



Graus-dias na estimativa das taxas de crescimento de quatro cultivares de soja em diferentes épocas de plantio

Brena Geliane FERNEDA¹, Edgar BOEING¹, Andréa Carvalho da SILVA^{1*}, Adilson Pacheco de SOUZA^{1*}, Suzana Grassi da SILVA¹, Charles Campoe MARTIM¹, Fernanda Gaieski PALADINO¹, Adriana Aki TANAKA¹

¹ Universidade Federal de Mato Grosso, Campus Sinop, Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais, Sinop, Mato Grosso, Brasil.

* E-mail: adilsonpacheco@ufmt.br, acarvalho@ufmt.br

Recebido em outubro/2015; Aceito em março/2016.

RESUMO: Avaliou-se as taxas de crescimento de quatro cultivares de soja (duas transgênicas e duas convencionais) pela influência na soma térmica acumulada (graus-dias - GD) com sementeiras em diferentes épocas, em Latossolo vermelho-amarelo, na safra 14/15 na região Médio-Norte do Mato Grosso. Foram avaliadas as cultivares TMG 132 RR e GB 874 RR (transgênicas) e MSOY 8757 e MSOY 8866 (convencionais), ambas de ciclo tardio, em cinco épocas de sementeira, com intervalos decendiais (entre 18/10/14 até 27/11/14). Foram determinadas as taxas de IAF (Índice de área foliar), TCC (taxa de crescimento da cultura), TCR (taxa de crescimento relativo), TAL (taxa de assimilação líquida) e TCA (taxa de crescimento absoluto). Na obtenção de GD empregou-se o método de Ometto com temperaturas basais mínimas e máximas de 14 e 36 °C, respectivamente. Em geral, as correlações entre taxas de crescimento e GD foram expressas por polinômios de segunda e/ou terceira ordem, com percentuais de correlação superiores a 65%.

Palavras-chave: análise de crescimento, fenologia, temperatura do ar, soma térmica acumulada.

Degree-days in the estimates of growth rates of four soybean cultivars in different planting dates

ABSTRACT: In order to evaluate four soybean cultivars growth rates (two transgenic and two conventional) based on accumulated degree-days (DDG) between the phenological phases, in Middle-North region of Mato Grosso, Brazil, in Oxisol Yellow dystrophic soil. Were evaluated two transgenic cultivars (TMG 132 and GB 874 RR) and two conventional (MSOY 8757 and MSOY 8866), both with late cycle in five sowing dates, with ten-day intervals (10 days) from 18 October, 14 to 27 November, 14. Was determined the following rates: LAI (leaf area index), TCC (growth rate of culture, expressed), TCR (relative growth rate) and TAL (net assimilation rate). In obtaining DDG used the Ometto method, based on minimum and maximum temperatures of 14 and 36 °C, respectively. In general, the polynomial regression of second and third order were obtained, with higher coefficients of determination (R²) for estimates of TAL and TCR.

Keywords: growth analysis, phenology, air temperature, accumulated thermal.

1. INTRODUÇÃO

O estado do Mato Grosso ocupa atualmente posição de destaque no cenário de produção de grãos, com uma área plantada com soja (*Glycine max* (L.) Merrill) de 7,81 milhões de hectares, que representa em torno de 28,3% da área total do país (CONAB, 2013) plantada com essa cultura. A maior parte desse cultivo está localizada no Bioma Cerrado, no entanto, com o avanço das novas fronteiras agrícolas, está ocorrendo expansão sobre as áreas de transição Cerrado-Amazônia e Amazônia.

As variações nas épocas de sementeira da soja podem propiciar condições meteorológicas desfavoráveis para seu desenvolvimento, principalmente vinculadas a restrições hídricas nas fases fenológicas de germinação, florescimento e

enchimento de grãos. Segundo Ferrari et al. (2015), a antecipação da sementeira da soja vem se tornando uma prática agrícola cada vez mais comum na região médio-norte e norte de Mato Grosso. Dentre outros aspectos, esta técnica visa principalmente o escape das infecções mais intensas da ferrugem asiática, evitando o menor potencial produtivo das lavouras tardias.

Além disso, a antecipação da sementeira permite melhor escalonamento dos tratos culturais do plantio e até colheita, com otimização da distribuição de insumos, demanda de mão-de-obra de utilização de máquinas e implementos agrícolas, dentre outros. Ainda pode propiciar benefícios quanto ao planejamento da implantação da safrinha (2ª safra), principalmente pelo menor risco de estiagem.

Todavia, essas condicionantes indicam a necessidade da avaliação de comportamento da planta em resposta as interações climáticas, para posterior estabelecimento das épocas de semeadura com maiores probabilidades de sucesso do planejamento da safra (BERGAMASHI et al., 2006). A época de semeadura mais adequada para soja depende, principalmente, da temperatura do solo e da umidade do solo para a germinação, da temperatura do ar, do regime de chuvas durante todo o ciclo da planta, do fotoperíodo após a emergência e da umidade do solo na floração e no enchimento de grãos. Farias et al. (2007) definiram as faixas de temperatura entre 20 e 30 °C ideal para a cultura, sendo considerado como 25 e 30 °C as temperaturas ótimas do solo (germinação) e do ar (desenvolvimento), respectivamente.

Segundo Corrêa et al. (2011) em condições favoráveis ao crescimento, os processos fisiológicos e o rendimento potencial das culturas são definidos pelas características genéticas (varietais), condições de manejo e variáveis ambientais, como solo, disponibilidade hídrica, temperatura, fotoperíodo e radiação solar. Especificamente para a disponibilidade hídrica, Ferrari et al. (2015) indicam que o estresse hídrico provoca alterações tanto ao nível do metabolismo, quanto morfológico, de modo a promover um ajuste da planta ao ambiente adverso, sendo que, o estabelecimento de um stand adequado depende da adoção de medidas que garantam este melhor ajuste, viabilizando a continuidade do desenvolvimento da planta de soja e resguardando seu potencial produtivo.

Dessa forma, torna-se importante a análise do crescimento e desenvolvimento da soja em diferentes situações, pois significa que o seu potencial de rendimento pode diferir entre locais e anos, e entre épocas de semeadura para um local (PEREIRA et al., 2002).

O emprego de modelos que simulam o desenvolvimento da planta, o acúmulo de matéria seca nos seus diferentes órgãos e o índice de área foliar, em função de parâmetros fenológicos e/ou climatológicos pode subsidiar várias áreas vinculadas à produção vegetal. Benicasa (2004) define as taxas de crescimento como um meio equacional para compreensão do complexo desenvolvimento das plantas, através do qual, é possível a correção de variações e consequente estimativa da velocidade de crescimento da cultura. A variável dependente pode ser obtida em relação aos dias após a semeadura, ao transplantio ou a soma térmica acumulada (graus-dia acumulados).

Nesse contexto, vários trabalhos foram desenvolvidos no intuito de estimar a produtividade de culturas, buscando altos rendimentos, baixos custos e racionalizando as relações entre os diferentes estágios da cultura, visando o máximo desempenho através de modelos de graus-dias (SOUZA et al., 2011).

Essa metodologia pressupõe que na obtenção da faixa satisfatória de temperatura adequada para uma planta, devem ser consideradas as temperaturas limitantes que indicam o desenvolvimento vegetativo nulo, que seja por temperaturas mínimas e/ou máximas, as quais evidenciam os estados energéticos mínimos propícios para os processos metabólicos e os níveis máximos, acima dos quais a taxa respiratória supera a taxa de produção de fotoassimilados. Conforme a exigência da espécie, a soma térmica acumulada em um período (graus-dias) necessário para completar parte ou todo o ciclo, tem sido utilizada para caracterizar as fases fenológicas, permitindo o planejamento da safra.

Em algumas das aplicações dessa metodologia, tem-se a determinação do filocrono, que se torna importante em tomadas de decisões quanto a inúmeras práticas culturais e até mesmo para aplicações futuras em modelos de crescimento da planta. O filocrono é uma opção equacional para a estimativa da soma térmica demandada para a emissão de uma nova folha/trifólio na haste principal, tendo como unidade de medida °C dia folha⁻¹ (STRECK et al., 2007).

Por conseguinte, objetivou-se determinar as taxas de crescimento e filocrono com base na soma térmica acumulada, para quatro cultivares de soja (duas transgênicas e duas convencionais) semeaduras em diferentes épocas em Latossolo vermelho-amarelo, na região Médio-Norte do Mato Grosso (Sinop, MT).

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido no Setor de Produção Vegetal do Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais, da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), Campus Universitário de Sinop, localizado nas coordenadas 11,98°S e 55,56°W e com altitude média de 371 m. O experimento foi instalado em um solo caracterizado como atossolo Vermelho Amarelo distrófico (LVAd). Segundo a classificação de Koppen, o tipo climático predominante na região é o Aw (clima tropical úmido), com estação seca bem definida, com precipitação média anual em torno de 1.940 mm, sendo que 85% desse total se concentram no período de outubro a março (SOUZA et al., 2013).

Foram avaliadas duas cultivares transgênicas (TMG 132 RR e GB 874 RR) e duas convencionais (MSOY 8757 e MSOY 8866), ambas de ciclo tardio. Os tratamentos empregados foram cinco (5) épocas de semeadura, com intervalos decendiais (10 dias) de semeadura, a partir de 18/10 até 27/11. O arranjo experimental foi de parcelas subdivididas, com quatro repetições, sendo que as parcelas experimentais (repetições) apresentaram áreas de 20 m² (5,0 x 4,0 m), compreendendo 10 linhas de plantio. As atividades de calagem, adubação de plantio e de cobertura seguiram as recomendações preconizadas por Coelho et al. (2006).

Para avaliar as taxas de crescimento foram obtidas a massa seca das diferentes partições das plantas (folhas, caule, raízes, inflorescências, dentre outros) por meio de secagem em estufa com circulação forçada, a 60 °C, até atingir peso constante; e a área foliar, obtida por meio do medidor LI-3000, LICOR. As coletas ocorreram com intervalos de 15 dias a partir de 20 dias após a semeadura (DAS). Em cada parcela, foram retiradas todas as plantas de 1,0 m linear, e destas, quatro foram separadas para avaliações particionadas. Por conseguinte, obtiveram-se as seguintes taxas: RAF (razão de área foliar) determinada pela razão entre a área foliar e a fitomassa seca, IAF (Índice de área foliar) definido pela área total da superfície foliar (cm²) em relação à área de solo ocupada pela planta (cm²), TCC (taxa de crescimento da cultura) a qual determina a produção de matéria seca em determinado tempo, expressa em, TCR (taxa de crescimento relativo), descrita pela relação da quantidade de biomassa produzida em relação a matéria já existente durante o intervalo de tempo entre duas avaliações, expressa em e TAL (taxa de assimilação líquida) obtida pela relação entre a área foliar e a massa seca total produzida em determinado

período de tempo, e TCA (taxa de crescimento absoluto) a qual é determinada pelo quociente entre o incremento de matéria seca obtido no intervalo entre duas avaliações, conforme Silva et al. (2011).

$$IAF = \frac{AF}{S} \quad (1)$$

$$TAL = \frac{(MS_2 - MS_1)(\ln AF_2 - \ln AF_1)}{(AF_2 - AF_1)(T_2 - T_1)} \quad (2)$$

$$TCC = TAL \times IAF \quad (3)$$

$$TCR = TAL \times RAF \quad (4)$$

$$TCA = \frac{MS_2 - MS_1}{(T_2 - T_1)} \quad (5)$$

em que:

- IAF - índice de área foliar (adimensional)
- AF - área foliar (cm²)
- S - área de solo ocupada pela planta (cm²)
- TAL - taxa de assimilação líquida (g cm⁻² dia⁻¹)
- MS - massa seca (g)
- T - tempo (dias após o plantio)
- TCC - taxa de crescimento da cultura (g cm⁻² dia⁻¹)
- TCR - taxa de crescimento relativo (g g⁻¹ dia⁻¹)
- RAF - razão de área foliar
- TCA - taxa de crescimento absoluto (g dia⁻¹).

Foram obtidas regressões lineares entre o número médio de trifólios e a soma térmica acumulada, sendo o filocrono determinado pelo inverso do coeficiente angular dessas regressões. Para todas as taxas supracitadas, foi aplicado o modelo funcional para ajustes de regressões para estimativas em função do tempo. Para obtenção dos graus-dias acumulados (GDA) empregou-se a metodologia de Ometto (1981), considerando temperaturas basais mínimas e máximas de 14 e 36 °C, respectivamente.

Caso 1: TB > TM > Tm > Tb

$$GD = \frac{TM - Tm}{2} + Tm - Tb$$

Caso 2: TB > TM > Tm > Tb

$$GD = \frac{(TM - Tb)^2}{2(TM - Tm)}$$

Caso 3: TB > Tb > TM > Tm

$$GD = 0$$

Caso 4: TM > TB > Tm > Tb

$$GD = \frac{2(TM_{Tm})(Tm - Tb) + (TM - Tm)^2 - (TM - TB)}{2(TM - Tm)}$$

Caso 5: TM > TB > Tb > Tm

$$GD = \frac{1}{2} \times \frac{(TM - Tb)^2 - (TM - TB)^2}{TM - Tm}$$

em que:

- GD - graus-dia (°C)
- TM - temperatura máxima do dia
- Tm - temperatura mínima do dia
- TB - temperatura basal superior
- Tb - temperatura basal inferior.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 1 são apresentadas as variações da temperatura do ar e das precipitações ao longo do ciclo da cultura, evidenciando uma redução da amplitude térmica diurna no verão. As precipitações foram baixas entre 15/09 e 10/10, indicando que sementeiras nesse período estariam sujeitas a altos riscos de deficiência hídrica na germinação, que aliado ao manejo, as propriedades físicas do solo (capacidade de retenção de água) e a profundidade de sementeira, e ainda em função do pequeno sistema radicular da planta nessa fase, podem gerar demanda de replantios para manutenção do stand.

A temperatura afeta diretamente o crescimento da soja, visto que acima de 40 °C causa baixos rendimentos na produtividade e abaixo de 10 °C a germinação é mínima (FARIAS et al., 2007). Ao final de outubro as temperaturas decresceram e juntamente com o regime hídrico crescente, geraram condições favoráveis a cultura e ideais para avaliação do comportamento das cultivares, que por sua vez, apresentaram diferentes velocidades de crescimento para as épocas de sementeira.

A Figura 2 apresenta graficamente o comportamento das taxas de crescimento em função da soma térmica acumulada,

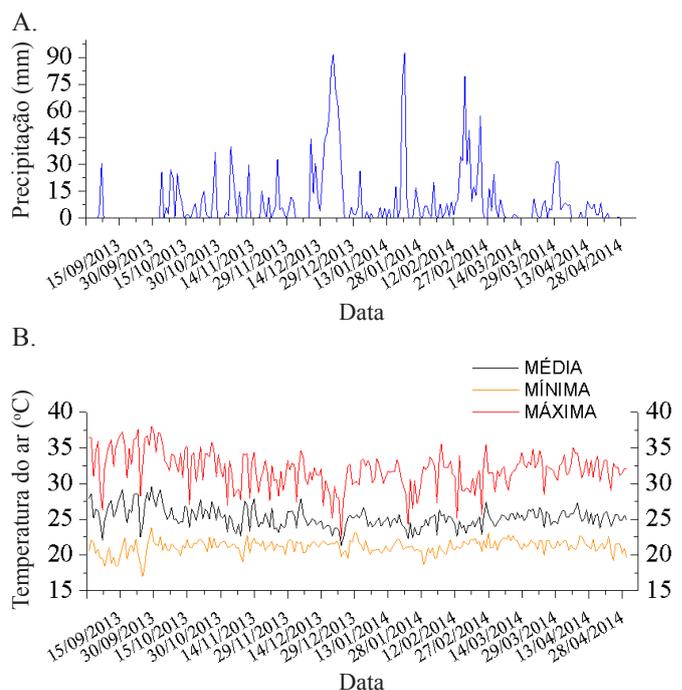


Figura 1. Variações das precipitações (A) e das temperaturas do ar (B) entre agosto/2013 e maio/2014, na região de Sinop, MT. Figure 1. Precipitation (A) and temperatures (B) between August/2013 and May/2014 in Sinop, MT, Brazil.

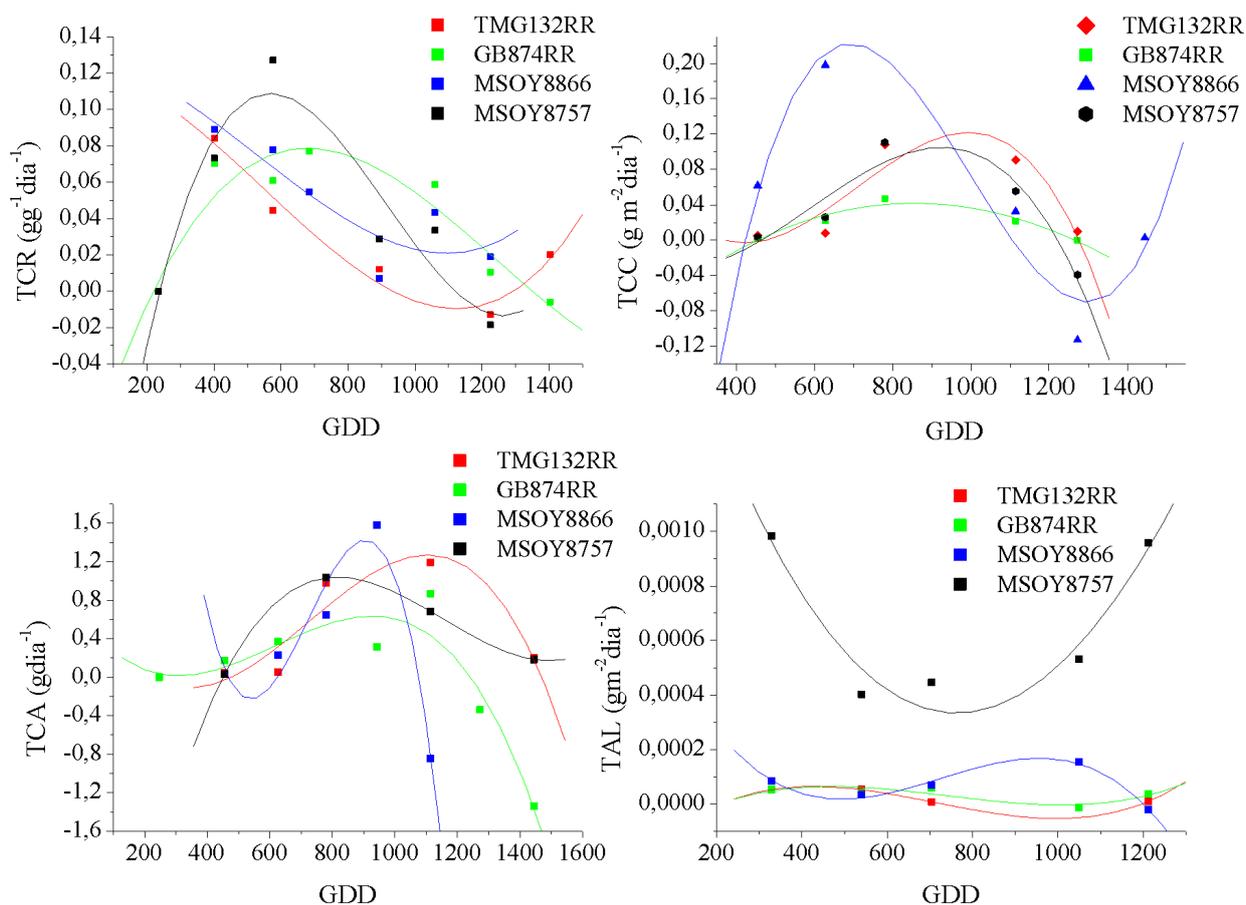


Figura 2. Taxas de crescimento em relação aos graus-dia de desenvolvimento para quatro cultivares de soja (TMG132RR, GB874RR, MSOY8866 e MSOY8757) em Sinop, MT.

Figure 2. Growth rates in relation to the degree-days of development for four soybean cultivars (TMG132RR, GB874RR, MSOY8866 and MSOY8757) in Sinop, MT, Brazil.

corroborando com Silva et al. (2011), na qual as taxas apresentaram coeficientes de determinação próximos a 1,0 equações com melhores ajustes a polinômios de segundo e terceiro grau (Tabela 1). Destacam-se as taxas de assimilação líquida (TAL) e a taxa de crescimento absoluto (TCA), que apresentaram tendências de diminuição no final do ciclo em função da senescência das folhas, todavia, TCA por considerar, massa total acumulada pode apresentar comportamento inverso, caso ocorra aumento significativo da massa de grãos produzida.

Segundo Lucchesi (1984), no decorrer do crescimento de uma planta, sua capacidade de produção aumenta em decorrência do aumento do índice de área foliar (IAF), mas a TAL diminui em função do sombreamento, visto que, essa taxa estabelece as relações entre massa seca, área foliar e tempo, ou seja, possui dependência direta dos fatores ambientais, principalmente da radiação solar.

Variedades mais produtivas, geralmente, crescem mais rapidamente quando o fotoperíodo é igual ou inferior ao período crítico determinado para a cultivar (SILVA et al., 2015), portanto, plantas com maior TCR, apresentam desenvolvimento mais acelerado do IAF e mais massa seca acumulada, considerando todas as partições da planta.

A utilização dos graus-dias para estimativas de taxas de crescimento permite avaliações e aplicações mais precisas quando comparadas com a utilização de escalas temporais após semeadura ou emergência. Nesse caso, as quatro cultivares avaliadas possuem ciclo indeterminado e apresentaram crescimento com comportamento polinomial, com crescimento

lento na fase inicial, rápido crescimento na fase vegetativa (V4 a V8) e diminuição das taxas de crescimento após o florescimento.

As cultivares apresentaram dois valores máximos de TCR, todavia TMG 132 RR e MSOY 8866 tiveram taxas de crescimento relativo crescentes ao final do ciclo. Campos et al. (2008) testando diferentes substâncias reguladoras, em uma cultivar convencional de soja, obtiveram melhores ajustes com polinômios de segundo grau, com área foliar inexistente ao final do ciclo.

A TCA apresentou aumento no final do ciclo apenas para MSOY 8866, pois os grãos apresentaram ponto de colheita no intervalo das duas avaliações finais, enquanto que, para as demais cultivares, na última coleta foram avaliadas plantas com desfolha parcial ou total.

O comportamento de AF da soja segue um padrão polinomial de segundo grau, indicando a possibilidade de estimativa da área foliar máxima quando GDA variar entre 1050 e 1323 (Tabela 1), período compreendido entre a floração plena, formação da vagem e enchimento de grãos. Richter et al. (2014) obtiveram equações com comportamento semelhante, ao comparar onze cultivares de soja, determinando o índice de área foliar em relação aos dias após a semeadura.

As cultivares transgênicas (TMG 132 RR e GB 874 RR) quando comparadas com as convencionais (MSOY 8866 e MSOY 8757), exigiram menor soma térmica acumulada para atingir o maior número de trifólios, nas diferentes épocas de semeadura (Tabela 2). Oliveira et al. (2011) avaliando uma cultivar de

Tabela 1. Regressões polinomiais de estimativa das taxas de assimilação líquida (TAL), taxa de crescimento em altura (TCA), taxa de crescimento da cultura (TCC) e taxa de crescimento relativo (TCR) em função de graus dias acumulados, para quatro cultivares de soja, em diferentes épocas de plantio, em Sinop, MT.

Table 1. Estimate of net assimilation rate (TAL), growth rate in height (TCA), growth rate of culture (TCC) and relative growth rate (TCR) in relation of the degree-days cumulated for four soybean cultivars, on different dates planting - Sinop, MT, Brazil.

Cultivar	Época	Equação (TAL)	R ²	Equação (TCA)	R ²
TMG 132RR	1	$y = 3E-09x^2 - 5E-06x + 0,0021$	0,9244	$y = -6E-09x^3 + 1E-05x^2 - 0,0073x + 1,0314$	0,8784
	2	$y = -1E-12x^3 + 4E-09x^2 - 3E-06x + 0,0013$	0,8275	$y = -2E-09x^3 + 4E-06x^2 - 0,0013x + 0,1028$	0,8724
	3	$y = 9E-12x^3 - 2E-08x^2 + 7E-06x + 0,0006$	0,9131	$y = -1E-08x^3 + 3E-05x^2 - 0,0205x + 4,2713$	0,9183
	4	$y = 2E-11x^3 - 4E-08x^2 + 2E-05x - 0,0022$	0,9789	$y = -1E-09x^3 - 5E-09x^2 + 0,0028x - 0,9784$	0,8130
	5	$y = 5E-13x^3 - 9E-10x^2 + 4E-07x$	0,8823	$y = -3E-10x^3 + 6E-07x^2 - 0,0004x + 0,0788$	0,6656
GB 874RR	1	$y = 5E-11x^3 - 1E-07x^2 + 9E-05x - 0,0201$	0,8637	$y = -5E-09x^3 + 1E-05x^2 - 0,0044x + 0,6199$	0,8856
	2	$y = -1E-11x^3 + 2E-08x^2 - 1E-05x + 0,0035$	0,9896	$y = -6E-09x^3 + 1E-05x^2 - 0,0068x + 1,2155$	0,9899
	3	$y = -5E-11x^3 + 1E-07x^2 - 7E-05x + 0,0169$	0,9596	$y = -3E-09x^3 + 6E-06x^2 - 0,003x + 0,4761$	0,8287
	4	$y = 6E-12x^3 - 1E-08x^2 + 8E-06x - 0,0005$	0,9955	$y = -1E-09x^3 + 2E-06x^2 - 0,0005x + 0,0866$	0,8273
	5	$y = 9E-13x^3 - 2E-09x^2 + 1E-06x - 0,0002$	0,6766	$y = -6E-09x^3 + 1E-05x^2 + 1,3702$	0,9820
MSOY 8866	1	$y = -6E-09x^2 + 9E-06x - 0,0027$	0,9032	$y = -7E-08x^3 + 0,0001x^2 - 0,0994x + 21,268$	0,9354
	2	$y = 3E-12x^3 - 4E-09x^2 + 3E-07x + 0,001$	0,8009	$y = -8E-08x^2 + 0,0008x - 0,2424$	0,9903
	3	$y = -1E-11x^3 + 3E-08x^2 - 2E-05x + 0,0068$	0,9857	$y = -8E-10x^3 - 6E-07x^2 + 0,0016x - 0,3255$	0,9781
	4	$y = -2E-11x^3 + 4E-08x^2 - 3E-05x + 0,006$	0,7791	$y = -5E-09x^3 + 9E-06x^2 - 0,0036x + 0,373$	0,7318
	5	$y = -3E-12x^3 + 7E-09x^2 - 4E-06x + 0,0009$	0,9777	$y = -2E-09x^3 + 3E-06x^2 - 0,0006x - 0,0041$	0,7632
MSOY 8757	1	$y = -3E-11x^3 + 7E-08x^2 - 5E-05x + 0,0102$	0,9998	$y = -3E-06x^2 + 0,0066x - 2,1945$	0,8827
	2	$y = -3E-11x^3 + 8E-08x^2 - 5E-05x + 0,0121$	0,9955	$y = -2E-08x^3 + 3E-05x^2 - 0,0209x + 4,186$	0,8646
	3	$y = 1E-12x^3 + 3E-09x^2 - 7E-06x + 0,0035$	0,9711	$y = -2E-08x^3 + 4E-05x^2 - 0,0219x + 4,3101$	0,7227
	4	$y = 4E-09x^2 - 6E-06x + 0,0024$	0,9966	$y = -1E-06x^2 + 0,0026x - 0,8832$	0,7036
	5	$y = -4E-13x^3 + 4E-09x^2 - 6E-06x + 0,0023$	0,9296	$y = 3E-07x^2 - 0,0001x + 0,088$	0,7966
		Equação (TCC)		Equação (TCR)	
TMG 132RR	1	$y = -1E-09x^3 + 3E-06x^2 - 0,0017x + 0,3009$	0,8482	$y = -1E-07x^3 + 0,0002x^2 - 0,0595x - 7,2395$	0,6236
	2	$y = -2E-10x^3 + 4E-07x^2 - 0,0002x + 0,0208$	0,8416	$y = 1E-07x^3 - 0,0003x^2 + 0,2025x - 46,108$	0,8068
	3	$y = -9E-10x^3 + 2E-06x^2 - 0,0011x + 0,1534$	0,8550	$y = -6E-07x^3 + 0,0013x^2 - 0,8712x + 171,75$	0,8638
	4	$y = -4E-07x^2 + 0,0006x - 0,1848$	0,7089	$y = -2E-07x^3 + 0,0006x^2 - 0,4092x + 92,157$	0,4878
	5	$y = -4E-09x^2 + 6E-06x - 0,0011$	0,9923	$y = -3E-09x^3 + 8E-06x^2 - 0,0047x + 0,8778$	0,6137
GB 874RR	1	$y = -3E-07x^2 + 0,0005x - 0,1526$	0,9362	$y = 1E-07x^3 - 0,0003x^2 + 0,2346x - 56,637$	0,3334
	2	$y = -2E-07x^2 + 0,0003x - 0,0701$	0,5973	$y = -8E-08x^3 + 0,0002x^2 - 0,0903x + 13,269$	0,8331
	3	$y = -5E-10x^3 + 1E-06x^2 - 0,0009x + 0,2269$	0,4596	$y = 3E-07x^3 - 0,0009x^2 + 0,7292x - 190,42$	0,7696
	4	$y = -1E-07x^2 + 4E-05x + 0,0658$	0,6797	$y = 1E-07x^3 - 0,0003x^2 + 0,2537x - 47,149$	0,4917
	5	$y = -3E-08x^2 + 3E-05x - 0,005$	0,8677	$y = 3E-09x^3 - 6E-06x^2 + 0,0045x - 0,6775$	0,2495
MSOY 8866	1	$y = -1E-07x^2 + 5E-05x + 0,1256$	0,4794	$y = 7E-07x^3 - 0,0022x^2 + 1,9576x - 486,5$	0,6239
	2	$y = -1E-07x^2 + 0,0002x - 0,0507$	0,7553	$y = 6E-09x^3 + 4E-06x^2 - 0,0076x + 2,382$	0,8216
	3	$y = -1E-09x^3 + 2E-06x^2 - 0,0009x + 0,1295$	0,7628	$y = -3E-07x^3 + 0,0008x^2 - 0,5129x + 104,87$	0,4746
	4	$y = -2E-10x^3 + 1E-07x^2 + 0,0003x - 0,1107$	0,5405	$y = -1E-07x^3 + 0,0002x^2 - 0,1843x + 42,918$	0,3483
	5	$y = -4E-11x^3 + 7E-08x^2 - 3E-05x + 0,004$	0,8396	$y = -1E-08x^3 + 2E-05x^2 - 0,0124x + 2,1153$	0,9893
MSOY 8757	1	$y = -9E-10x^3 + 2E-06x^2 - 0,0006x + 0,0443$	0,9093	$y = -3E-07x^3 + 0,0006x^2 - 0,3754x + 65,435$	0,8712
	2	$y = -4E-10x^3 + 5E-07x^2 - 0,0001x + 0,0008$	0,7132	$y = -2E-07x^3 + 0,0003x^2 - 0,1557x + 22,892$	0,6564
	3	$y = -8E-10x^3 + 2E-06x^2 - 0,0013x + 0,2895$	0,8031	$y = -1E-07x^3 + 0,0003x^2 - 0,2182x + 43,746$	0,8527
	4	$y = -1E-09x^3 + 3E-06x^2 - 0,0021x + 0,4378$	0,9857	$y = -3E-07x^3 + 0,0007x^2 - 0,5077x + 107,38$	0,9721
	5	$y = -1E-09x^3 + 3E-06x^2 - 0,0021x + 0,4378$	0,9857	$y = -1E-08x^3 + 4E-05x^2 - 0,0264x + 5,2489$	0,9780

X = soma térmica acumulada (GDA); Y = taxas de crescimento.

Tabela 2. Número máximo de trifólios (NMT) e GDA para máxima área foliar de diferentes cultivares de soja em diferentes épocas de plantio, na região de Sinop, MT.

Table 2. Maximum number of trifoliolate leaves (NMT) and accumulated thermal (GDA) for maximum leaf area of different soybean cultivars, on different dates planting - Sinop, MT, Brazil.

Época de semeadura	TMG 132RR		GB 874RR		MSOY 8866		MSOY 8757	
	NMT	GDA	NMT	GDA	NMT	GDA	NMT	GDA
1º(18/10/13)	26,60	1218	21,0	1105	25,1	1300	28,1	1305
2º(28/10/13)	21,80	1323	22,6	1280	12,5	1101	23,4	1186
3º(07/11/13)	18,13	1053	20,0	1163	18,5	1083	17,4	1043
4º(17/11/13)	30,60	1142	23,5	1087	26,0	1200	23,1	1199
5º(27/11/13)	18,20	1110	15,2	1020	21,3	1300	21,3	1194

ciclo tardio no Distrito Federal obteve resultados semelhantes referentes à fase fenológica e máxima área foliar, porém a exigência térmica necessária foi de aproximadamente 850 GDA. Estes valores podem variar de acordo com o comportamento fenológico da planta e as condições climatológicas nas respectivas fases de desenvolvimento.

Em geral, para as quatro cultivares avaliadas, aos 40 dias após a semeadura ou quando as plantas estavam no terceiro estágio vegetativo (V3), observaram-se na média, necessidades de 28,9 e 35,7 GDA para a formação de um trifólio (Tabela 3). As cultivares semeadas na segunda e quinta época, necessitaram de maior soma térmica para os intervalos entre cada fase fenológica.

Tabela 3. Exigências térmicas para o filocrono de quatro cultivares de soja, em diferentes épocas de semeadura, na região Médio-Norte do Mato Grosso.

Table 3. Thermal requirements for phyllochron four soybean cultivars in different sowing times in Sinop, MT, Brazil.

Época	Cultivares			
	TMG 132	GB 874	MSOY 8866	MSOY 8757
1 - (18/10)	24,39	23,87	28,09	25,38
2 - (28/10)	27,78	30,67	53,76	34,60
3 - (07/11)	30,58	34,60	34,72	32,57
4 - (17/11)	25,06	22,12	24,21	26,04
5 - (27/11)	34,25	35,34	40,49	33,90
Média	28,4±4,1	29,3±6,1	36,2±11,6	30,5±4,4

Meotti et al. (2012) submetendo cultivares de soja á diferentes datas de semeadura, obtiveram plantas com menor altura, antecipação do florescimento e formação de vagem para semeaduras tardias, devido aos fatores não propícios para seu desenvolvimento como dias de fotoperíodo longo.

A Figura 3 apresenta o comportamento da correlação entre NF e GDA, para obtenção do filocrono, sendo que os valores mínimos e máximos são referentes a primeira e a última coleta antecedente da desfolha, respectivamente.

Em geral foram obtidos coeficientes de determinação ($R^2 > 0,9$) para as quatro cultivares de soja, corroborando com os resultados observados por Martins et al. (2012) para a cultura da oliveira e Streck et al. (2009) para o milho.

O filocrono pode variar por características do cultivar e/ou pela época de semeadura, Streck et al. (2009) comparando cultivares de milho obteve maiores valores de filocrono para cultivares de semeadura tardia. Pela Tabela 3, nota-se que as cultivares convencionais, semeadas na segunda época (28/10), e as transgênicas semeadas na quinta época (27/11) necessitaram de maior soma térmica para a emissão de um trifólio.

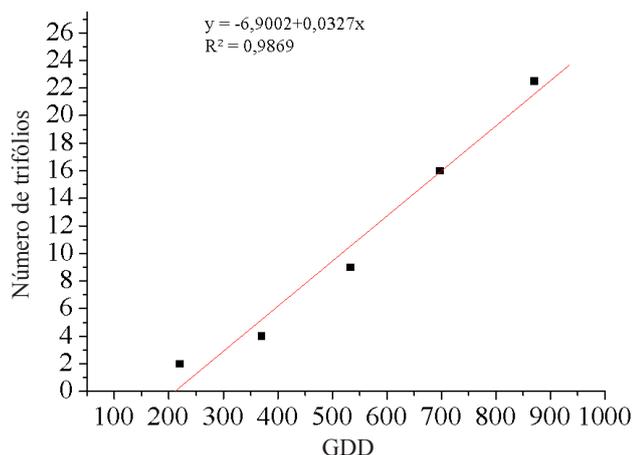


Figura 3. Número de trifólios em função dos graus-dias acumulados de desenvolvimento para a soja em Sinop, MT.

Figure 3. Number of trifoliolate leaves in relation of the accumulated degree-days for soybeans development in Sinop, MT, Brazil.

4. CONCLUSÕES

As taxas de crescimento para cultivares transgênicas e convencionais, semeadas em diferentes épocas apresentam valores distintos, porém com sazonalidade e tendências semelhantes.

As estimativas de taxas de crescimento baseadas em graus-dias acumulados para a soja, apresentam melhores ajustes com modelos polinomiais quadráticos ou de terceira ordem.

O filocrono é recomendado para tomadas de decisão de práticas culturais para cultivares transgênicas e/ou convencionais na região de Sinop, MT, variando de 28 a 36 GDA por trifólio emitido.

5. AGRADECIMENTOS

Aos integrantes do Grupo de Pesquisa “Interações Ambiente e Planta” e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento e Pesquisa Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa de Iniciação Científica dos autores e pelo apoio financeiro do projeto (Edital Universal CNPq 14/2014, Processo: 461544/2014-8).

6. REFERÊNCIAS

- BENICASA, M. P. **Análise de Crescimento de Plantas (noções básicas)**. Jaboticabal: FUNEP. 2004. 42p.
- BERGAMASCHI, H.; DALMAGO, G. A.; COMIRAN, F.; BERGONCI, J. I.; MÜLLER, A. G.; Déficit hídrico e produtividade na cultura do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 2, p. 243-249, 2006. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2006000200008>
- CAMPOS, M. F.; ONO, E. O.; BOARO, C. S. F.; RODRIGUES, J. D. Análise de crescimento em plantas de soja com substâncias reguladoras. **Revista Biotemas**, Florianópolis, v. 21, n. 3, p. 53-63, 2008. <http://dx.doi.org/10.5007/2175-7925.2008v21n3p53>
- COELHO, A. M. **Nutrição e adubação do Milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho, 2007. 10p. (Circular técnica, 78)
- CORREA, S. T. R.; DOURADO NETO, D.; LORENÇONI, R.; SCARPARE, F. V.; VIVIAN, R.; RUIZ, E. T. Aplicações e limitações da modelagem em agricultura: Revisão. **Revista de Agricultura**, Piracicaba, v. 86, n. 1, p. 1-13, 2011.
- FARIAS, J. R. B.; NEPOMUCNO, A. L., NEUMAIER, N. **Ecofisiologia da soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2007. 9 p. (Circular técnica, 48).
- FERRARI, E.; PAZ, A. da; SILVA, A. C. Déficit hídrico no metabolismo da soja em semeaduras antecipadas no Mato Grosso. **Nativa**, Sinop, v. 3, n. 1, p. 67-77, 2015. <http://dx.doi.org/10.14583/2318-7670.v03n01a12>
- LUCCHESI, A. A. **Utilização prática da análise quantitativa do crescimento vegetal**. Anais da Esalq. Piracicaba. 1985. V. XLII. p. 401-428.
- MARTINS, F. B.; REIS, D. F.; PINHEIRO, M. V. M. Temperatura base e filocrono em duas cultivares de oliveira. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 42, n. 11, p. 1975-1981, 2012. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782012001100011>
- MEOTTI, G. V.; BENIN, G.; SILVA, R. R.; BECHE, E.; MUNARO, L. B. Épocas de semeadura e desempenho agrônomo de cultivares de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 47, n. 1, p. 14-21, 2012. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2012000100003>
- OLIVEIRA, A. D.; MEIRELLES, M. L.; FARIAS, S. E. M.; FRANCO, A. C. Variáveis meteorológicas e estimativas da evapotranspiração num cultivo de soja no cerrado. **Boletim de pesquisa e desenvolvimento**. Planaltina: Embrapa Cerrados. p. 14-17, 2011.
- OMETTO, J. C. **Bioclimatologia vegetal**. São Paulo: Agronômica Ceres. p. 440, 1981.
- PEREIRA, A. R.; ANGELOCCI, L. R.; SENTELHAS, P. C. **Agrometeorologia: fundamentos e aplicações práticas**. Guaíba: Agropecuária, 2002. 478p.

- RICHTER, G. L.; ZANON JÚNIOR, A.; STRECK, N. A.; GUEDES, J. V. C.; KRÄULICH, B.; ROCHA, T. S. M.; WINCK, J. E. M.; CERA, J. C. Estimativa da área foliar de cultivares antigas e modernas de soja por métodos não destrutivo. **Bragantia**, Campinas, v. 73, n. 4, p. 416-425, 2014. <http://dx.doi.org/10.1590/1678-4499.0179>
- SILVA, A. C.; LEONEL, S.; SOUZA, A. P.; SOUZA, M. E.; TANAKA, A. A. Crescimento de figueira sob diferentes condições de cultivo. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 41, n. 4, p. 539-551, 2011. <http://dx.doi.org/10.5216/pat.v41i4.13223>
- SILVA, A. F.; SEDIYAMA, T.; BORÉM, A. **Soja: do plantio à colheita**. Viçosa: Editora UFV. p.58-59, 2015.
- SOUZA, A. P.; MOTA, L. L.; ZAMADEI, T.; MARTIM, C. C.; ALMEIDA, F. T.; PAULINO, J. Classificação climática e balanço hídrico climatológico no estado de Mato Grosso. **Nativa**, Sinop, v. 1, n. 1, p. 34-43, 2013. <http://dx.doi.org/10.14583/2318-7670.v01n01a07>
- STRECK, N. A.; LAGO, I.; SAMBORANHA, F. K.; GABRIEL, L. F.; SCHWANTES, A. P.; SCHONS, A. Temperatura base para aparecimento de folhas e filocrono da variedade de milho BRS Missões. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 1, p. 224-227, 2009. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782009000100035>
- STRECK, N. A.; MICHELON, S.; BOSCO, L. C.; LAGO, I.; WALTER, L. C.; ROSA, H. T.; Soma térmica de algumas fases do ciclo de desenvolvimento da escala de counce para cultivares sul-brasileiras de arroz irrigado. **Bragantia**, Campinas, v. 66, n. 2, p. 357-364, 2007. <http://dx.doi.org/10.1590/S0006-87052007000200020>
- STRECK, N. A.; MICHELON, S.; ROSA, H. T.; WALTER, L. C.; BOSCO, L. C.; PAULA, G. M.; CAMERA, C.; SAMABORANHA, F. K.; MARCOLIN, E.; LOPES, S. J. Filocrono de genótipos de arroz irrigado em função de época de semeadura. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 37, n. 2, p. 323-329, 2007. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782007000200005>