2, p 102-120, 2007.
- CRUZ, C. D. **Genes – a software package for analysis in experimental statistic and quantitative genetics**. Acta Scientiarum. Agronomy. Maringá, v.35, n.3, p.271-276, 2013.

DALLACORT, R.; FREITAS, P. S. L. DE; FARIA, R. T. DE; GONSALVES, A. C. A.; REZENDE R.; BERTONHA, A. **Utilização do modelo cropgro-soybean na determinação das melhores épocas de semeadura da cultura da soja, na região de Palotina, estado do Paraná.** Acta Scientiarum, v.28, n.4, p.583-589, 2006.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa. **Tecnologia de Produção de Soja - Região Central do Brasil 2012 e 2013.** Londrina: Embrapa Soja, 2011, 261 p.

FHER, W. R.; CAVINESS, C. E. **Stages of soybean development.** Ames, Iowa State University, 1977.12 p. (Special Report, 80).

FRANKE, A. E. **Necessidade de irrigação suplementar em soja nas condições edafoclimáticas do Planalto Médio e Missões, RS.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, n.35, v.8, p.100-110, 2000.

FUNDAÇÃO PRÓ-SEMENTES. **Licenciamento de Cultivares de Soja/ FPS Iguaçu RR.** Acesso em: 28 de abril de 2015. Disponível em: <http://www.fundacaoprosementes.com.br/cultivares/index.php?id=44>.

KOLCHINSKI, E. M.; SCHUCH, L. O. B.; PESKE, S. T. **Crescimento inicial de soja em função do vigor das sementes.** Revista Brasileira de Agrociência, Pelotas, v.12, n.2, p.163-166. 2006.

KUSS, R. C. R. **Populações de plantas e estratégias de irrigação na cultura da soja.** [Dissertação]. Universidade Federal de Santa Maria: 2006.

MAJOR, D. J.; JOHNSON, D.R.; TANNER, J.W.; ANDERSON, I.C. **Effects of day length and temperature on soybean development.** Crop Science, Madison, v.15, n.1, p. 174-179. 1975.

MONTEIRO, J. E. B. A. **Agrometereologia dos cultivos: o fator meteorológico na produção agrícola.** Brasília, DF: INMET, 2009.

MOTA, F. S. da. **Estudo do clima do estado do Rio Grande do Sul, segundo o sistema de W. Koeppen.** Revista Agrônômica, Porto Alegre, v.8, m.193, p.132-141. 1953.

PIPER, E.; BOOTE, K. J.; JONES, J. W.; GRIMM, S. S. **Comparison of two phenology models for predicting flowering and maturity date of soybean.** Crop Science, Madison, v.36, n.1, p.1606-1614, 1996.

REIS, R. M.; ALMEIDA, W. L.; REIS, M. R.; RONCHI, C. P.; SILVA, D. V. **Desempenho fotossintético e micorrização em plantas de soja roundup ready tratadas com diferentes formulações de glyphosate.** Bioscience Journal, Uberlandia, v.30, n.4, p.1033-1040, 2014.

RUSSELE, M. P. **Growth analysis based on degree days.** Crop Science, Madison, v.24, n.1, p.28-32, 1984.

RITCHIE, S. W.; HANWAY, J. J.; THOMPSON, H. E.; BENSON, G. O. **How a soybean plant develops.** Ames: Iowa State University Science and Technology, v.20, n.1, p.53. 1977.

SANTOS, V. M.; MELO, A. V.; CARDOSO, D. P.; SILVA, A. R.; BENÍCIO, L. P. F.; FERREIRA, E. A. **Desenvolvimento de plantas de soja em função de bioestimulantes em condições de adubação fosfatada.** Bioscience Journal, Uberlândia, v.30, n.4, p.1087-1094, 2014.

SEDIYAMA, T. **Tecnologias de produção e usos da soja.** Londrina: Macenas, 2009.

SILVA, J. B.; LAZARINI, E.; SILVA, A. M.; RECO, P. C. **Ensaio comparativo de cultivares de soja em época convencional em Selvíria MS características agronômicas e produtividade.** Bioscience Journal, Uberlândia,, v. 26, (5), p. 747-754. 2010.

SOUZA, P. M. B.; MARTINS, F. B. **Estimativa da temperatura basal inferior para as cultivares de oliveira Grappolo e Maria da Fé,** Revista brasileira de meteorologia, v.29, n.2, p.100-110, 2014.

STRECK, N. A.; DE PAULA, G. M.; CAMEA, C.; MENEZES, N. L. de ; LAGO, I. **Estimativa do plastocrono em cultivares de soja.** Bragantia, Campinas,, v.67, n.1, p.67-73, 2008.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal.** 5ª Edição. Porto Alegre, 2013, 600p.

THOMAS, A. L.; COSTA, J. A. **Soja: manejo para alta produtividade de grãos.** Porto Alegre: Engraf, 2010, 248 p..

TRENTIN, R; HELDWEIN, A. B.; STRECK, N. A.; TRENTIN, G, SILVA, J. C. **Subperíodos fenológicos e ciclo da soja conforme grupos de maturidade e datas de semeadura.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.48, n.7, p.703-713, 2013.

XIE, F.; ZHANG, H.; WANG, H.; AO, X.; MARTIN STEVEN, K. **Effect of Preplant Fertilizer on Agronomic and Physiological Traits of Soybean Cultivars from Different Breeding Programs.** Agricultural Sciences in China, v.9, n.11, p.1602-1611, 2010.