

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO  
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE SINOP  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E AMBIENTAIS

**CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO DE CULTIVARES DE SOJA  
EM DIFERENTES ÉPOCAS DE SEMEADURA**

**Edgar Boeing**  
Engenheiro Agrônomo

2017

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO  
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE SINOP  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E AMBIENTAIS

**CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO DE CULTIVARES DE SOJA  
EM DIFERENTES ÉPOCAS DE SEMEADURA**

**Edgar Boeing**

Engenheiro Agrônomo

**Orientador: Profa. Dra. Andréa Carvalho da Silva**  
**Co-orientador: Prof. Dr. Adilson Pacheco de Souza**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Agronomia, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Agronomia. Área de concentração: Fitotecnia.

Agosto de 2017

**Dados Internacionais de Catalogação na Fonte.**

B671c BOEING, EDGAR.  
CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO DE  
CULTIVARES DE SOJA EM DIFERENTES ÉPOCAS DE  
SEMEADURA / EDGAR BOEING. -- 2017  
xi, 83 f. : il. color. ; 30 cm.

Orientadora: Andréa Carvalho da Silva.  
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Mato  
Grosso, Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais,  
Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Sinop, 2017.

1. análise de crescimento. 2. épocas de semeadura. 3.  
temperatura do ar. 4. soma térmica acumulada. I. Título.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a)  
autor(a).

**Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte.**

## DEDICATÓRIA

Somente ao nosso Senhor.  
Todos os frutos e toda glória.

## **AGRADECIMENTOS**

Aos integrantes do Grupo de Pesquisa “Interações Ambiente e Planta” pelo sumo esforço na condução e desenvolvimento deste experimento, em especial a colega Brena Ferneda, a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) pela concessão da bolsa de mestrado ao Conselho Nacional de Desenvolvimento e Pesquisa Tecnológico (CNPq) e pelo apoio financeiro do projeto (Edital Universal CNPq 14/2014, Processo: 461544/2014-8). Aos meus orientadores Andréa Carvalho da Silva e Adilson Pacheco de Souza o meu muito obrigado.

## SUMÁRIO

RESUMO.....	xi
ABSTRACT .....	xii
CAPÍTULO 1: CONSIDERAÇÕES GERAIS .....	13
1. INTRODUÇÃO.....	13
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	16
2.1 Fatores endógenos .....	16
2.1.1 Processo de senescência do vegetal.....	16
2.1.2 Fotossíntese e área foliar .....	17
2.2 Estádios de desenvolvimento de soja .....	19
2.2.1 Estádios Vegetativos .....	19
2.2.2 Estádios Reprodutivos.....	20
2.2.3 Tipo de crescimento .....	21
2.2.4 Grupo de Maturidade Relativa .....	21
2.3 Ecofisiologia.....	22
2.4 Exigências climáticas .....	22
2.4.1 Temperatura e fotoperíodo .....	22
2.4.2 Radiação Solar .....	25
2.4.3 Exigências hídricas.....	27
2.5 Análise de crescimento .....	29
2.6 Época de semeadura .....	29
CAPÍTULO 2 – CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO DE CULTIVARES DE SOJA EM DIFERENTES ÉPOCAS DE SEMEADURA .....	31
RESUMO.....	31
INTRODUÇÃO.....	32
MATERIAL E MÉTODOS .....	34
2.1 Caracterização do local .....	34
2.2 Tratamentos .....	34
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	38
3.1 Variações climáticas .....	38
3.2 Fenologia.....	42
3.3 Parâmetros morfométricos.....	45
3.4 Produtividade.....	50

3.5	Acúmulo e partição de massa seca .....	52
	Cultivar TMG 132 RR.....	52
	Cultivar GB 874 RR .....	53
	Cultivar MSOY 8866 .....	54
	Cultivar MSOY 8757 .....	56
	Regressões Polinomiais .....	57
	Partição de massa seca.....	59
3.6	Taxas de crescimento.....	65
4	CONCLUSÕES .....	76
5	REFERÊNCIAS.....	77

**LISTA DE TABELA**

Tabela 1. Análise de solo referente a safra 2013/14, profundidade 0-20 cm em Sinop-MT.....	35
Tabela 2. Análise de solo referente a safra 2014/15, profundidade 0-20 cm em Sinop-MT.....	35
Tabela 3. Intervalo de Kt para índices de cobertura solar. ....	41
Tabela 4. Quadro de graus dias de desenvolvimento (GDD) acumulado, precipitação hídrica entre coletas e estágio fenológico de 4 cultivares, safra 13/14, Sinop-MT....	43
Tabela 5. Quadro de graus dias de desenvolvimento (GDD) acumulado e precipitação hídrica entre coletas, safra 14/15, Sinop-MT. ....	44
Tabela 6. Valores médios da altura, diâmetro, número de folhas e área foliar em quatro cultivares de soja em função das diferentes épocas de semeadura. Sinop, MT, 2014. ....	47
Tabela 7. Valores médios da altura, diâmetro, número de folhas, massa seca total e área foliar em quatro cultivares de soja em função das diferentes épocas de semeadura. Sinop, MT, 2015. ....	48
Tabela 8. Valores médios de produção e produtividade em quatro cultivares de soja em função das diferentes épocas de semeadura. Sinop, MT, 2014.....	51
Tabela 9. Valores médios de produção e produtividade em quatro cultivares de soja em função das diferentes épocas de semeadura. Sinop, MT, 2015.....	51
Tabela 10. Regressões polinomiais das curvas do acúmulo total de massa seca, em função dos graus dias acumulados, para quatro cultivares de soja, em diferentes épocas de plantio, nas safras 2013/2014 e 2014/2015, em Sinop, MT.....	58
Tabela 11. Regressões polinomiais de estimativa das taxas de assimilação líquida (TAL), 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, .....	72

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Variações das Temperaturas do ar (A; B) na safra I, de outubro de 2013 a março de 2014 e safra II de outubro de 2014 a março de 2015, na região de Sinop-MT.....	38
Figura 2. Variações das precipitações (A; B) na safra I, de outubro de 2013 a março de 2014 e safra II de outubro de 2014 a março de 2015, na região de Sinop-MT. ...	39
Figura 3. Variações do índice de transmissividade (Kt) na safra I (A), de outubro de 2013 a março de 2014 e safra II (B) de outubro de 2014 a março de 2015, na região de Sinop-MT.....	41
Figura 4. Curvas do acúmulo total de massa seca da cultivar de soja TMG 132 RR em diferentes épocas de plantio, Sinop, MT, 2014 (A) e 2015 (B). ....	52
Figura 5. Curvas do acúmulo total de massa seca da cultivar de soja GB 874 RR em diferentes épocas de plantio, Sinop, MT, 2014 (A) e 2015 (B).....	53
Figura 6. Curvas do acúmulo total de massa seca da cultivar de soja MSOY 8866 em diferentes épocas de plantio, Sinop, MT, 2014 (A) e 2015 (B).....	54
Figura 7. Curvas do acúmulo total de massa seca da cultivar de soja MSOY 8757 em diferentes épocas de plantio, Sinop, MT, 2014 (A) e 2015 (B).....	56
Figura 8. Distribuição de matéria seca de folha, caule, raiz, flor e vagem, da primeira época, safra 13/14 (A) e safra 14/15 (B) em porcentagem total de soja das cultivares TMG 132 RR, GB 874 RR, MSOY 8866 e MSOY 8757, em Sinop-MT.....	59
Figura 9. Distribuição de matéria seca de folha, caule, raiz, flor e vagem, da segunda época, safra 13/14 (A) e safra 14/15 (B), em porcentagem total de soja das cultivares TMG 132 RR, GB 874 RR, MSOY 8866 e MSOY 8757, em Sinop-MT.....	61
Figura 10. Distribuição de matéria seca de folha, caule, raiz, flor e vagem, da terceira época, safra 13/14 (A) e safra 14/15 (B), em porcentagem total de soja das cultivares TMG 132 RR, GB 874 RR, MSOY 8866 e MSOY 8757, em Sinop-MT.....	62
Figura 11. Distribuição de matéria seca de folha, caule, raiz, flor e vagem, da quarta época, safra 13/14 (A) e safra 14/15 (B), em porcentagem total de soja das cultivares TMG 132 RR, GB 874 RR, MSOY 8866 e MSOY 8757, em Sinop-MT.....	63

Figura 12. Distribuição de matéria seca de folha, caule, raiz, flor e vagem, da quinta época, safra 13/14, em porcentagem total de soja das cultivares TMG 132 RR, GB 874 RR, MSOY 8866 e MSOY 8757, em Sinop-MT.....	64
Figura 13. TAL em função de graus dias acumulados, na safra 2014 das cultivares TMG 132 RR (A), GB 874 RR (B), MSOY 8866 (C), MSOY 8757 (D), e na safra 2015 das cultivares TMG 132 RR (E), GB 874 RR (F), MSOY 8866 (G), MSOY 8757 (H), Sinop-MT.....	65
Figura 14. TCC em função de graus dias acumulados, na safra 2014 das cultivares TMG 132 RR (A), GB 874 RR (B), MSOY 8866 (C), MSOY 8757 (D), e na safra 2015 das cultivares TMG 132 RR (E), GB 874 RR (F), MSOY 8866 (G), MSOY 8757 (H), Sinop-MT.....	68
Figura 15. TCR em função de graus dias acumulados, na safra 2014 das cultivares TMG 132 RR (A), GB 874 RR (B), MSOY 8866 (C), MSOY 8757 (D), e na safra 2015 das cultivares TMG 132 RR (E), GB 874 RR (F), MSOY 8866 (G), MSOY 8757 (H), em Sinop, MT.....	69
Figura 16. TCA em função de graus dias acumulados, na safra 2014 das cultivares TMG 132 RR (A), GB 874 RR (B), MSOY 8866 (C), MSOY 8757 (D), e na safra 2015 das cultivares TMG 132 RR (E), GB 874 RR (F), MSOY 8866 (G), MSOY 8757 (H), em Sinop, MT.....	70

## RESUMO

Avaliou-se o acúmulo de massa seca, produtividade e taxas de crescimento de quatro cultivares de soja com base na soma térmica acumulada, com semeaduras em diferentes épocas, em Latossolo Vermelho-Amarelo, nas safras 13/14 e 14/15 na região Médio-Norte do Mato Grosso. Foram avaliadas as cultivares TMG 132 RR, GB 874 RR, MSOY 8866 e MSOY 8757, ambas de ciclo médio-tardio, em cinco épocas de semeadura para 13/14 (entre 18/10-27/11/2013) e quatro para 14/15 (entre 18/10-17/11/2015), com intervalos decendiais. Foram determinadas a taxa de crescimento da cultura (TCC), a taxa de crescimento relativo (TCR), a taxa de assimilação líquida (TAL) e a taxa de crescimento absoluto (TCA). Para obtenção da soma térmica empregou-se o método de Ometto com temperaturas basais mínima e máxima de 14 e 36 °C, respectivamente. As correlações entre taxas de crescimento e GDD foram expressas por polinômios de terceira ordem, com percentuais de correlação superiores a 65%. A primeira época de semeadura (18/10) propiciou maior média dos parâmetros morfométricos e produtividade na safra 13/14, entretanto na safra seguinte o rendimento foi maior nas segunda, terceira e quarta épocas.

**PALAVRAS-CHAVE:** análise de crescimento, épocas de semeadura, temperatura do ar, soma térmica acumulada

## ABSTRACT

The accumulation of dry mass, productivity and growth rates of four soybean cultivars based on the accumulated thermal sum, with sowing at different times, were evaluated in Red-yellow Latosol, in the 13/14 and 14/15 crops in the Middle region North of Mato Grosso. The cultivars TMG 132 RR, GB 874 RR, MSOY 8866 and MSOY 8757, both of medium-late cycle, were evaluated in five sowing dates for 13/14 (between 18/10/27/11/13) and four for 14 / 15 (between 18 / 10-17 / 11/2015), with decennial intervals. Growth rate (TCC), relative growth rate (TCR), net assimilation rate (TAL) and absolute growth rate (TCA) were determined. To obtain the thermal sum, the Ometto method was used with minimum and maximum basal temperatures of 14 and 36 ° C, respectively. The correlations between growth rates and GDD were expressed by third order polynomials, with correlation percentages above 65%. The first sowing season (18/10) provided a higher average of the morphometric parameters and productivity in the 13/14 crop, however in the next harvest the yield was higher in the second, third and fourth seasons.

**KEY WORDS:** growth analysis, sowing times, air temperature, accumulated thermal sum

## **CAPÍTULO 1: CONSIDERAÇÕES GERAIS**

### **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 9,4 milhões de hectares, representando 27% da área total do país cultivada com essa cultura (IMEA, 2017).

O cultivo da soja é conduzido com elevado nível técnico em todas as suas operações. Todavia, vem passando por diversas mudanças, como alterações nas técnicas de manejo, com destaques para a adoção do sistema de semeadura direta (SSD) e a introdução da soja com transgenia RR®, tornando-se uma das culturas que mais se adaptou a esse sistema de manejo.

As variações nas épocas de semeadura podem propiciar condições meteorológicas desfavoráveis, principalmente vinculadas a restrições hídricas em determinadas fases fenológicas. Essas condicionantes, indicam a necessidade da avaliação de potenciais agroclimáticos para aprimoramento desse sistema de semeadura, e ainda, para o planejamento agropecuário em regiões em que a cultura ainda não está estabelecida visando definir as épocas de semeadura com maior probabilidade de sucesso (BERGAMASHI et al., 2006).

Por conseguinte, a variabilidade climática não prevista tem sido uma das principais fontes de riscos para os cultivos dessa cultura no estado de Mato Grosso. Nesse sentido, o zoneamento agrícola de risco climático constitui-se numa ferramenta importante no processo de tomada de decisão, permitindo, a partir das análises das variabilidades climáticas locais e de sua espacialização, a delimitação de regiões com diferentes aptidões climáticas ao cultivo.

A definição de épocas de semeaduras ajustadas aos estudos probabilísticos de distribuição temporal das chuvas, bem como a recomendação de cultivares com maiores potenciais produtivos, maior resistência ao déficit hídrico e com diferentes ciclos (precoces, semi-precoces e tardios) podem diminuir os efeitos causados pela má distribuição das precipitações pluviais e pelo uso de tecnologias não adequadas à região.

Segundo Corrêa et al. (2011), em condições favoráveis ao crescimento, os processos fisiológicos e o rendimento potencial das culturas são definidos pelas características genéticas, condições de manejo e variáveis ambientais, como solo, disponibilidade hídrica, temperatura, fotoperíodo e radiação solar, dentre outros.

Informações sobre o comportamento fisiológico das culturas de soja em semeadura na região Norte do Mato Grosso, e ainda, a possibilidade da previsão dos estádios fenológicos em função das variáveis ambientais são muitos importantes para o setor agrícola regional, pois possibilita o planejamento da época de semeadura, tratos culturais, colheita com baixo risco de perdas por precipitações, estudos de adaptação de cultivar, dentre outros.

Contudo, ressalta-se que a definição de recomendações e ações ao longo do ciclo da cultura, deve basear-se na avaliação fenológica da cultura e na identificação dos períodos críticos, para minimizar os efeitos adversos promovidos por deficiência ou estresses energéticos e/ou hídricos. É importante destacar que em muitos casos, não ocorre a adoção de práticas e técnicas orientadas, principalmente nas regiões de expansão das culturas anuais (Nordeste e Noroeste de Mato Grosso), permitindo situações de alta susceptibilidade as variações meteorológicas, principalmente com relação às chuvas.

Dessa forma, torna-se importante as análises do crescimento e desenvolvimento das culturas em diferentes situações, pois significa que o potencial de rendimento das culturas difere entre locais e anos, e entre épocas no mesmo local (PEREIRA et al., 2002). Em geral, essa quantificação do potencial produtivo pode indicar as áreas mais apropriadas para a produção de determinada cultura, além de servir também para estimativa de uma provável produtividade, considerando eventuais quebras de rendimentos por eventos atípicos (MARIN et al., 2000).

O emprego de modelos que simulam o desenvolvimento da planta, o acúmulo de matéria seca nos órgãos e o índice de área foliar, em função dos parâmetros fenológicos e climatológicos podem subsidiar uma série de assuntos relacionados à produção vegetal, facilitando o entendimento quanto ao comportamento da cultura dentro de seu contexto ambiental, podendo ser usados em escalas regional e global, para prever ou explorar o potencial produtivo sob certas condições, sendo, muitas

vezes, utilizados como ferramenta de gerência e tomada decisória (CORRÊA et al., 2011).

Os índices determinados através da análise de crescimento indicam a capacidade do sistema assimilatório das plantas em sintetizar (fonte) e alocar a matéria orgânica nos diversos órgãos (drenos), que dependem da fotossíntese, respiração e translocação de fotoassimilados dos sítios de fixação de carbono aos locais de utilização ou de armazenamento, onde ocorrem o crescimento e a diferenciação dos órgãos. Portanto, a análise de crescimento expressa às condições morfofisiológicas da planta e quantifica a produção líquida, derivada do processo fotossintético, sendo o resultado do desempenho do sistema assimilatório durante certo período de tempo. Esse desempenho é influenciado pelos fatores bióticos e abióticos à planta (LARCHER, 2004; BENINCASA, 2003).

Com o comércio de soja, obter alta produção é uma meta para os sojicultores. Pesquisas vêm desenvolvendo técnicas para alcançar altas produções, como melhoramento genético e manejo da nutrição. Todas as cultivares de soja possuem seu potencial de rendimento máximo, que é geneticamente determinado.

Uma técnica de aprimoramento cultural é o planejamento ecofisiológico que estuda o crescimento e desenvolvimento do vegetal em função do clima situado. O conhecimento da partição de matéria seca ou distribuição de fotossimilado pelo vegetal propicia melhores condições para o acúmulo de matéria seca do órgão vegetal de maior importância em determinado grau-dia de desenvolvimento.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Fatores endógenos

#### 2.1.1 Processo de senescência do vegetal

A senescência é um processo normal do desenvolvimento, pois depende da energia nutricional e é controlado pelo programa genético da própria planta. As folhas são programadas geneticamente para morrer e sua senescência pode ser iniciada por estímulos ambientais. A morte de órgãos vegetais é frequentemente associada à abscisão, um processo pelo qual as células específicas do pecíolo se diferenciam e formam uma camada de abscisão, possibilitando que o órgão senescente se separe da planta.

Muitas plantas anuais, incluindo as principais culturas vegetais, como o trigo, o milho e a soja, amarelam abruptamente e morrem após a reprodução, mesmo sob condições ótimas de crescimento. A senescência da planta inteira após um ciclo reprodutivo único é denominada senescência monocárpica (TAIZ; ZEIGER, 2009).

Experimentos realizados por Fagundes et al. (2007), avaliando crescimento, desenvolvimento e retardamento da senescência foliar em girassol ornamental pela variação das fontes e doses de nitrogênio, mostraram que a fonte de N tem influência sobre a área foliar, sendo que a fonte uréia propiciou o maior crescimento das folhas e a dose de 100 mg.L<sup>-1</sup>, aplicada duas vezes por semana via fertirrigação, favoreceu as características desejáveis para a comercialização como precocidade e retardamento da senescência das folhas.

As moléculas químicas do grupo hormonal das citocininas também possuem influência sobre o processo de senescência, conforme relatado por Oliveira et al. (2007), a adição de citocininas ao meio de cultura permitiu uma redução da senescência foliar durante o cultivo *in vitro* de *A. glabra* L., sendo que as fontes utilizadas BAP e KIN ocasionaram respectivamente, uma maior retenção de área foliar e o acúmulo de matéria seca durante o cultivo *in vitro*, possibilitando maior desenvolvimento das brotações.

### 2.1.2 Fotossíntese e área foliar

A fotossíntese é o único processo de importância biológica que pode aproveitar a energia luminosa. Os organismos fotossintetizantes utilizam a energia solar para sintetizar compostos carbonados que não poderiam ser formados sem um aporte de energia. Mais especificamente, a energia luminosa impulsiona a síntese de carboidratos e a liberação de oxigênio a partir do dióxido de carbono e água. A energia armazenada nessas moléculas pode ser utilizada mais tarde para impulsionar processos celulares na planta e servir como fonte de energia para todas as formas de vida (TAIZ; ZEIGER, 2009).

O mais ativo dos tecidos fotossintéticos das plantas superiores é o mesofilo. As células do mesofilo possuem muitos cloroplastos, os quais contêm os pigmentos verdes especializados na absorção da luz, as clorofilas. O mesofilo compreende todos os tecidos situados entre a epiderme e o sistema vascular da folha. O parênquima, usualmente, está diferenciado em tecido fotossintetizante e, portanto, contém cloroplastos. Em muitas plantas, especialmente em dicotiledôneas, dois tipos de parênquima clorofiliano podem constituir o mesofilo: paliçádico e esponjoso (APPEZATO-DA-GLORIA; CARMELLO-GUERREIRO, 2006).

A especialização do tecido paliçádico conduz com à eficiência da fotossíntese. No mesofilo claramente dorsiventral, a grande maioria dos cloroplastos é encontrada nas células do parênquima paliçádico. Devido à forma e ao arranjo das células do paliçádico, os cloroplastos podem se dispor paralelamente às paredes das células, utilizando o máximo de luz (APPEZATO-DA-GLORIA; CARMELLO-GUERREIRO, 2006; TAIZ; ZEIGER, 2009).

Outro importante fator que aumenta a eficiência fotossintética é a ampliação de um sistema de espaços intercelulares no mesofilo, já que facilita as trocas gasosas. Devido ao arranjo das células do mesofilo, grandes superfícies das células ficam expostas e entram em contato com o ar, presente nos espaços intercelulares (APPEZATO-DA-GLORIA; CARMELLO-GUERREIRO, 2006; TAIZ; ZEIGER, 2009).

A importância da área foliar de uma cultura é amplamente conhecida por ser um parâmetro indicativo de produtividade, pois o processo fotossintético depende da interceptação da energia luminosa e a sua conversão em energia química. De acordo com Leong (1980), a eficiência fotossintética depende da taxa fotossintética

por unidade de área foliar e da interceptação da radiação solar, as quais, entre outros aspectos, são influenciadas pelas características da arquitetura da copa e da dimensão do sistema fotoassimilador.

Na soja conforme a folhas se expande, sua capacidade de assimilação de CO<sub>2</sub> aumenta, atingindo um máximo poucos dias após toda sua expansão. A taxa máxima é mantida por algumas semanas antes de iniciar um gradual declínio (COSTA et al., 2008)

Assim sendo, a superfície foliar de uma planta é a base do rendimento potencial da cultura. Além disso, o conhecimento da área foliar da planta permite a estimativa da perda de água, uma vez que as folhas são os principais órgãos que participam no processo transpiratório, responsável pela troca gasosa com o ambiente (PEREIRA et al., 1997). Do exposto, o conhecimento da variação temporal do índice de área foliar em culturas perenes poderá ser útil na avaliação de várias práticas culturais como poda, adubação, irrigação, espaçamento e aplicação de defensivos, entre outros.

O aumento da área foliar propicia um aumento na capacidade da planta de aproveitar a energia solar visando à realização da fotossíntese e, desta forma, pode ser utilizada para avaliar a produtividade; além disto, o Índice de Área Foliar pode ser utilizado na estimativa da evapotranspiração e das emissões biogênicas (GONZALEZ-SANPEDRO et al., 2008).

Os modelos matemáticos que estimam a área foliar podem ser obtidos através da correlação entre a largura e o comprimento das folhas, por meio da análise de regressão, porém o método não destrutivo, baseado em medições lineares, tem sido usado por vários autores (ASTEGIANO et al., 2001). A distribuição de matéria seca entre os diferentes órgãos da planta tem papel fundamental na produção de uma cultura.

A produção de biomassa é a expressão do aumento irreversível da massa das folhas, caules, frutos e raízes ao longo do tempo, características quantitativas passíveis de serem utilizadas na comparação de cultivares (FAGERIA et al., 2006) ou genótipos com diferentes objetivos, entre eles, na utilização de diferentes tipos de coberturas do solo.

## 2.2 Estádios de desenvolvimento de soja

A caracterização dos estádios de desenvolvimento da planta de soja é essencial para a descrição dos vários períodos que a lavoura atravessa durante o ciclo da cultura. A metodologia de descrição dos estádios de desenvolvimento proposta por Fehr e Caviness, sendo a mais utilizada no mundo inteiro. Neumaier et al. (2000), propuseram uma nova escala fenológica utilizando as metodologias de Fehr e Caviness (1977), bem como Ritchie et al., (1977).

Para estas metodologias considera-se que a lavoura esteja num determinado estágio, quando coletados, no mínimo 10 plantas em pontos diversos, e após feitas todas as avaliações, constatação de que 50% ou mais das plantas amostradas se encontram naquele estágio fenológico.

O sistema de classificação fenológico adaptado divide os estádios de desenvolvimento de soja em estádios vegetativos e reprodutivos. Os estádios vegetativos são designados pela letra V e os reprodutivos pela letra R. Com exceção dos estádios VE (emergência) e VC (cotilédones), as letras V e R são seguidas de índices numéricos que identificam estádios específicos, nessas duas fases de desenvolvimento da planta (NEUMAIER et al., 2000).

### 2.2.1 Estádios Vegetativos

- VE: o estágio vegetativo representa a emergência dos cotilédones, ou seja, uma plântula recém emergida.
- VC: representa o estágio em que os cotilédones se encontram completamente abertos e expandidos, apresentando um ângulo aproximado de 180° entre os cotilédones.

A caracterização dos estádios vegetativos que sucedem ao estágio VC é feita com base no último nó (superior) da haste com uma folha completamente desenvolvida. O nó é a parte da haste onde a folha se desenvolve e é usado para a determinação dos estádios vegetativos devido ser permanente segundo Neumaier et al., (2000).

A partir do VC, as subdivisões dos estádios vegetativos são numerados sequencialmente, V1; V2; V3; V4... Vn, onde Vn é o último nó, no topo da planta,

com folha completamente desenvolvida. Assim, uma plântula está em V1 quando as folhas unifolioladas estiverem completamente desenvolvidas, ou seja, quando os bordos dos folíolos da primeira folha trifoliolada não mais se tocarem. Assim segue para V2, V3, V4..., Vn, seguindo o número de nós existentes (NEUMAIER et al., 2000; FEHR; CAVINESS, 1977).

### **2.2.2 Estádios Reprodutivos**

Os estádios reprodutivos descrevem detalhadamente o período florescimento-maturação. São denominados pela letra R seguida dos números um até oito. Os estágios reprodutivos abrangem quatro distintas fases do desenvolvimento reprodutivo da planta: florescimento (R1 e R2), desenvolvimento da vagem (R3 e R4), desenvolvimento do grão (R5 e R6) e maturação da planta (R7 e R8) (NEUMAIER et al., 2000; FEHR; CAVINESS 1977).

O início do florescimento é descrito pelo estágio R1 que ocorre com o aparecimento da primeira flor aberta. O florescimento é representado pelo estágio R2, caracterizado pela presença de uma flor aberta em um dos nós superiores da haste principal da planta. O início do desenvolvimento das vagens (R3) é caracterizado pela presença de vagens de 5 mm de comprimento, popularmente denominado “canivetinho”. O estágio R4 se caracteriza pela presença de vagens com 2 cm de comprimento ou mais, vagem completamente desenvolvida (NEUMAIER et al., 2000; FEHR; CAVINESS 1977).

Com o início de enchimento dos grãos, entra o estágio R5, que se caracteriza pela presença de uma vagem com pelo menos um grão de 3 mm de comprimento. O mesmo estágio é subdividido conforme a porcentagem de granação, em R5,1 (10%); R5,2 (11 a 25%); R5,3 (26 a 50%); R5,4 (51 a 75%) e R5,5 (76 a 100%) segundo Ritchie et al., (1977).

O estágio R6 é caracterizado pela presença de uma vagem que contenha grão verde preenchendo totalmente a cavidade da vagem. A maturação fisiológica da planta de soja é atingida no estágio R7 e se caracteriza pelo aparecimento de uma vagem normal com coloração de vagem madura (marrom-caramelo). O último estágio de desenvolvimento de soja é o R8, denominado maturação plena,

caracteriza-se pela presença de 95% das vagens com coloração maduras (NEUMAIER et al., 2000; FEHR; CAVINESS 1977).

### **2.2.3 Tipo de crescimento**

As cultivares de soja diferenciam-se em dois tipos de crescimento da planta: determinado e indeterminado. As cultivares de tipo de crescimento determinado tem como característica a paralisação do crescimento e das ramificações após o início do florescimento, que ocorre praticamente ao mesmo tempo. Em toda a extensão da planta, desenvolvem vagens e grãos do topo a base, praticamente ao mesmo tempo. As folhas do topo da planta são praticamente iguais às demais em tamanho, as cultivares apresentam um racemo longo e com muitas vagens no nó terminal (NEUMAIER et al., 2000).

Cultivares de crescimento indeterminado se diferenciam no início do florescimento, pois apenas cerca da metade da estatura final das plantas é atingida e a planta ainda apresenta crescimento em altura. O florescimento ocorre de forma escalonada, de baixo para cima na planta e o desenvolvimento das vagens e dos grãos ocorre na mesma ordem que a das flores. As folhas do topo são menores que as folhas das demais partes da planta e o nó terminal, apresenta poucas vagens (NEUMAIER et al., 2000).

### **2.2.4 Grupo de Maturidade Relativa**

Devido a planta de soja ser sensível ao fotoperíodo, dividiu-se de acordo com a latitudes para melhor indicar a adaptabilidade de cada cultivar de soja. O grupo de maturidade relativa foi numerado de 5 à 9, sendo os de grupo cinco para cultivares com latitudes maiores e, conforme a latitude diminui, os grupos de maturidade tendem a subir até 9, ou seja, a adaptabilidade de cada cultivar varia à medida em que se desloca o seu cultivo em direção ao sul ou ao norte. Portanto, cada cultivar tem uma faixa limitada de adaptação em função do seu grupo de maturidade (ALLIPRANDINI et al., 2009).

## **2.3 Ecofisiologia**

Para o sucesso da atividade agrícola, é necessário o conhecimento dos fatores do meio físico que afetam os processos fisiológicos e fenológicos das plantas. Do ponto de vista termodinâmico, meio ambiente é tudo que envolve e interage com o sistema, no caso específico da agricultura, a atmosfera, o solo e a água fazem parte do ambiente operacional das plantas agrícolas, que é um complexo de fatores climáticos, edáficos e bióticos que agem sobre o organismo ou uma comunidade ecológica e, no final, determinam sua forma e sobrevivência.

Para a máxima produção agrícola, o clima é um dos fatores mais importantes já que não podem ser controlados, sendo que previsões são estimadas e nunca exatas. Fatores como estresses abióticos, excessos de chuvas, baixo ou alto brilho solar, temperaturas altas ou baixas, podem acarretar em perda de produção (FARIAS et al., 2007).

As condições climatológicas indicam o tipo de atividade agrícola mais viável para uma região, enquanto que as condições meteorológicas indicam o nível de produtividade para determinada atividade, em um certo período de tempo, além de interferir na tomada de decisão com relação às diversas práticas agrícolas que podem ser adotadas.

## **2.4 Exigências climáticas**

### **2.4.1 Temperatura e fotoperíodo**

A planta de soja apresenta melhor adaptação a temperaturas do ar entre 20°C e 30°C; a temperatura ideal para seu crescimento e desenvolvimento está em torno de 30°C, assim como esta é a faixa de temperatura ótima para uma emergência rápida e uniforme da semente (TECNOLOGIAS..., 2013). Temperaturas abaixo de 20°C ocasionam uma baixa produção, devido ao mal funcionamento do complexo enzimático, interferindo no metabolismo, bem como temperaturas acima de 30°C, podem desnaturar algumas enzimas (proteínas) e elevar a taxa respiratória celular, gerando gasto excessivo de energia, reduzindo, portanto, a produção (FARIAS et al., 2007).

Em plantas de café Suzuki et al., (2008) e Campos et al. (2003), constataram que baixas temperaturas interferiram no processo fotossintético de várias formas, reduzindo a condutância estomática, a eficácia fotoquímica do fotossistema II, a taxa de transporte de elétrons na membrana do tilacóide, a atividade enzimática e o metabolismo de carbono (sistemas complexos de pigmentos fotossintéticos e membranas lipídicas). Ramalho et al. (2003), relataram que o fechamento dos estômatos é frequentemente apontado como uma das primeiras limitações no metabolismo fotossintético sob baixa temperaturas.

O crescimento vegetativo das plantas de soja torna-se pequeno ou nulo a temperaturas menores ou iguais a 10°C. E já temperaturas acima de 40°C possuem efeito adverso na taxa de crescimento, provocando distúrbios na floração e diminuindo a capacidade de retenção de vagens. Esses fatores acentuam-se com a ocorrência de déficits hídricos (TECNOLOGIAS..., 2013).

O florescimento das plantas de soja somente é induzido quando ocorrem temperaturas acima de 13°C. As diferenças existentes entre as datas de início e fim da fenofase floração ocorre entre os anos (safras), para uma determinada cultivar semeada numa mesma época e na mesma latitude, devido às variações de temperatura. Assim, a floração precoce ocorre, principalmente, em decorrência de temperaturas maiores que 4°C, podendo acarretar diminuição na altura da planta, que pode ser agravado com a insuficiência hídrica e/ou fotoperiódica durante a fase de divisão e alongamento celular (TECNOLOGIAS..., 2013).

A temperatura do ar e o fotoperíodo são os principais fatores abióticos que influenciam o desenvolvimento da soja, que é uma planta dita de dia curto. Segundo Setiyono et al. (2007), o fator temperatura geralmente tem influência positiva sobre a taxa de desenvolvimento da cultura. A sensibilidade ao fotoperíodo, no entanto, pode modificar essa resposta, ou seja, uma planta de dia curto em condição de dias longos reduz sua taxa de desenvolvimento. Na soja, essa sensibilidade varia conforme o genótipo e, mesmo em cultivares sensíveis, a resposta ao fotoperíodo é quantitativa e não absoluta, o que significa que a floração ocorrerá de qualquer modo (RODRIGUES et al., 2001; BASTIDAS et al., 2008).

De acordo com Farias et al. (2007), a maturação pode ser acelerada pela ocorrência de altas temperaturas. Temperaturas baixas na fase da colheita,

associadas a longos períodos chuvosos ou de alta umidade, podem provocar atraso na data de colheita, bem como o distúrbio fisiológico conhecido como haste verde e retenção foliar (TECNOLOGIAS..., 2013).

Segundo Gadioli et al. (2000), o conhecimento das exigências térmicas, desde a emergência ao ponto de maturidade fisiológica, é fundamental para a previsão da duração do ciclo da cultura em função do ambiente. Essas informações, associadas ao conhecimento da fenologia da cultura, podem ser utilizadas no planejamento para definição da época de semeadura, da utilização de insumos e da época de colheita.

A temperatura do ar é o principal elemento a influenciar no desenvolvimento e crescimento vegetal, e uma forma de analisar as interações clima-planta é por meio do uso do sistema de unidades térmicas, ou graus-dia, que traduzem a energia à disposição da planta, em cada dia. Isto porque as plantas apresentam limites de temperatura que acionam dispositivos metabólicos, e abaixo destes suas atividades fisiológicas são interrompidas (SOUZA et al., 2009).

Existe uma faixa satisfatória de temperatura para o desenvolvimento adequado e uma temperatura máxima acima da qual a taxa respiratória supera a taxa de produção de fotoassimilados. Ao invés do número de dias, a soma de graus-dia (acúmulo térmico) de que a planta necessita para completar parte ou todo o ciclo, tem sido utilizada para caracterizar as fases fenológicas e/ou a produção das plantas (MONTEITH; ELSTON, 1996).

Segundo Silva et al. (2009), a soma de graus-dias é de extrema relevância no processo de otimização e redução dos riscos climáticos, uma vez que o conhecimento das exigências térmicas da figueira contribuiu para a definição antecipada das prováveis datas de colheita, indicando o potencial climático da região para produção e permitindo o planejamento das atividades agrícolas.

A adaptação de diferentes cultivares a determinadas regiões depende, além das exigências hídricas e térmicas, de sua exigência fotoperiódica. A sensibilidade ao fotoperíodo é uma característica variável entre as cultivares de soja, ou seja, cada cultivar possui seu fotoperíodo crítico, acima do qual o florescimento é atrasado. Devido a isso, a soja é considerada planta de dia curto. Em função dessa característica, cultivares que apresentam a característica “período juvenil longo”

possuem adaptabilidade mais ampla, possibilitando sua utilização em faixas mais abrangentes de latitudes e de épocas de semeadura (TECNOLOGIAS..., 2013).

A exigência fotoperiódica torna seletivo o cultivo de vegetais em determinadas regiões devido a adaptação de cada espécie. Devido a evolução das espécies, as plantas foram originárias de diversas regiões, por isso, cada planta possui uma adaptabilidade diferente, sendo que a duração do dia, ou número de horas de luz, estabelece a indução do florescimento. A insensibilidade, gerada pelos programas de melhoramento genético, torna as cultivares de soja produtivas em diferentes regiões, e cada uma possui seu um fotoperíodo crítico, estando acima dele o florescimento é inibido temporariamente (FARIAS et al, 2007).

Ribeiro et al. (2009) trabalhando com trigo constataram que o fotoperíodo influenciou a taxa de desenvolvimento e a duração do ciclo da cultura, independentemente do processo de vernalização.

#### **2.4.2 Radiação Solar**

A disponibilidade da radiação solar é um dos fatores que mais limitam o crescimento e desenvolvimento das plantas. Toda energia necessária para a realização da fotossíntese, processo que transforma o CO<sub>2</sub> atmosférico em energia metabólica, é proveniente da radiação solar (TAIZ e ZIEGER, 2009). Larcher (2004) afirma que para a planta, a radiação é fonte de energia e estímulo regulador do desenvolvimento e segundo Mota (1987), não só a qualidade espectral da energia solar, referente aos diferentes comprimentos de onda, mas também a sua intensidade, desempenham papel fundamental no desenvolvimento morfológico das plantas.

A energia luminosa para o mecanismo fotossintético provido pela radiação solar, bem como as sinalizações para diversos processos fisiológicos. De acordo com Thomas (1994), a duração e a qualidade do espectro luminoso também determinam respostas morfológicas e fenotípicas importante em plantas de soja, como estatura da planta, indução ao florescimento e ontogenia.

A competição por radiação solar induz mudanças morfológicas nas plantas, como redução da espessura foliar, emissão de perfilhos e ramos, aumento do

comprimento dos entre-nós e reduções na proporção de matéria seca das raízes em relação à parte aérea (RAJCAN e SWANTON, 2001).

Mesmo quando a quantidade de radiação solar não é limitante, como acontece nos estádios iniciais do desenvolvimento das plantas, ocorrem alterações nas plantas devido à competição (BALLARÉ e CASAL, 2000; ALMEIDA e MUNDSTOCK, 2001). Nessa situação, por causa da absorção dos comprimentos de onda do espectro da luz visível da radiação solar na banda do vermelho pelas folhas do topo do dossel, ocorre redução na relação entre os comprimentos de onda vermelho (V) e vermelho extremo (Ve) em direção à base da planta. A radiação solar de baixa qualidade (baixa relação V:Ve) é refletida horizontalmente pelas plantas e funciona como um sinal da presença de vizinhos, desencadeando um processo de adequação da planta à competição futura (BALLARÉ e CASAL, 2000).

Sob condições de baixa qualidade de radiação solar, há maior atividade da enzima sacarose fosfato sintase, responsável pela síntese de sacarose (YANOVSKY et al., 1995), no transporte de carboidratos a longas distâncias. Desse modo, o padrão de distribuição de carboidratos é alterado antes de ocorrer redução da fotossíntese pelo sombreamento mútuo (BALLARÉ e CASAL, 2000).

O excesso da radiação solar global, devido a partição da radiação ultravioleta e infravermelho, leva a destruição da membrana celular devido a grande produção das espécies reativas de oxigênio (radicais livres) e as baixas radiações não conferem a energia necessária para o transporte de elétrons e a fotofosforilação oxidativa no processo fotossintético (FARIAS et al., 2007).

A eficiência do uso de radiação (EUR) expressa a eficiência com que a radiação solar interceptada é transformada em massa seca. Essa relação foi primeiramente observada por Monteith (1996). Entretanto, nem sempre o aumento linear de massa seca, em função da radiação interceptada, resulta em aumentos lineares de produtividade (SCHÖFFEL; VOLPE, 2001), mostrando que há outros fatores relacionados com a produtividade, como potencial genético e disponibilidade de água e nutrientes.

Em soja, a variação da eficiência do uso de radiação se dá em função do estágio de desenvolvimento e da atividade metabólica da cultura. A EUR no subperíodo vegetativo aumenta a partir da emissão do quinto trifólio, quando a

intensidade de acúmulo de massa seca é alta, mantendo-se elevada até o enchimento de grãos, onde se acentua a translocação de massa seca dos órgãos vegetativos para os reprodutivos (SCHÖFFEL & VOLPE, 2001).

No período de enchimento de grãos a EUR aumenta de forma linear, variando de  $0,89 \text{ g MJ}^{-1}$  a  $1,20 \text{ g MJ}^{-1}$  de radiação fotossinteticamente ativa interceptada. Embora a planta apresente sombreamento e pequeno incremento de massa seca de folhas, o aumento de translocação de fotoassimilados para os grãos é o principal responsável por esse comportamento. Em condições de sombreamento ou de estresse hídrico moderado, as plantas tendem a aumentar a EUR (PEREIRA et al., 2002; PURCELL, 2002).

A EUR na cultura da soja pode ser afetada em regiões que apresentam temperaturas elevadas (acima de  $33 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ), devido à diminuição do rendimento quântico da fotossíntese, situação mais acentuada por se tratar de uma espécie C3 (SINCLAIR; SHIRAIWA, 1993).

### **2.4.3 Exigências hídricas**

De todos os recursos que as plantas necessitam para crescer e se desenvolver, o fator água é o mais importante e, ao mesmo tempo, o mais limitante. A prática da irrigação de culturas reflete o fato de que a água é um recurso-chave que limita a produtividade agrícola. A disponibilidade de água limita a produtividade de ecossistemas naturais, levando a diferenças ao longo de gradientes de precipitação. As plantas utilizam enormes quantidades de água devido as trocas gasosas com absorção por difusão de  $\text{CO}_2$  para a fotossíntese. (TAIZ; ZIEGER, 2009).

A maior parte, aproximadamente 97%, da água absorvida pelas raízes é transportada pela planta e evaporada pelas folhas. Apenas uma pequena quantidade de água é absorvida pelas raízes permanece na planta para suprir o crescimento e ser usada na fotossíntese ou em outros processos metabólicos. O excesso de água no solo limita a produção também devido a falta de oxigênio no solo, onde os micros e macroporos foram ocupados pela água, inibindo a respiração das células das raízes, mais precisamente da organela mitocôndria (FARIAS et al, 2007).

A necessidade total de água na cultura da soja, para a obtenção do máximo rendimento, varia entre 450 a 800 mm.ciclo<sup>-1</sup>, dependendo das condições climáticas, do manejo da cultura e da duração do ciclo. A disponibilidade de água é mais importante, principalmente, em dois períodos de desenvolvimento da soja: germinação-emergência e floração-enchimento de grãos (TECNOLOGIAS..., 2013).

A necessidade de água na cultura da soja aumenta com o desenvolvimento da planta, atingindo o máximo durante a floração-enchimento de grãos. Para o período vegetativo, em média são necessários 7 mm.dia<sup>-1</sup> sem que haja déficit hídrico, quando avança para o estágio reprodutivo, a necessidade hídrica passa em média a 8 mm.dia<sup>-1</sup>, devido ao surgimento de flores e vagens (FARIAS et al., 2007; CASTRO et al., 2008; TECNOLOGIAS..., 2013).

Durante o período de germinação-emergência, tanto o excesso quanto o déficit de água são prejudiciais à obtenção de uma boa uniformidade na população de plantas. Déficits hídricos expressivos, durante a floração e o enchimento de grãos, provocam alterações fisiológicas na planta, como o fechamento estomático e o enrolamento de folhas e, como consequência, causam a queda prematura de folhas e de flores e abortamento de vagens, resultando em redução do rendimento de grãos (TECNOLOGIAS..., 2013; CASTRO et al., 2008; NEUMAIER, 2000).

Para minimizar os efeitos do déficit hídrico, indica-se semear apenas cultivares adaptadas à região e à condição de solo; semear em época recomendada e de menor risco climático; semear com adequada umidade em todo o perfil do solo; e adotar práticas que favoreçam o armazenamento de água pelo solo. A irrigação é uma medida eficaz, porém de custo elevado (TECNOLOGIAS..., 2013; FARIAS et al., 2007; NEUMAIER, 2000).

Devido à perda de água por transpiração para a atmosfera, as plantas raramente estão com plena hidratação. Durante períodos de seca, elas sofrem déficits hídricos que levam à inibição do crescimento e da fotossíntese. Conforme reduz o potencial da água no solo, a síntese proteica, síntese de parede e expansão celular são os processos a serem interrompidos com a desidratação, logo depois a fotossíntese e condutância estomática são diminuídos. O acúmulo de ácido abscísico e acúmulo de solutos crescem na medida que o diminui o potencial hídrico (TAIZ; ZEIGER, 2009).

## **2.5 Análise de crescimento**

A análise de crescimento é uma técnica válida para estudar as bases fisiológicas da produção e, por em evidência, a influência exercida pelas variáveis ambientais, genéticas e agronômicas. Esta técnica descreve as condições morfo-fisiológicas da planta em diferentes intervalos de tempo, dentre amostragens sucessivas e propõe-se acompanhar a dinâmica da produção fotossintética avaliada através da acumulação de fitomassa seca (SILVA et al., 2000).

Este método tem sido bastante utilizado para a investigação do efeito de fenômenos ecológicos sobre o crescimento como adaptabilidade de espécies em ecossistemas diversos, efeitos de competição de cultivares e influência de práticas agronômicas sobre o crescimento; além dos fatores intrínsecos que afetam o crescimento e que estão associados a fenômenos fisiológicos básicos, como a fotossíntese, a respiração e os processos morfogenéticos, entre outros (SILVA et al., 2000 e BENINCASA 2003).

O método clássico apoia-se na estimativa dos valores médios das variações dos dados de crescimento: taxa de crescimento da cultura (TCC), taxa de assimilação líquida (TAL), razão de área foliar (RAF), taxa de crescimento relativo (TCR), entre outros. Adotam-se intervalos de tempo fixados por duas amostras sucessivas ao longo do ciclo biológico da cultura e requer informações que podem ser obtidas sem necessidade de equipamentos sofisticados (SILVA et al., 2000; BENINCASA, 2003).

A análise de crescimento para a previsão de produções tem sido adotada na elaboração dos modelos. Para isso são necessárias séries de dados difíceis de serem obtidos porque exigem condições ambientais semelhantes. Apesar disso, tem sido possível, a partir de determinações realizadas em fases precoces do crescimento, detectar efeitos de deficiências do meio, possibilitando a correção dos mesmos, a tempo de não comprometer a produção final (BENINCASA 2003).

## **2.6 Época de semeadura**

Os fatores determinantes de uma adequada instalação da lavoura em soja são relacionados à época de semeadura, à distribuição dos fatores climáticos, às

operações de semeadura, às características das cultivares e à qualidade da semente. Entre os fatores do clima, destacam-se a umidade e a temperatura do solo para determinar melhor época de semeadura, assim promover a distribuição das chuvas durante a fase reprodutiva.

A semeadura determina a exposição das plantas às variações na distribuição da duração do ciclo, da altura da planta e da produção de grãos. Semeaduras em épocas anteriores ou posteriores ao período indicado para a região reduzem o porte e o rendimento das plantas. Tal época e a duração do ciclo das cultivares devem proporcionar que a germinação, o crescimento e a formação de grãos, ocorram durante o período com maior índice favorável para a temperatura e umidade do solo.

Resultados experimentais e dados de lavouras oriundos do Mato Grosso, têm mostrado maiores rendimentos de grãos, na maior parte dos casos, nas semeaduras de segunda quinzena de outubro e do mês de novembro (TECNOLOGIAS..., 2013).

Os períodos favoráveis não indicam, necessariamente, os períodos de semeadura para obter maior rendimento de grãos, mas sim a menor probabilidade de perdas por ocorrência de fatores climáticos. Deve-se lembrar que a questão hídrica para a cultura é tratada como zoneamento de risco climático e não de adaptação de cultivar. Os resultados dos trabalhos de zoneamento não são definitivos, sendo passível de mudanças ao longo dos anos (FARIAS et al., 2007).

## **CAPÍTULO 2 – CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO DE CULTIVARES DE SOJA EM DIFERENTES ÉPOCAS DE SEMEADURA**

### **RESUMO**

Avaliou-se o acúmulo de massa seca, produtividade e taxas de crescimento de quatro cultivares de soja com base na soma térmica acumulada, com semeaduras em diferentes épocas, em Latossolo Vermelho-amarelo, nas safras 13/14 e 14/15 na região Médio-Norte do Mato Grosso. Foram avaliadas as cultivares TMG 132 RR, GB 874 RR, MSOY 8866 e MSOY 8757, ambas de ciclo médio-tardio, em cinco épocas de semeadura para 13/14 (entre 18/10-27/11/2013) e quatro para 14/15 (entre 18/10-17/11/2015), com intervalos decendiais. Foram determinadas a taxa de crescimento da cultura (TCC), a taxa de crescimento relativo (TCR), a taxa de assimilação líquida (TAL) e a taxa de crescimento absoluto (TCA). Para obtenção da soma térmica empregou-se o método de Ometto com temperaturas basais mínima e máxima de 14 e 36 °C, respectivamente. As correlações entre taxas de crescimento e GDD foram expressas por polinômios de terceira ordem, com percentuais de correlação superiores a 65%. A primeira época de semeadura (18/10) propiciou maior média dos parâmetros morfométricos e produtividade na safra 13/14, entretanto na safra seguinte o rendimento foi maior nas segunda, terceira e quarta épocas.

## INTRODUÇÃO

A semeadura da soja na época correta afeta drasticamente a produtividade dessa cultura, além disso, com o advento da ferrugem asiática (DAL POGETTO et al., 2012) a semeadura antecipada aumenta a eficiência no controle dessa e de outras doenças da cultura, e propiciam altos rendimentos aos produtores. Portanto, o planejamento dessa atividade é item fundamental para o sucesso da lavoura.

A soja no estado do Mato Grosso tem sido semeada precocemente para viabilizar o cultivo de milho segunda safra. Entretanto, considerando as diferenças edafoclimáticas e as inúmeras cultivares lançadas anualmente, são necessários mais estudos regionalizados para que se possa avaliar melhor o efeito dos fatores ambientais no desenvolvimento das plantas de soja, nas diferentes épocas de semeadura (MEOTTI et al., 2012). Dessa forma, a época de semeadura é fator preponderante para o sucesso da lavoura, pois resulta em alterações das relações hídricas, bem como, da temperatura, do fotoperíodo e da radiação solar disponível às plantas.

Para Ferrari et al. (2015), a antecipação da semeadura melhora escalonamento desde a semeadura até a colheita, maximizando o uso do maquinário. Pode beneficiar a implantação da segunda safra, a qual fica sujeita a um menor risco de estiagem e redução de produtividade. Entretanto, a irregularidade das precipitações pluviométricas no início do período chuvoso pode incorrer em falta de umidade na fase inicial do desenvolvimento das lavouras, o que causa estresse nas plantas por conta do déficit hídrico, que nesta época é agravado pela intensa radiação solar e altas temperaturas (SOUZA et al., 2013).

Ferneda et al. (2015), relatam que as variações nas épocas de semeadura da soja podem propiciar condições meteorológicas desfavoráveis para seu desenvolvimento, principalmente vinculadas a restrições hídricas nas fases fenológicas da germinação, florescimento e enchimento de grãos. E já a semeadura tardia pode acarretar perdas da ordem de 30 a 50% na produtividade de grãos, enquanto semeaduras na época de segunda safra podem causar perdas de até 70%, em relação à época recomendada (MEOTTI et al., 2012; STÜLP et al., 2009).

A imprevisibilidade das variáveis do clima confere à ocorrência de adversidades climáticas e por se tratar de uma atividade econômica com margens

de lucro pequenas, na sojicultura não há espaços para riscos, por menor que sejam. Estresse hídricos, alta pluviosidade, temperaturas muito elevadas ou baixas, baixa luminosidade entre outros, podem reduzir significativamente a produtividade da cultura da soja (FARIAS et al. 2007).

Para que um bom manejo seja realizado, é essencial o conhecimento de como a soja cresce e se desenvolve. Sendo que a determinação da época de semeadura (FERNEDA et al., 2015) enquadra-se como um dos fatores impactantes no manejo da cultura, devido a exposição das plantas às variações na distribuição dos fatores climáticos e grande cooperação com a definição do ciclo, da altura da planta e sua produção.

A análise de crescimento de plantas é uma ferramenta que auxilia na definição ideal de semeadura, por representar o crescimento e o desenvolvimento da soja ao longo do seu ciclo diante do controle das variáveis que se modificam com o tempo, como massa seca e área foliar, que é quantificável, além disso, com os índices de crescimento é possível avaliar a relação entre os vários fenômenos biológicos e ação do ambiente, de cultivar ou do manejo (SILVA et al., 2011).

Entre as operações que requerem mais investigação, relacionadas ao crescimento das culturas, está a temperatura ideal na adição de matéria orgânica. O uso de graus-dias de desenvolvimento para estimativas de taxas de crescimento permite avaliações e aplicações mais precisas quando comparadas com a utilização de escalas temporais após semeadura (SOUZA et al., 2011).

Dada a importância sobre o conhecimento da cultura da soja, atrelados à variação climática, o objetivo deste trabalho foi avaliar o crescimento e desenvolvimento de quatro cultivares de soja, semeadas em cinco épocas, em função da soma térmica.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 Caracterização do local**

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 Latossolo 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).

### **2.2 Tratamentos**

Avaliou-se duas cultivares transgênicas (TMG 132 RR e GB 874 RR) e duas convencionais (MSOY 8757 e MSOY 8866), ambas de ciclo médio a tardio. O uso dessas cultivares foi determinado devido à quantidade semeada na região médio-norte do Mato Grosso, principalmente das cultivares MSOY 8866 e TMG 132 RR. A diferença de biotecnologia implementou-se para comparação do metabolismo das cultivares.

Os tratamentos empregados foram cinco épocas de semeadura, na safra 2013/2014 com intervalos decendiais (10 dias) de semeadura, nas datas de 18-28/10 e 07-17-27/11; e quatro épocas de semeadura na safra 2014/2015 também com intervalos decendiais de semeadura, nas datas de 18-28/10 e 07-17/11, não houve a quinta época de semeadura (27/11) na safra 14/15 devido a problemas técnicos. A data inicial de implantação do experimento foi determinada pelo início das precipitações.

O arranjo experimental foi de parcelas subdivididas, época como parcela e cultivares (tratamento) como subparcela, com quatro repetições, sendo que as parcelas experimentais apresentaram áreas de 20 m<sup>2</sup> (5,0 x 4,0 m), compreendendo 10 linhas de plantio de 0,5 m de espaçamento. Com dados analisados a Tukey de 5% de significância. As coletas ocorreram com intervalos de 14 dias a partir da

emergência, com total de 8 coletas na safra 13/14 e 21 dias de intervalo após emergência, com 5 coletas, para 14/15.

Para o manejo da semeadura, utilizou-se uma semeadora de 5 linhas com engate de 3 pontos. A profundidade da semente ficou a 4cm da superfície do solo, com 16-17 sementes por metro, para um percentual de germinação de 87, obtendo um estande de 300.000 plantas, nas safras 13/14 e 14/15. O tratamento de sementes foi industrial, com 0,8 L p.c. 100 kg de semente<sup>-1</sup> de CropStar® + 0,1 L p.c. 100 kg de sementes<sup>-1</sup> de Derosal 500 sc®.

A correção do solo na safra 13/14 foi feita com 4 toneladas ha<sup>-1</sup> de calcário 'filler' incorporado com 2 "mãos" de grade aradora. Para a adubação, aplicou superficialmente 600 kg ha<sup>-1</sup>, para safra 13/14, de 04-20-20 com pulverização de micronutrientes, compreendendo um total de 24-120-120 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio, fósforo e potássio, respectivamente, para a safra 13/14, de acordo com a análise de solo na tabela 1. Na safra 14/15, como houve a correção do solo, não houve a necessidade de calcário (tabela 2) e a adubação foi de 500 kg ha<sup>-1</sup> de 04-20-20. Para ambas as safras adubou como complemento 200 kg ha<sup>-1</sup> de ureia, fonte de 44% nitrogênio.

Tabela 1. Análise de solo referente a safra 2013/14, profundidade 0-20 cm em Sinop-MT.

Perfil	pH	P	K	Ca	Mg	Al	H	H+Al	M.O.	SB	T
	H <sub>2</sub> O	Mg/dm <sup>3</sup>			Cmol/dm <sup>3</sup>				g/dm <sup>3</sup>	Cmol/dm <sup>3</sup>	
	4,67	1,25	29	0,64	0,21	0,45	5,35	5,80	34,39	0,92	6,72
0-20	V	m	Areia	Silte	Argila	Zn	Cu	Mn	B	S	
	%		g/dm <sup>3</sup>			Mg/dm <sup>3</sup>					
	13,69	32,85	300	188	512	0,54	0,46	12,35	0,31	25,55	

Tabela 2. Análise de solo referente a safra 2014/15, profundidade 0-20 cm em Sinop-MT

Perfil	pH	P	K	Ca	Mg	Al	H	H+Al	M.O.	SB	T
	H <sub>2</sub> O	Mg/dm <sup>3</sup>			Cmol/dm <sup>3</sup>				g/dm <sup>3</sup>	Cmol/dm <sup>3</sup>	
	5,80	2,44	55	1,90	1,16	0,00	3,10	3,10	30,51	3,20	6,30
0-20	V	m	Areia	Silte	Argila	Zn	Cu	Mn	B	S	
	%		g/dm <sup>3</sup>			Mg/dm <sup>3</sup>					

---

50,78	0,00	342	162	496	5,61	0,45	14,02	0,12	20,08
-------	------	-----	-----	-----	------	------	-------	------	-------

---

A altura (cm) da planta obteve entre a superfície do solo e a gema apical da haste principal. O número de folhas, flores e vagens por planta foi obtido pela contagem direta e o diâmetro medido no colo da planta com um paquímetro digital. Para avaliar as taxas de crescimento foram obtidas a massa seca das diferentes partições das plantas (folhas, caule, raízes, inflorescências e vagens) por meio de secagem em estufa com circulação forçada, a (60 °C ± 5 °C), até atingir peso constante. A área foliar foi obtida por meio do medidor LI-3000, LICOR. Para as análises de altura, diâmetro, número de folhas, massa seca total e área foliar, utilizou os valores médios dos tratamentos.

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: razão de área foliar (RAF), determinada pela razão entre a área foliar e a fitomassa seca; índice de área foliar (IAF), definido pela área total da superfície foliar em relação à área de solo ocupada pela planta; taxa de crescimento da cultura (TCC), a qual determina a produção de matéria seca em determinado tempo; taxa de crescimento relativo (TCR), descrita pela relação da quantidade de biomassa produzida em relação a matéria já existente durante o intervalo de tempo entre duas avaliações; taxa de assimilação líquida (TAL), obtida pela relação entre a área foliar e a massa seca total produzida em determinado período de tempo; e taxa de crescimento absoluto (TCA), a qual é determinada pelo quociente entre o incremento de matéria seca obtido no intervalo entre duas avaliações, conforme Silva et al. (2011) e Benincasa (2003).

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

$$TCC = TAL * IAF$$

$$TCR = TAL * RAF$$

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

em que:

IAF - índice de área foliar (adimensional); AF - área foliar (cm<sup>2</sup>); S - área de solo ocupada pela planta (cm<sup>2</sup>); TAL - taxa de assimilação líquida (g cm<sup>-2</sup> dia<sup>-1</sup>); MS -

massa seca (g); T - tempo (dias após o plantio); TCC - taxa de crescimento da cultura ( $\text{g cm}^{-2} \text{ dia}^{-1}$ ); TCR - taxa de crescimento relativo ( $\text{g g}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ ); RAF - razão de área foliar e TCA - taxa de crescimento absoluto ( $\text{g dia}^{-1}$ ).

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 de desenvolvimento (GDD) 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:  $TM > TB > Tm > Tb$

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

Caso 5:  $TM > TB > Tb > Tm$

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

em que:

GD – Graus-dia (°C); TM – Temperatura máxima do dia; Tm – Temperatura mínima do dia; TB – Temperatura basal superior; Tb – Temperatura basal inferior.

Para avaliar o desempenho produtivo as plantas da área útil de cada parcela foram colhidas manualmente em fase de maturação plena (R8) e trilhadas em máquina estacionária, sendo os grãos obtidos pesados em balança com capacidade de 5 kg e a umidade corrigida para 140 g  $\text{kg}^{-1}$  para obtenção da produtividade. O valor da produtividade obtido em  $\text{kg parcela}^{-1}$  foi transformado para  $\text{kg. ha}^{-1}$ .

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Variações climáticas

As variações da temperatura do ar (figura 1A-B) e das precipitações (figura 2A-B) ao longo do ciclo da cultura, evidenciam uma redução da amplitude térmica diurna no verão.

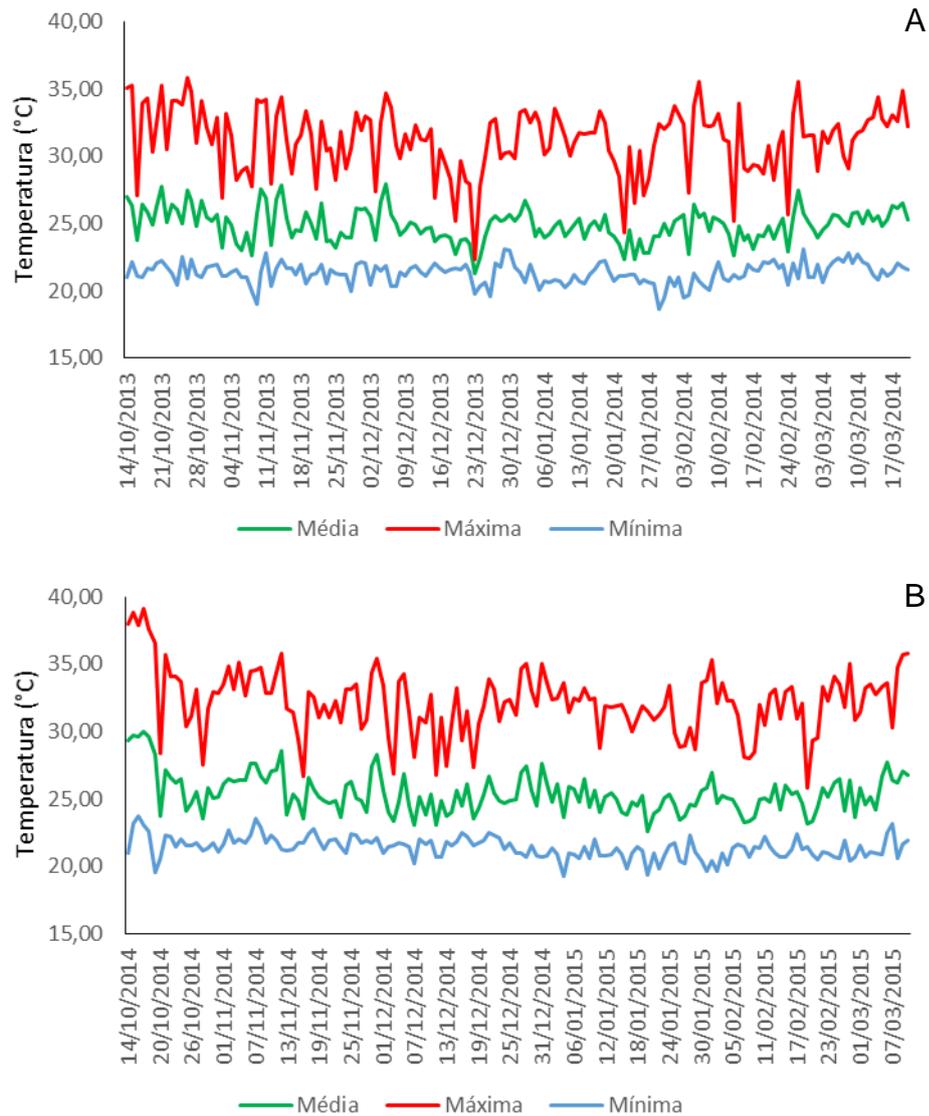


Figura 1. Variações das Temperaturas do ar (A; B) na safra I, de outubro de 2013 a março de 2014 e safra II de outubro de 2014 a março de 2015, na região de Sinop-MT.

As precipitações foram baixas entre 15/09 e 10/10, na safra 2013/2014 indicando que sementeiras nesse período estariam sujeitas a altos riscos de insuficiência hídrica para germinação, que aliado ao manejo, às propriedades físicas

do solo (capacidade de retenção de água) e a profundidade de semeadura, e ainda em função do pequeno sistema radicular da planta nessa fase, podem gerar demanda de replantios para manutenção do estande. Já no mesmo período na safra seguinte observou-se uma elevada precipitação pluviométrica (65 mm), para o início do período chuvoso da região, seguido de um período de estiagem no início do mês de novembro, o que também causaria queda no estande de plantas.

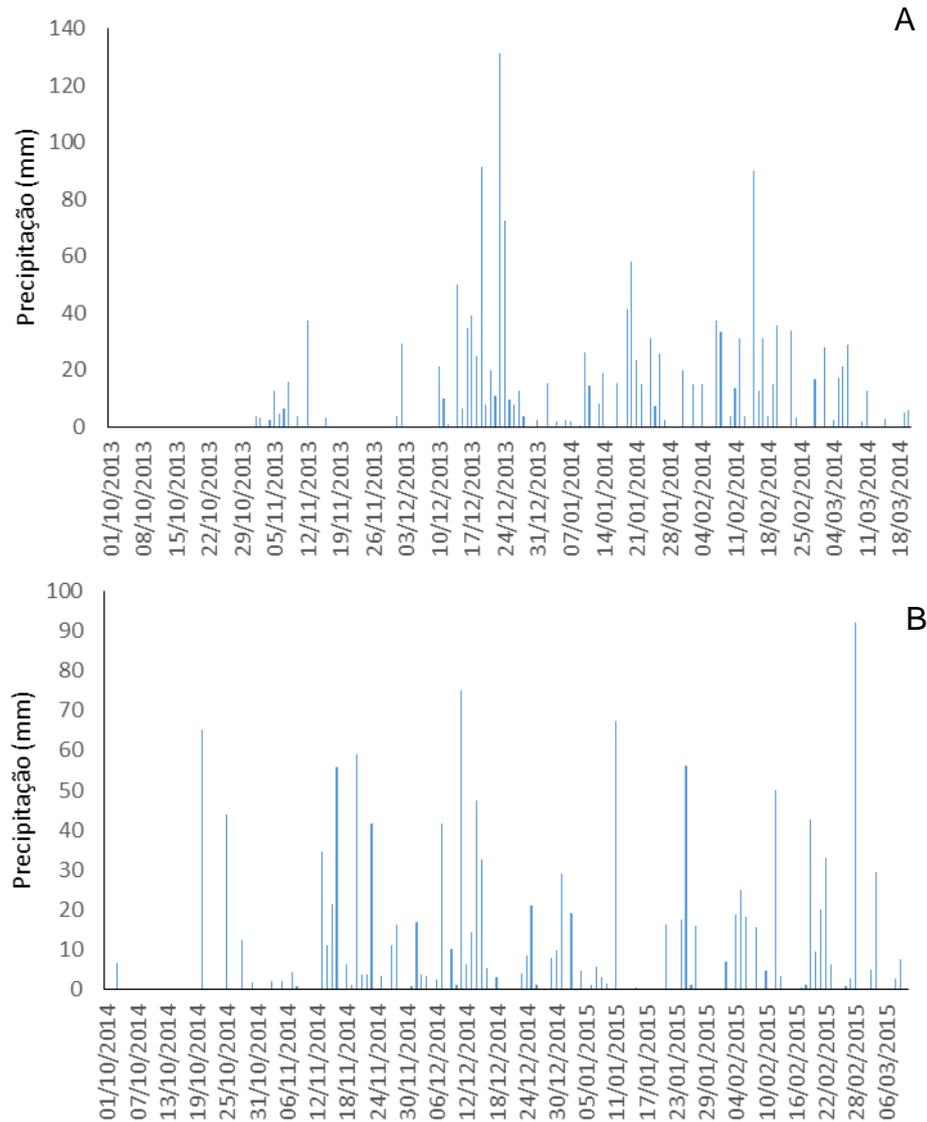


Figura 2. Variações das precipitações (A; B) na safra I, de outubro de 2013 a março de 2014 e safra II de outubro de 2014 a março de 2015, na região de Sinop-MT.

Ao final de outubro em ambas as safras as temperaturas decresceram e juntamente com o regime hídrico crescente, geraram condições favoráveis ao desenvolvimento da cultura e ideais para avaliação do comportamento das

cultivares, que por sua vez, apresentaram diferentes velocidades de crescimento para as épocas de semeadura. A Temperatura máxima permaneceu por volta dos 35 °C, alcançando valores próximos de 40 °C no início do período chuvoso da safra 2014/2015, enquanto as temperaturas mínimas ficaram acima da Temperatura basal mínima requerida pela espécie de 14 °C.

Para o crescimento e desenvolvimento a cultura tem como exigência a faixa de temperaturas ótimas entre 20°C e 30°C, sendo considerada como ideal a temperatura de 30° C. O crescimento vegetativo da soja é baixo ou nulo em temperaturas abaixo de 10°C, e acima de 40°C ocorrem efeitos adversos no metabolismo reduzindo o crescimento da planta, sendo agravado em condições de déficit hídrico (FONTANA et al., 2001; FARIAS et al., 2007). Na região norte do estado de Mato Grosso a soja encontra amplitude térmica ideal para seu desenvolvimento conforme dados climatológicos da região, apresentando temperaturas médias mensais variando entre 24 e 27 °C (SANTOS et al., 2013).

Outro importante fator das variáveis climáticas é a nebulosidade. As nuvens reduzem a quantidade de energia solar absorvida no sistema Terra-Atmosfera, tendo em vista que a refletividade das mesmas é bem maior do que a refletividade da atmosfera sem nuvens (MENEZES; DANTAS, 2002), e com isso há uma maior ou menor transmissão radiativa. Por sua vez, o índice de transmissividade (Kt) ainda permite verificar a condição com que a radiação solar, após a passagem pela atmosfera, está alcançando a superfície.

Na figura 3A-B exibe o Kt das safras 13/14 e 14/15. As variações de Kt ao longo da primeira safra manteve-se abaixo de 0,35, considerado nublado (tabela 3), a partir da segunda quinzena de dezembro variando á parcialmente nublado até próximo do fim do mesmo mês. O mesmo ocorreu na semana do dia 20 á 27 de janeiro de 2014 e praticamente todo o mês de fevereiro de 2014 permaneceu nublado. Na safra 14/15 não houve longos períodos críticos de baixo Kt, os índices iam abaixo de 0,35, porém com uma rápida ascensão a 0,5, caracterizando chuva seguida de céu aberto.

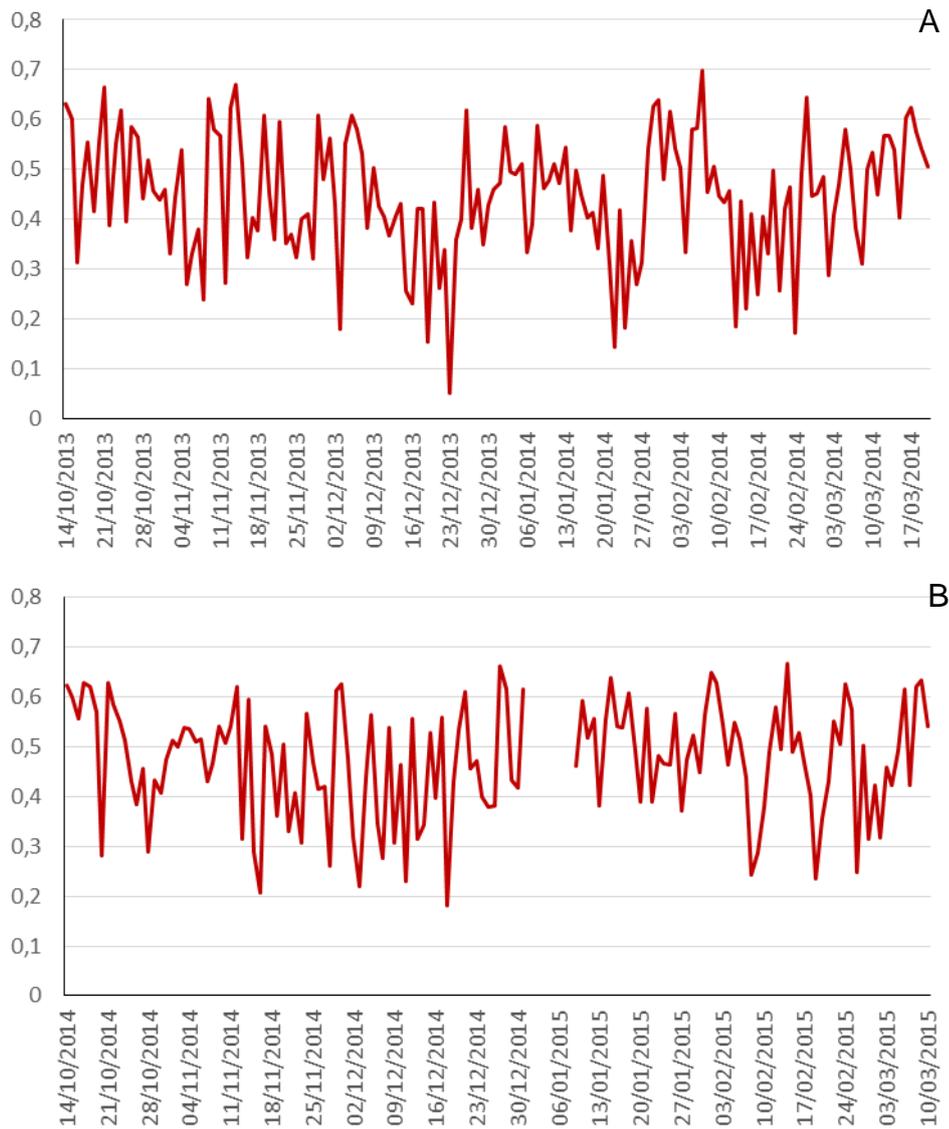


Figura 3. Variações do índice de transmissividade (Kt) na safra I (A), de outubro de 2013 a março de 2014 e safra II (B) de outubro de 2014 a março de 2015, na região de Sinop-MT.

Tabela 3. Intervalo de Kt para índices de cobertura solar.

Intervalo de Kt	Cobertura do céu
$0 \leq Kt < 0,35$	Nublado
$0,35 \leq Kt < 0,55$	Parcialmente nublado
$0,55 \leq Kt < 0,65$	Parcialmente aberto
$Kt \geq 0,65$	Aberto

### 3.2 Fenologia

A exatidão na identificação dos estádios não só é útil, mas absolutamente necessária para pesquisadores, agentes da assistência técnica e produtores, pois facilita as comunicações oral e escrita, uniformizando a linguagem e eliminando as interpretações subjetivas porventura existentes entre esses públicos.

Quando se trata de atividade econômica com margens de lucro tão estreitas, como as da atual sojicultura praticada no Brasil, não há espaço para interpretações dúbias, por mais insignificantes que pareçam. A aplicação de agroquímicos em uma lavoura em estágio de desenvolvimento não apropriado pode ter graves consequências. Assim, é absolutamente necessário que o agrônomo ou qualquer profissional da área agrária, que recomenda alguma prática, e o produtor, que irá executá-la, esteja falando a mesma linguagem.

A utilização da classificação dos estádios de desenvolvimento de soja permite perfeito entendimento, eliminando a possibilidade de erros de interpretação (NEUMAIER, 2000).

Para a identificação do estágio fenológico correspondente de cada cultivar, a metodologia proposta por Neumaier (2000) foi aplicada, para a detecção da mudança de estágio vegetativo onde 51% das plantas continham as mesmas características botânicas para determinado estágio.

Os dados da tabela 4 mostram, em relação entre coletas, o acúmulo de graus dias de desenvolvimento (GDD), com início após emergência da plântula, volume de hídrico e os estágios fenológicos das cultivares TMG 132 RR, GB 874 RR, MSOY 8866 e MSOY 8757, em 5 épocas distintas de semeadura. Para os GDD, a primeira e quarta época apresentaram maiores valores, consequentemente maiores temperaturas durante as coletas.

Na precipitação há valores extremos, na primeira época, entre a segunda e terceira coleta, obteve acúmulo de 33 mm entre 14 dias, totalizando  $2,4 \text{ mm.dia}^{-1}$ , Tecnologias... (2013) diz que para o crescimento regular da planta de soja no período vegetativo são necessários  $6-7 \text{ mm.dia}^{-1}$ . Situação pior encontra entre as datas 16-30/11/2013, na segunda época de semeadura, que não houve precipitação. Já no outro extremo hídrico, houve uma altura d'água de 438,32mm entre a quarta coleta da segunda época e na data 24/12/2013 da quinta época de semeadura.

Tabela 4. Quadro de graus dias de desenvolvimento (GDD) acumulado, precipitação hídrica entre coletas e estágio fenológico de 4 cultivares, safra 13/14, Sinop-MT.

Safra 13/14						
Época 1 - 18/10/2013						
Data	GDD	Precipitação hídrica (mm)	Estádio fenológico			
			TMG 132 RR	GB 874 RR	MSOY 8866	MSOY 8757
06/11/2013	257,84	26,5	V1	V1	V2	V1
23/11/2013	466,29	66,87	V2	V2	V2	V3
07/12/2013	639,02	33	V6	V5 - R2	V6 - R1	V5
20/12/2013	791,4	285,75	V8 - R2	V9 - R3	V8 - R2	V7 - R3
03/01/2014	942,13	285,62	V9 - R4	V11 - R4	V9 - R4	V9 - R3
07/01/2014	1114,25	89,2	V10 - R5	V12 - R5	V10 - R5	V10 - R5
31/01/2014	1272,66	223,75	V12 - R6	V12 - R5	V11 - R5	V11 - R5
14/02/2014	1444,65	153,5	V13 - R8	V13 - R8	V12 - R8	V12 - R8
Época 2 - 28/10/2013						
16/11/2013	244,87	93,37	V1	V1	V1	V2
30/11/2013	414,53	0	V3	V5	V3	V5
14/12/2013	589,39	114,75	V7 - R1	V8 - R2	V7 - R1	V8 - R1
24/12/2013	694,08	438,62	V10 - R3	V9 - R3	V9 - R3	V10 - R3
10/01/2014	893,45	83,32	V10 - R5	V10 - R5	V10 - R5	V11 - R5
24/01/2014	1059,81	225,37	V11 - R5	V11 - R5	V12 - R5	V11 - R5
07/02/2014	1224,46	122,75	V12 - R6	V12 - R6	V12 - R6	V12 - R6
22/02/2014	1402,48	274	V13 - R8	V14 - R8	V13 - R8	V12 - R8
Época 3 - 07/11/2013						
24/11/2013	342,23	66,87	V1	V2	V2	V2
06/12/2013	369,66	33	V5	V5	V5	V6
20/12/2013	533,56	285,75	V9	V7 - R1	V9 - R1	V7
03/01/2014	684,29	285,62	V11 - R3	V10 - R3	V10 - R3	V9 - R3
17/01/2014	856,41	89,2	V11 - R5	V11 - R5	V11 - R5	V12 - R5
31/01/2014	1014,82	223,75	V11 - R5	V12 - R5	V11 - R5	V12 - R5
14/02/2014	1186,81	153,5	V11 - R6	V12 - R6	V12 - R6	V12 - R6
01/03/2014	1368,22	241,75	V11 - R8	V12 - R8	V12 - R8	V12 - R8
Época 4 - 17/11/2013						
07/12/2013	258,03	33	V1	V1	V1	V2
20/12/2013	410,41	285,75	V6	V4	V6	V6
03/01/2014	561,14	285,62	V9 - R2	V8	V9 - R1	V8
17/01/2014	733,26	89,2	V10 - R3	V11 - R3	V12 - R3	V10 - R3
31/01/2014	891,67	223,75	V11 - R5	V11 - R4	V12 - R4	V11 - R4
14/02/2014	1063,66	153,5	V12 - R5	V13 - R5	V13 - R5	V11 - R5
01/03/2014	1245,07	241,75	V13 - R6	V13 - R5	V13 - R5	V12 - R6
15/03/2014	1422,59	114,25	V13 - R8	V13 - R8	V13 - R8	V12 - R8
Época 5 - 27/11/2013						

14/12/2013	223,9	114,75	V1	V1	V2	V2
24/12/2013	328,6	438,62	V4	V4	V6	V5
10/01/2014	527,97	83,32	V7 - R1	V7 - R1	V8	V8 - R1
24/01/2014	694,32	225,37	V11 - R3	V8 - R3	V9 - R2	V9 - R4
07/02/2014	858,97	122,75	V11 - R4	V9 - R4	V11 - R4	V9 - R5
22/02/2014	1036,99	274	V12 - R5	V11 - R5	V12 - R5	V10 - R5
07/03/2014	1199,13	151	V13 - R5	V12 - R6	V12 - R6	V11 - R6
21/03/2014	1381,62	27,75	V13 - R8	V12 - R8	V12 - R8	V11 - R8

Para a safra 14/15 (tabela 5), os valores de GDD apresentam redução na segunda e quarta época de semeadura, 1374,03; e 1359,36, respectivamente. Em relação aos fatores hídricos, o acúmulo hídrico entre coletas manteve-se bem distribuídos ao longo do ciclo da cultura da soja, entre as épocas de semeadura. Com precipitações máximas de 300mm de altura d'água nas primeiras coletas das terceira e quarta épocas.

Tabela 5. Quadro de graus dias de desenvolvimento (GDD) acumulado e precipitação hídrica entre coletas, safra 14/15, Sinop-MT.

Safra 14/15					
Época 1 - 18/10/2014			Época 3 - 07/11/2014		
Data	GDD	Precipitação hídrica (mm)	Data	GDD	Precipitação hídrica (mm)
15/11/2014	375,61	199,15	06/12/2014	390,91	301,45
06/12/2014	644,85	229,5	29/12/2014	676,36	279,25
29/12/2014	930,29	279,25	16/01/2015	890,86	142,05
16/01/2015	1144,8	142,05	07/02/2015	1157,67	176,27
13/02/2015	1481,8	249,77	27/02/2015	1401,09	189,87
Época 2 - 28/10/2014			Época 4 - 17/11/2014		
22/11/2014	343,01	219,9	13/12/2014	339,56	332
13/12/2014	604,52	248	03/01/2015	596,8	189,05
03/01/2015	861,75	189,05	24/01/2015	853,89	118
24/01/2015	1118,84	118	14/02/2015	1109,07	215,77
14/02/2015	1374,03	215,77	06/03/2015	1359,36	242,87

### 3.3 Parâmetros morfológicos

Os valores dos dados da análise de crescimento destrutiva (Tabela 6), apresentam diferenças significativas entre as cultivares e épocas testadas na safra 2013/2014, a cultivar TMG 132 RR atingiu o maior valor médio de altura quando semeada na primeira época de plantio, enquanto GB 874 RR obteve os maiores valores de altura na data de semeadura de 17/11, assim como os genótipos MSOY 8866 e MSOY 8757 e só diferiu a primeira época de semeadura das demais. O maior valor médio do diâmetro do caule foi constatado na cultivar TMG 132 RR, quando a semeadura ocorreu no início do período chuvoso (18/out), contudo o menor diâmetro (4,93 mm) do caule foi observado na cultivar MSOY 8866 com o plantio ocorrendo em 17/11, provavelmente devido ao aumento da nebulosidade local em função do volume de chuvas. O número de trifólios observados na planta também foi maior com a primeira semeadura, e na cultivar TMG 132 RR, tendo a cultivar GB 874 RR apresentado o menor valor médio de folhas na última época de plantio.

A velocidade de surgimento de folhas ou de nós na haste é um importante parâmetro do desenvolvimento vegetal. Ao integrar a velocidade de surgimento de folhas ou nós no tempo, tem-se o número de folhas ou de nós (NN) acumulados, respectivamente, os quais são uma excelente medida do desenvolvimento vegetal (MARTINS, et al (2011). Como cada folha é associada a um nó, o NN está diretamente relacionado com a evolução da área foliar, a qual é responsável pela interceptação da radiação solar usada na fotossíntese para produção de biomassa. Em soja, o NN é usado para caracterizar a fase vegetativa, definida como o período entre a emergência e o aparecimento do último nó (SETIYONO et al., 2007).

Para Cruz et al. (2010), a época de plantio em São Desidério - BA, na data de 29/11 foi a que proporcionou o maior incremento de folhas ao longo do ciclo de maturação dos cultivares testados (M-SOY 8411, BRS Corisco, BRS 263 [Diferente], BRS Barreiras, M-SOY 9350), decaindo apenas no período de senescência, enquanto que em Sinop-MT a data de semeadura de 28/11 foi a mais favorável ao aumento do número de folhas apenas para 'MSOY 8866', sendo que na maioria das vezes as plantas com maior número de folhas e bem distribuídas (maior área foliar)

possibilitam maior captação da energia solar e conversão desta em massa de matéria seca, podendo refletir em maior produtividade.

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. Embora a capacidade produtiva de uma planta dependa essencialmente da sua constituição genética, a exteriorização dessa característica agrônômica fica subordinada às condições do ambiente em que ela se encontra (URBEN FILHO; SOUZA, 1993).

A variáveis de área foliar dos genótipos plantados também confirma a primeira época de plantio como a que propicia os maiores valores morfométricos das plantas da soja para a região, bem como a cultivar TMG 132 RR com os maiores valores de massa seca total da planta e não diferindo de GB 874 RR, MSOY 8757 para a área foliar. O menor valor da massa seca das plantas foi observado em 'MSOY 8866' quando semeada em 17/11, e da área foliar (458,37 cm<sup>2</sup>) na cultivar TMG 132 RR, com a última época de plantio. A área foliar da planta está intimamente ligada a sua capacidade produtiva, visto o processo fotossintético que depende diretamente da interceptação de luz.

A utilização inadequada de cultivares (grupos de maturação) nas diferentes épocas, é um fator que pode limitar o rendimento de grãos em plantas de soja. Isso pode afetar o crescimento, tanto vegetativo como reprodutivo, pelo efeito da temperatura e do fotoperíodo sobre a duração destes subperíodos, especialmente em cultivares de ciclo mais precoce. Nesse grupo, a redução do tempo para o florescimento pode ter reflexo negativo no desenvolvimento da área foliar, e consequente otimização do aproveitamento dos fatores primários da produção orgânica (radiação solar, fotossíntese).

A eficiente utilização da radiação por uma cultura, requer a máxima absorção da radiação fotossinteticamente ativa (RFA) pelos tecidos fotossintetizantes. Neste contexto, as folhas constituem-se nos principais órgãos. Portanto, o rápido estabelecimento e manutenção de um ótimo índice de área foliar (IAF) são importantes para maximizar a interceptação da RFA e consequentemente, a fotossíntese no dossel.

Tabela 6. Valores médios da altura, diâmetro, número de folhas e área foliar em quatro cultivares de soja em função das diferentes épocas de semeadura. Sinop, MT, 2014.

Altura (cm)				
	TMG 132 RR	GB 874 RR	MSOY 8866	MSOY 8757
18/out	52,75Aa	37,25Cc	42,44Bab	29,64Bd
28/out	37,28Bb	36,19Cb	43,47Ba	40,44Aab
07/nov	37,34Bb	49,44Ba	36,56Cb	39,38Ab
17/nov	36,47Bc	64,94Aa	49,91Ab	38,63Ac
27/nov	40,91Bb	50,72Ba	41,63Bb	40,91Ab
Diâmetro (mm)				
18/out	9,02Aa	8,29Aab	7,89Ab	6,82Ac
28/out	6,83BCb	7,82Aa	7,29Aab	6,25ABc
07/nov	6,29Ca	6,58Ba	6,38Ba	6,17ABa
17/nov	6,85BCb	8,10Aa	4,93Cc	5,58Bc
27/nov	7,39Ba	6,75Bab	6,25Bb	6,79Aab
Número de Folhas				
18/out	28Aa	25Ab	20Bc	24Ab
28/out	21BCa	23Aa	13Cb	23ABa
07/nov	24Ba	18Bb	20Bb	20Bb
17/nov	24Bab	24Aab	26Aa	22Bb
27/nov	20Cb	17Bc	25Aa	21Bb
Área Foliar (cm <sup>2</sup> )				
18/out	1422,87Aa	1321,94Aa	1126,69ABb	1470,69Aa
28/out	736,16Cb	763,07Bb	821,56Cb	1106,33Ba
07/nov	1034,69Ba	733,07Bb	1025,90Ba	1026,71Ba
17/nov	651,44Cc	851,94Bb	1273,19Aa	738,62Cbc
27/nov	458,37Db	537,19Cb	769,18Da	746,81Ca

\*Médias seguidas de mesma letra (maiúscula na coluna e minúscula na linha) não diferem entre si pelo Teste Tukey a 5% de probabilidade.

Dentre as quatro cultivares também (Tabela 7) semeadas na safra 2014/2015, nas diferentes épocas testadas a que obteve o maior valor de altura foi GB 874 RR, semeada em 07/11. A primeira e segunda época de semeadura para a TMG 132 RR

apresentaram os menores valores da altura. Não se observou diferença estatística entre as cultivares para a época de semeadura dos dias 18/10 e 07/11 para o diâmetro do colo das plantas e em 28/10 e 17/11 os maiores diâmetros foram observados na cultivar GB 874RR e TMG 132 RR, respectivamente.

A cultivar MSOY 8866, semeada em 18/10 apresentou a maior quantidade (27,37) de folhas constadas no experimento, enquanto MSOY 8757 o menor número de trifólios contados (12,62), plantada 10 dias depois da primeira época. Assim como a melhor época de plantio, referente ao número de folhas para as cultivares TMG 132 RR, MSOY 8866 e MSOY8757 foi à primeira (18/10), e a quantidade total de folhas não foi afetada pela época de semeadura na cultivar GB 874 RR.

A área foliar em soja é determinada pelo tamanho, pelo número de folhas e pela taxa de senescência. O número de folhas por sua vez, depende da taxa de desenvolvimento e da manutenção destas folhas verdes no caule e ramos laterais. O incremento de carbono na planta de soja, não está somente relacionado à taxa de troca de CO<sub>2</sub> (TTC) das folhas individualmente, mas também à área total de folhas da planta e à duração da área foliar (BEGONIA; BEGONIA, 2007).

Um melhor aproveitamento do IAF como ferramenta de potencialização do rendimento de grãos, pode ser obtido através do manejo de genótipos de diferentes grupos de maturação. Épocas de semeadura em que o IAF formado situa-se abaixo do crítico, genótipos com florescimento tardio, e conseqüente maior tempo para o desenvolvimento da área foliar, poderiam ser utilizados, para maximizar a produção.

Tabela 7. Valores médios da altura, diâmetro, número de folhas, massa seca total e área foliar em quatro cultivares de soja em função das diferentes épocas de semeadura. Sinop, MT, 2015.

Altura (cm)				
	TMG 132 RR	GB 874 RR	MSOY 8866	MSOY 8757
18/out	27,37Bb	37,42Ba	33,38Cab	31,63BCab
28/out	24,32Bb	38,17Ba	39,89BCa	29,61Cb
07/nov	41,89Ac	59,13Aa	50,72Ab	38,99ABc
17/nov	44,53Ab	54,02Aa	45,62ABb	43,39Ab
Diâmetro (mm)				
18/out	7,54Aa	7,43Aa	7,38Aa	7,29Aa

28/out	6,38Bb	7,57Aa	6,82ABab	5,93Bb
07/nov	6,77ABa	7,40Aa	7,67Aa	6,77ABa
17/nov	7,15ABa	7,19Aa	6,28Bab	6,08Bb
Número de Folhas				
18/out	20,64Ab	15,65Ab	27,37Aa	20,87Ab
28/out	18,84ABa	17,51Aa	18,91Ba	12,62Bb
07/nov	18,21ABa	15,80Aa	16,35Ba	16,82ABa
17/nov	13,74Ba	14,90Aa	17,29Ba	13,92Ba
Área Foliar (cm <sup>2</sup> )				
18/out	997,88Aab	724,21Ab	1329,19Aa	1210,57Aa
28/out	619,32Bc	1058,95Aab	1242,11Aa	735,42BCbc
07/nov	1027,55Aa	1031,36Aa	1100,21Aa	1022,02ABa
17/nov	729,03ABbc	1057,44Aab	1129,21Aa	646,32Cc

\*Médias seguidas de mesma letra (maiúscula na coluna e minúscula na linha) não diferem entre si pelo Teste Tukey a 5% de probabilidade.

De acordo com CÂMARA (1997), a melhor época teórica de semeadura da soja em qualquer região apta ao seu cultivo situa-se entre 30 (21 de novembro) e 45 dias (6 de novembro) antes do solstício de verão (21 de dezembro), pois possibilita tempo suficiente para a planta desenvolver-se com altura e porte compatíveis com elevada produtividade e colheita mecânica.

### 3.4 Produtividade

A produção potencial de uma cultura determina o limite de rendimento superior que pode ser esperado em uma determinada zona de plantio e é calculado como sendo uma função dos níveis de radiação e regimes de temperatura (SARTI; JONES 1989).

Para os dados de produção e produtividade (Tabela 8 e 9) dos cultivares de soja nas diferentes épocas de semeadura, a análise de variância revelou valores de F altamente significativos para interação dos fatores época x cultivar, onde a primeira época de semeadura apresentou maiores valores de produção para as cultivares TMG 132 RR, GB 874 RR, MSOY 8866, em detrimento a MSOY 8757, o que deixa evidente a importância e os impactos dessa prática no desempenho produtivo dos cultivares. Os menores valores médios de produção e produtividade foram evidenciados assim como nos parâmetros morfométricos na data de plantio 27/11, para a safra 2014, obtendo as cultivares TMG 132 RR, GB 874 RR, MSOY 8866 com a primeira época de semeadura (3847,8; 3201,0; e 3552 kg ha<sup>-1</sup>), respectivamente.

Observa-se ainda não existir diferenças na produção e na produtividade das cultivares, quando as mesmas foram plantadas em 28/10; 7/11 e 27/11, na safra do ano de 2014. Nas diferentes épocas de semeadura realizada na safra do ano de 2015, não observou diferença significativa nos valores da produção da planta nas datas de semeadura 18/10 e 17/11, contudo, as médias foram maiores para as cultivares GB874 RR e MSOY 8866 (13,69; 13,09 g planta<sup>-1</sup>), respectivamente para a data de 28/10, assim como em 7/11 evidenciou-se em GB874 RR, MSOY 8866, MSOY8757 (13,61; 12,89; 12,63 g planta<sup>-1</sup>). Não houve diferença estatística para a variável produtividade entre as épocas de plantio na mesma cultivar, todavia, os valores médios da produtividade no geral para as mesmas cultivares foram maiores do que o observado na safra anterior, devido provavelmente às melhorias da qualidade do solo, que já haviam sido corrigidos no ano anterior e na safra do corrente ano, levando em consideração que a área de plantio era recém-aberta e não havia recebido nenhum cultivo agrícola anterior ao ano de 2014.

Tabela 8. Valores médios de produção e produtividade em quatro cultivares de soja em função das diferentes épocas de semeadura. Sinop, MT, 2014.

Produção (g planta <sup>-1</sup> )				
	TMG 132 RR	GB 874 RR	MSOY 8866	MSOY 8757
18/out	12,83Aa	10,67ABa	11,84Aa	7,19ABb
28/out	8,72Ba	9,00BCa	8,14Ba	9,54Aa
07/nov	7,63Ba	8,31BCa	6,97Ba	6,71ABa
17/nov	6,24Bb	12,90Aa	6,19Bb	6,54ABb
27/nov	7,52Ba	5,73Ca	5,01Ba	5,82Ba
Produtividade (kg ha <sup>-1</sup> )				
18/out	3847,8Aa	3201,0ABa	3552,0Aa	2158,2ABb
28/out	2616,6Ba	2702,4BCa	2443,2Ba	2861,4Aa
07/nov	2287,8Ba	2492,4BCa	2089,8Ba	2011,8ABa
17/nov	1870,8Ba	3870,0Ab	1855,8Ba	2021,4ABa
27/nov	2256,6Ba	1717,8Ca	1501,8Ba	1746,6Ba

\*Médias seguidas da mesma letra (maiúscula na coluna e minúscula na linha) não diferem entre si pelo Teste Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 9. Valores médios de produção e produtividade em quatro cultivares de soja em função das diferentes épocas de semeadura. Sinop, MT, 2015.

Produção (g planta <sup>-1</sup> )				
	TMG 132 RR	GB 874 RR	MSOY 8866	MSOY 8757
18/out	10,89Aa	11,69Aa	12,05Aa	11,67Aa
28/out	9,83Ab	12,69Aa	13,09Aa	10,43Aab
07/nov	9,76Ab	13,61Aa	12,89Aa	12,63Aa
17/nov	12,15Aa	12,19Aa	12,45Aa	10,02Aa
Produtividade (kg ha <sup>-1</sup> )				
18/out	3267,0Aa	3507,6Aa	3615,0Aa	3500,4Aa
28/out	2949,0Ab	3807,6Aa	3927,6Aa	3128,4Aab
07/nov	2929,2Ab	4081,8Aa	3867,0Aa	3787,8Aa
17/nov	3645,0Aa	3657,6Aa	3736,2Aa	3006,6Aa

\*Médias seguidas da mesma letra (maiúscula na coluna e minúscula na linha) não diferem entre si pelo Teste Tukey a 5% de probabilidade.

### 3.5 Acúmulo e partição de massa seca

#### Cultivar TMG 132 RR

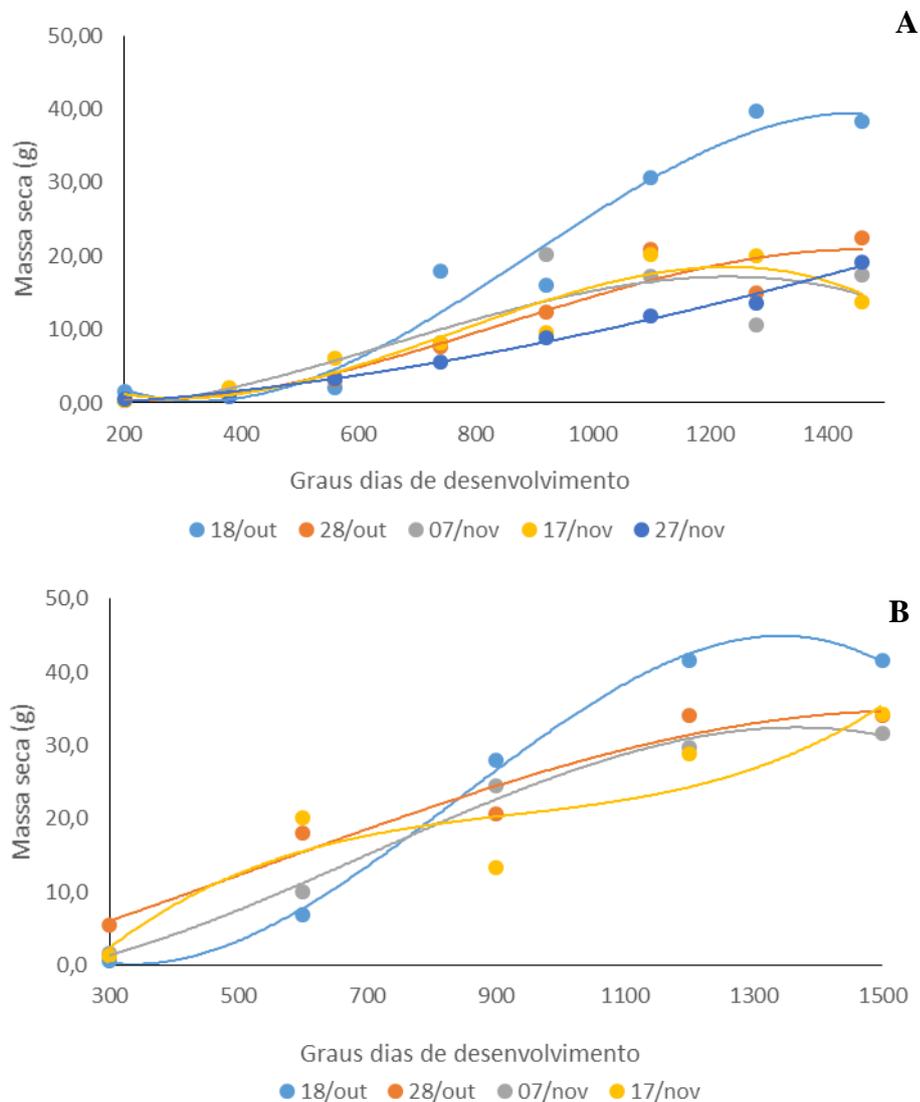


Figura 4. Curvas do acúmulo total de massa seca da cultivar de soja TMG 132 RR em diferentes épocas de plantio, Sinop, MT, 2014 (A) e 2015 (B).

A figura 4 apresenta as curvas do acúmulo de massa seca total da cultivar TMG 132 RR (A e B) semeadas em esquema decendial de 18/10 a 27/11 em função da soma térmica acumulada nas safras 2013/2014 e 2014/2015, observa-se um acúmulo de massa por volta de 5 g em todas as épocas de plantio com acúmulo de graus dias de 200 a 300, para tanto ocorre um aumento considerável da matéria seca da planta, quando a mesma já acumulou aproximadamente 800 GDD, para

todas as épocas, a semeadura em 18/10, proporcionou o maior acúmulo de massa seca da planta (40 g), enquanto as demais épocas de plantio acumularam por volta de 15 a 20 g de massa seca total, na safra de 2014, assim como também na safra subsequente o plantio em 18/10 proporcionou o maior acúmulo de massa seca da planta.

### Cultivar GB 874 RR

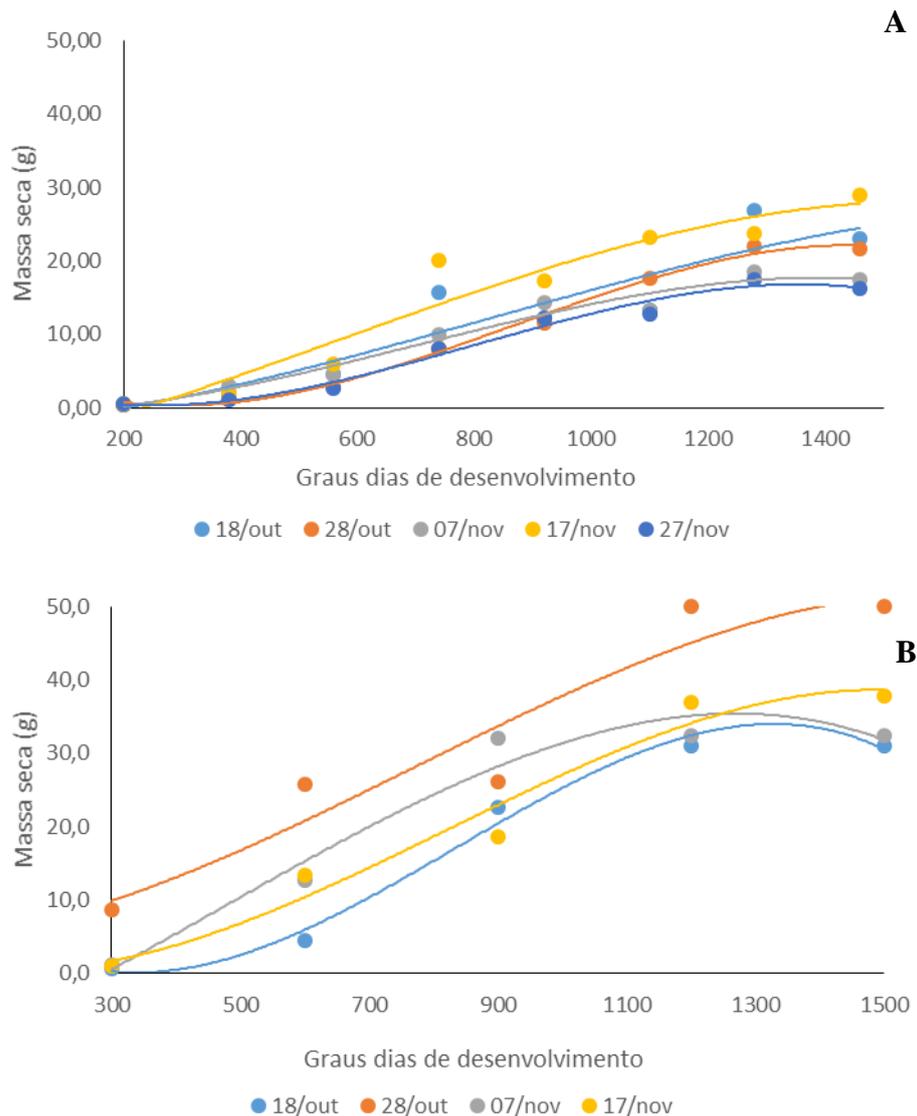


Figura 5. Curvas do acúmulo total de massa seca da cultivar de soja GB 874 RR em diferentes épocas de plantio, Sinop, MT, 2014 (A) e 2015 (B).

A cultivar de soja em estudo GB 874 RR ao ser semeada em diferentes épocas de plantio na safra 2014, apresentou um acúmulo de massa seca (Figura 5

A) semelhante entre todas as épocas, contudo o maior acúmulo de carbono na planta mensurado por meio da massa seca ocorreu com o plantio em 17/11, sendo que para o genótipo em questão completar seu ciclo foram necessários o acúmulo de 1460 GDD. Na safra do ano de 2015 (Figura 4B), o maior gradiente de acúmulo da massa seca pode ser constatado com o plantio das sementes em 23/10.

### Cultivar MSOY 8866

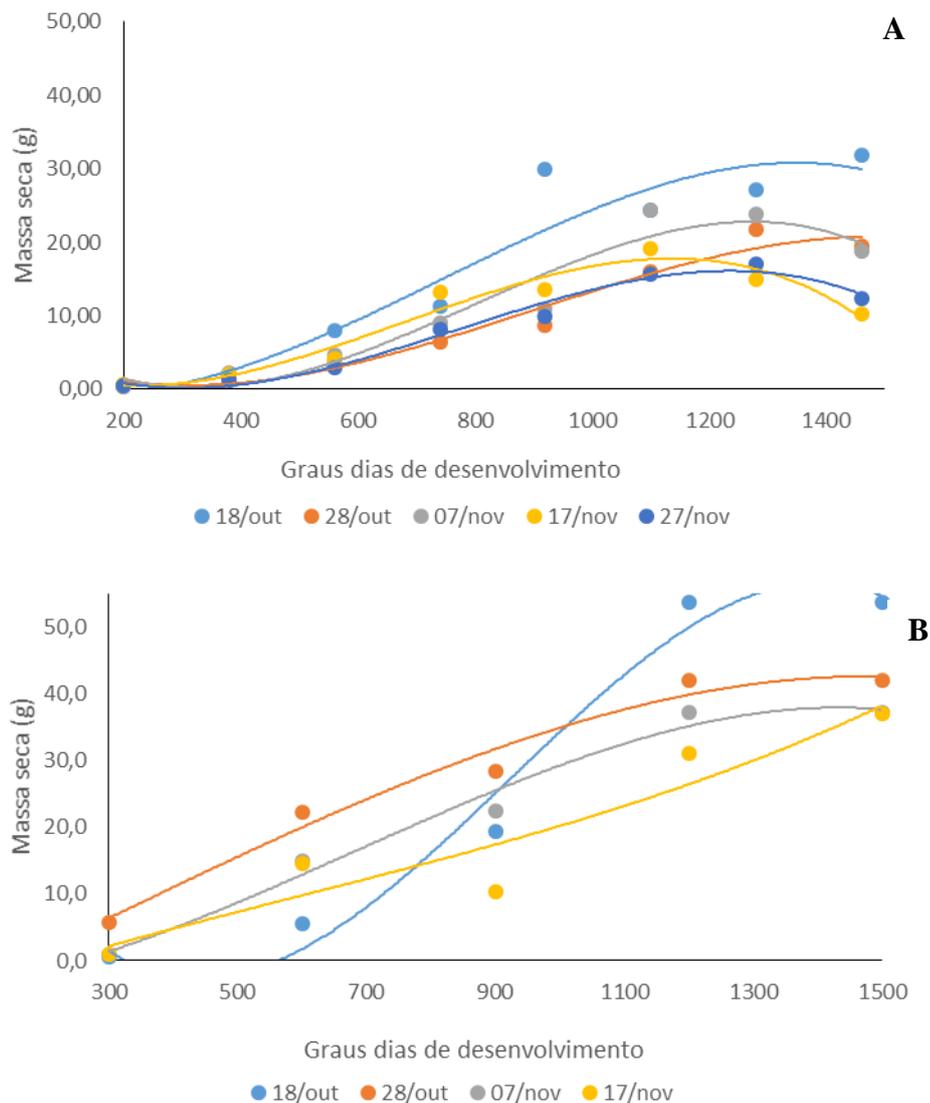


Figura 6. Curvas do acúmulo total de massa seca da cultivar de soja MSOY 8866 em diferentes épocas de plantio, Sinop, MT, 2014 (A) e 2015 (B).

As Curvas do acúmulo total de massa seca da cultivar de soja MSOY 8866 em diferentes épocas de plantio (Figura 6A), demonstram que assim como o

observado para a cultivar TMG 132 RR a época que proporcionou o maior acúmulo de massa seca foi a primeira. E o acúmulo em gramas de massa seca das demais épocas de plantio permaneceu por volta de (20 a 25). Na safra de 2015 (Figura 5B), o acúmulo de massa seca foi menor até que a planta acumula 900 GDD, a partir desse valor de soma térmica, houve uma rápida incorporação de biomassa, chegando ao final do ciclo com valores acima de 50g de massa seca acumulada na planta toda. Assim como inicialmente as épocas que mais acumularam massa seca foram as semeaduras dos dias 28/10 e 7/11.

### Cultivar MSOY 8757

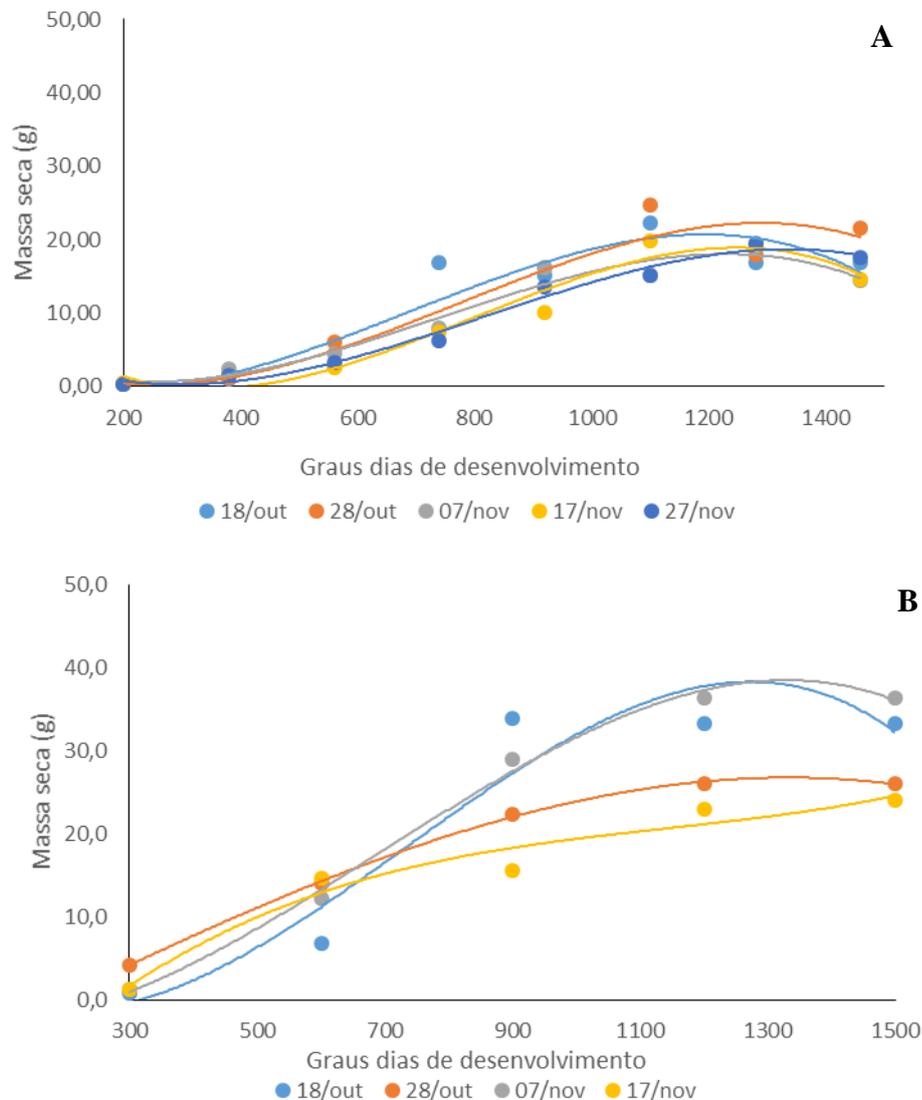


Figura 7. Curvas do acúmulo total de massa seca da cultivar de soja MSOY 8757 em diferentes épocas de plantio, Sinop, MT, 2014 (A) e 2015 (B).

Nas Figuras (7A e B) encontram-se os valores de massa seca em função da soma térmica da cultivar MSOY 8757, das safras 2014 e 2015. Na safra do ano 2014 a data de plantio onde houve o maior acúmulo de biomassa no corpo da planta foi 28/10, com um acúmulo de soma térmica na ordem de 1280 GDD, todavia, sementes que germinaram e proporcionaram plantas crescidas a partir de 18/10, acumularam uma maior quantidade de massa seca enquanto alcançavam o acúmulo de até 1100 GDD. Na safra do ano seguinte, o plantio na primeira época de

semeadura, também acumulou 1100 GDD, para o máximo de massa seca, e inicialmente as plantas semeadas na segunda época foram que apresentaram um rápido acúmulo de massa até próximo ao acúmulo de 700 GDD, visto que o acúmulo de massa seca em plantas de soja nas fases iniciais geralmente é baixo, e nota-se que a similaridade entre épocas para ambos os anos.

### **Regressões Polinomiais**

As Regressões polinomiais (Tabela 10) das curvas do acúmulo total de massa seca, em função dos graus dias acumulados, para as quatro cultivares de soja (TMG 132 RR, GB 874 RR, MSOY 8866 e 8757) semeadas em diferentes épocas de plantio, nas safras 2013/2014 e 2014/2015, em Sinop, MT na qual as curvas apresentaram coeficientes de determinação próximos a 1,0, equações com melhores ajustes a polinômios de segundo e terceiro grau.

As diferentes expressões de acúmulo da massa de matéria seca nos cultivares de soja e nas épocas de semeadura estudadas apresentam a tendência sigmoideal característica esperada para as médias obtidas ao longo das avaliações no tempo, ou em função da soma térmica acumulada no ciclo de cultivo, observa-se também que essas projeções das curvas de acúmulo de massa seca são características de culturas anuais, como visto por Cruz et al. (2010).

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. Camargo et al., (1987) demonstrou para diferentes regiões do estado de São Paulo que para plantios em outubro a acumulação térmica das plantas de soja foi da ordem de 1500 graus-dia, enquanto para plantios em dezembro foram de 1100 graus-dia.

Tabela 10. Regressões polinomiais das curvas do acúmulo total de massa seca, em função dos graus dias acumulados, para quatro cultivares de soja, em diferentes épocas de plantio, nas safras 2013/2014 e 2014/2015, em Sinop, MT.

CULTIVAR	ÉPOCA	2014	R <sup>2</sup>	2015	R <sup>2</sup>
TMG 132 RR	18/10	$y = -6E-08x^3 + 0,0001x^2 - 0,0787x + 12,093$	0,9566	$y = -9E-08x^3 + 0,0002x^2 - 0,1183x + 18,324$	0,9973
	23/10	$y = -2E-08x^3 + 6E-05x^2 - 0,0216x + 2,653$	0,9153	$y = -1E-08x^3 + 2E-05x^2 + 0,0227x - 1,9509$	0,9495
	07/11	$y = -2E-08x^3 + 5E-05x^2 - 0,008x - 0,5948$	0,7665	$y = -3E-08x^3 + 6E-05x^2 - 0,0042x - 2,0891$	0,9908
	17/11	$y = -4E-08x^3 + 1E-04x^2 - 0,0465x + 6,8918$	0,9097	$y = 5E-08x^3 - 0,0001x^2 + 0,1336x - 26,967$	0,8617
	27/11	$y = -9E-10x^3 + 9E-06x^2 + 0,0027x - 0,6999$	0,9906		
		2014		2015	
GB 874 RR	18/10	$y = -7E-09x^3 + 2E-05x^2 + 0,0077x - 2,2395$	0,8587	$y = -7E-08x^3 + 0,0002x^2 - 0,0941x + 14,733$	0,989
	23/10	$y = -3E-08x^3 + 8E-05x^2 - 0,0372x + 5,4347$	0,9927	$y = -2E-08x^3 + 5E-05x^2 + 0,003x + 4,9181$	0,9137
	07/11	$y = -1E-08x^3 + 3E-05x^2 - 0,0007x - 0,634$	0,9639	$y = -3E-08x^3 + 4E-05x^2 + 0,0326x - 11,721$	0,9644
	17/11	$y = -1E-08x^3 + 2E-05x^2 + 0,0195x - 5,303$	0,9279	$y = -3E-08x^3 + 8E-05x^2 - 0,022x + 2,1021$	0,9625
	27/11	$y = -2E-08x^3 + 6E-05x^2 - 0,0243x + 3,1049$	0,9787		
		2014		2015	
MSOY 8866	18/10	$y = -5E-08x^3 + 0,0001x^2 - 0,028x + 0,9112$	0,7773	$y = -1E-07x^3 + 0,0004x^2 - 0,2456x + 45,692$	0,9762
	23/10	$y = -3E-08x^3 + 7E-05x^2 - 0,035x + 5,5801$	0,9645	$y = -1E-08x^3 + 9E-06x^2 + 0,0444x - 7,4406$	0,9771
	07/11	$y = -5E-08x^3 + 0,0001x^2 - 0,0646x + 9,7353$	0,9316	$y = -3E-08x^3 + 5E-05x^2 + 0,0077x - 4,8893$	0,9812
	17/11	$y = -5E-08x^3 + 9E-05x^2 - 0,0338x + 3,911$	0,9512	$y = 8E-09x^3 - 2E-05x^2 + 0,0335x - 6,7435$	0,8918
	27/11	$y = -4E-08x^3 + 9E-05x^2 - 0,0445x + 6,3827$	0,9749		
		2014		2015	
MSOY 8757	18/10	$y = -4E-08x^3 + 8E-05x^2 - 0,0264x + 1,83$	0,8884	$y = -6E-08x^3 + 0,0001x^2 - 0,0478x + 3,0972$	0,9211
	23/10	$y = -4E-08x^3 + 9E-05x^2 - 0,0384x + 4,7882$	0,9206	$y = -7E-09x^3 - 9E-07x^2 + 0,0388x - 7,2217$	0,9992
	07/11	$y = -4E-08x^3 + 8E-05x^2 - 0,0333x + 4,4762$	0,9606	$y = -4E-08x^3 + 8E-05x^2 - 0,009x - 2,7832$	0,9957
	17/11	$y = -5E-08x^3 + 0,0001x^2 - 0,0671x + 10,25$	0,955	$y = 2E-08x^3 - 7E-05x^2 + 0,0857x - 18,479$	0,9559
	27/11	$y = -3E-08x^3 + 8E-05x^2 - 0,0387x + 5,5924$	0,9843		

## Partição de massa seca

A distribuição da massa seca é um parâmetro que permite evidenciar a translocação de fotoassimilados para as diversas partes do vegetal, a análise desse parâmetro permite a compreensão da alocação de carboidrato em termos de produtividade. A distribuição de matéria seca nos diferentes órgãos é calculada em porcentagem de matéria seca por órgão, em relação à matéria seca total, ao longo do crescimento da planta (BENINCASA, 2003).

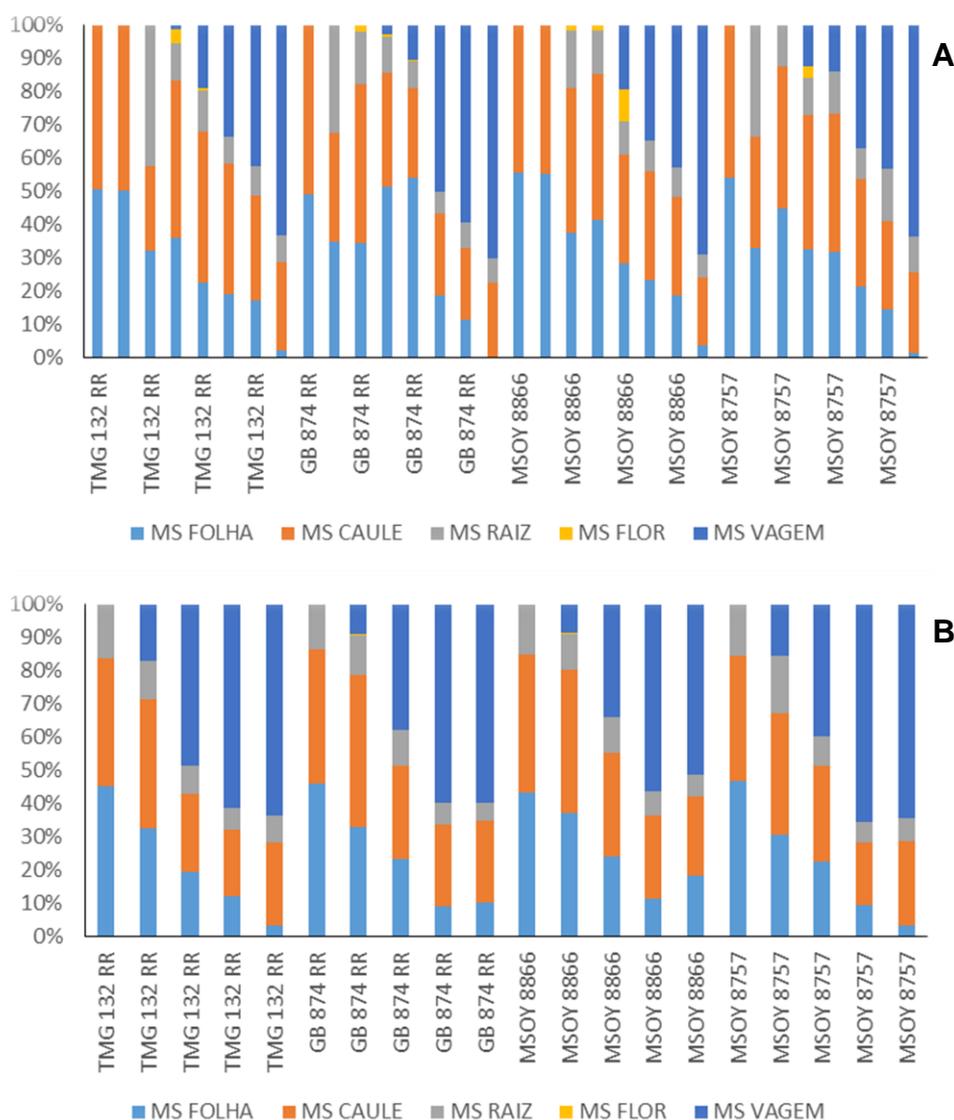


Figura 8. Distribuição de matéria seca de folha, caule, raiz, flor e vagem, da primeira época, safra 13/14 (A) e safra 14/15 (B) em porcentagem total de soja das cultivares TMG 132 RR, GB 874 RR, MSOY 8866 e MSOY 8757, em Sinop-MT.

As cultivares TMG 132 RR, GB 874 RR, MSOY 8866 e MSOY 8757 seguem um padrão semelhante de deposição de carbono por meio do processo de translocação de fotoassimilados, nas diferentes partes do corpo da planta. No início do crescimento vegetativo na primeira coleta (14 dias após emergência safra 13/14, 21 dias após emergência 14/15) em ambas as cultivares, o aumento da matéria seca da planta deve-se ao aumento de 40 à 50 % da expansão foliar (Figura 8,9,10 e 11).

O sistema radicular das cultivares se desenvolve próximos a 20% do total de massa seca, reduzindo a 10% com o surgimento e aumento das vagens, ao mesmo tempo em que as vagens se desenvolvem, o grão inicia seu desenvolvimento e incorporação de massa seca. O mesmo padrão ocorre com o caule e folhas, eles contribuem para o crescimento das vagens e dos grãos, sendo as folhas os principais contribuintes por realizarem a fotossíntese.

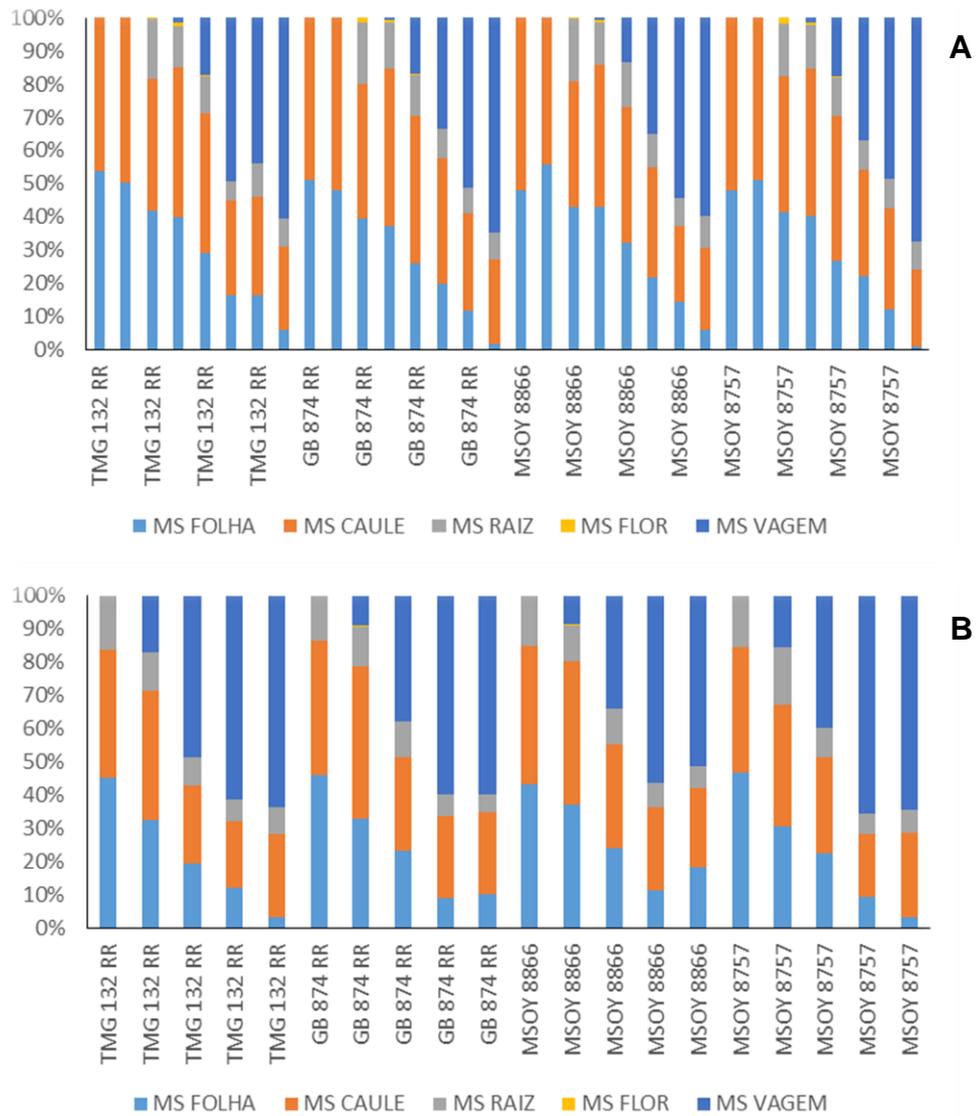


Figura 9. Distribuição de matéria seca de folha, caule, raiz, flor e vagem, da segunda época, safra 13/14 (A) e safra 14/15 (B), em porcentagem total de soja das cultivares TMG 132 RR, GB 874 RR, MSOY 8866 e MSOY 8757, em Sinop-MT.

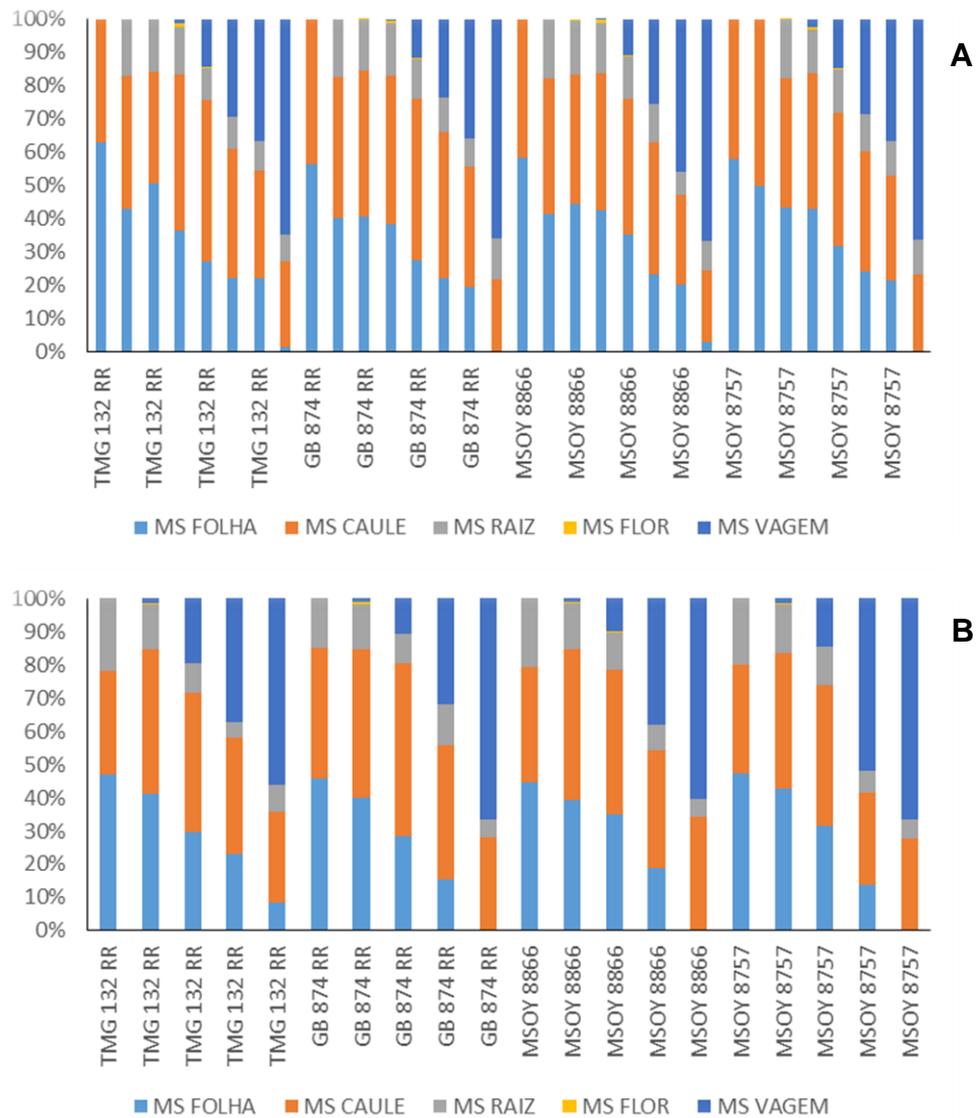


Figura 10. Distribuição de matéria seca de folha, caule, raiz, flor e vagem, da terceira época, safra 13/14 (A) e safra 14/15 (B), em porcentagem total de soja das cultivares TMG 132 RR, GB 874 RR, MSOY 8866 e MSOY 8757, em Sinop-MT.

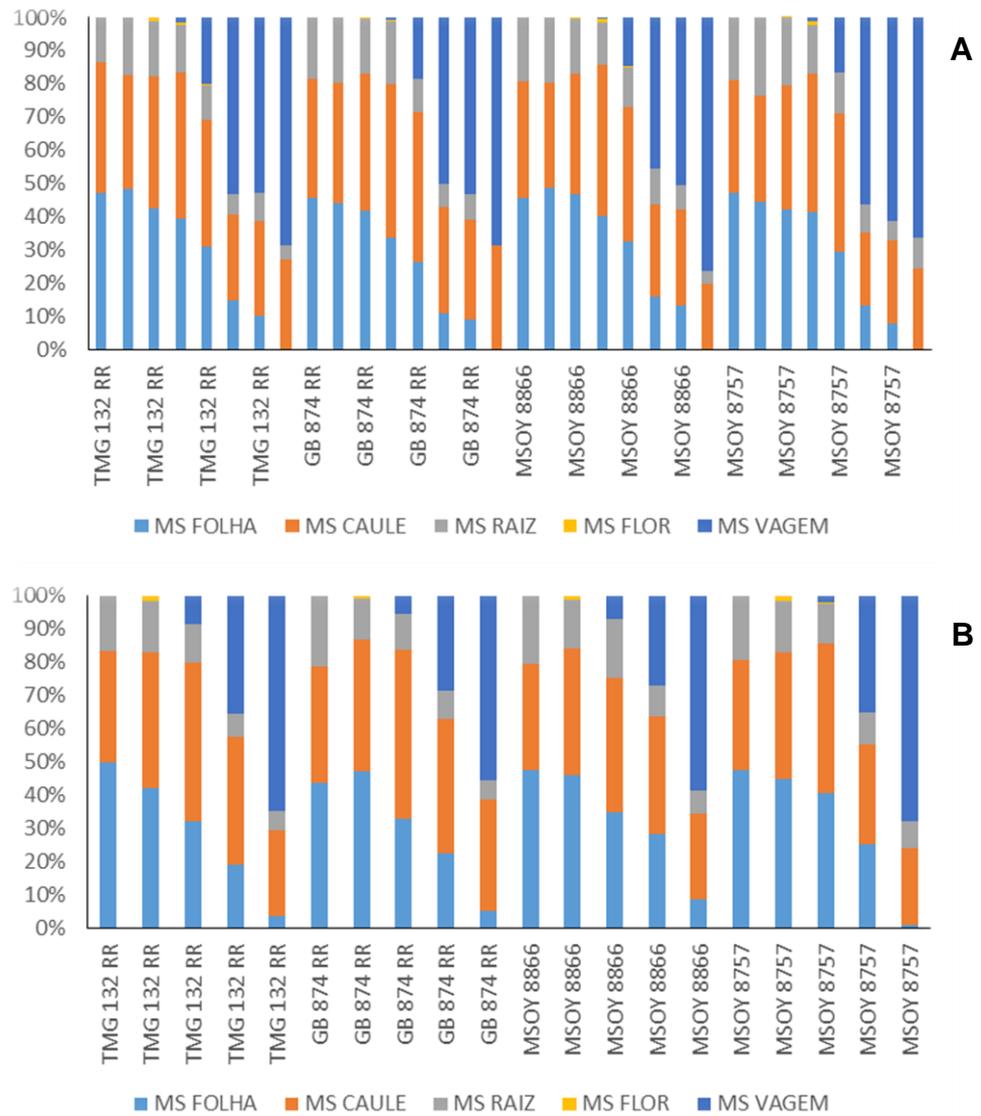


Figura 11. Distribuição de matéria seca de folha, caule, raiz, flor e vagem, da quarta época, safra 13/14 (A) e safra 14/15 (B), em porcentagem total de soja das cultivares TMG 132 RR, GB 874 RR, MSOY 8866 e MSOY 8757, em Sinop-MT.

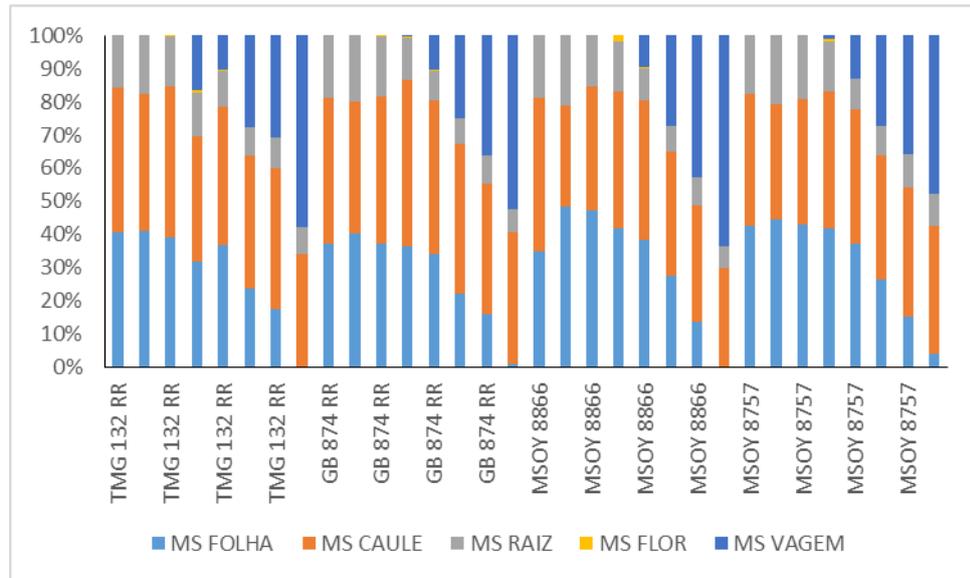


Figura 12. Distribuição de matéria seca de folha, caule, raiz, flor e vagem, da quinta época, safra 13/14, em porcentagem total de soja das cultivares TMG 132 RR, GB 874 RR, MSOY 8866 e MSOY 8757, em Sinop-MT.

### 3.6 Taxas de crescimento

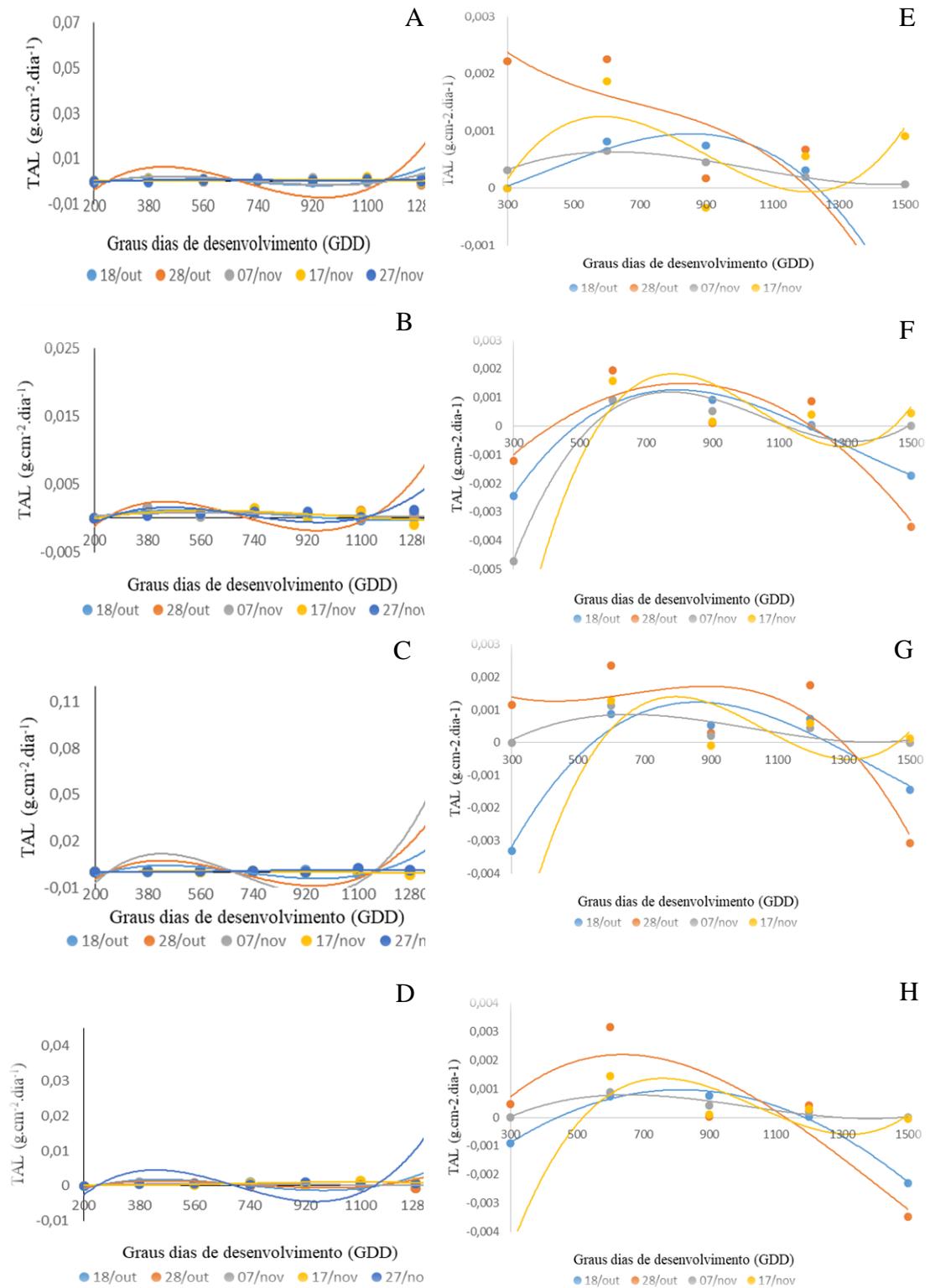


Figura 13. TAL em função de graus dias acumulados, na safra 2014 das cultivares TMG 132 RR (A), GB 874 RR (B), MSOY 8866 (C), MSOY 8757 (D), e na safra 2015 das cultivares TMG 132 RR (E), GB 874 RR (F), MSOY 8866 (G), MSOY 8757 (H), Sinop-MT.

Na Figura 8 e também na Tabela 11, podem ser observado a TAL como uma das taxas de crescimento e as equações polinomiais das estimativas das quatro cultivares de soja semeadas nas diferentes épocas de plantio, em função da soma térmica acumulada no ciclo de cultivo, respectivamente, destacam-se as taxas de assimilação líquida (TAL) e a taxa de crescimento absoluto (TCA) (Figura 11), 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 (Figura 10), 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 no início do desenvolvimento das plantas.

As taxas de crescimento da cultura (TCC) podem ser evidenciadas na figura 9, onde a curva sigmoideal fica evidente na safra do ano de 2014 e ao se observar o ritmo de desenvolvimento da planta identifica-se diferentes valores da soma térmica requerida por cada cultivar nas diferentes épocas de plantio.

A análise de crescimento baseia-se, fundamentalmente, no fato de que cerca de 90%, em média, da matéria seca acumulada pelas plantas ao longo do seu desenvolvimento resulta da atividade fotossintética; permitindo avaliar o crescimento

final da planta como um todo e a contribuição dos diferentes órgãos no desenvolvimento total. Apesar da complexidade que envolve o crescimento das espécies vegetais, a análise de crescimento é um meio bastante preciso para avaliar o desenvolvimento e mensurar a contribuição de diferentes processos fisiológicos sobre o comportamento vegetal (BENINCASA, 2003). Também é possível a utilização da análise de crescimento nas observações das variáveis fisiológicas indicativas de métodos seguros para o aumento da produtividade (CAMPOS, 2008).

A taxa do crescimento relativo (Figura 10) apresenta os valores do crescimento das cultivares ao longo do ciclo nas safras 2014 e 2015, observa-se que nem todas as cultivares apresentam a curva sigmoideal característica do crescimento das plantas. As cultivares estudadas apresentam um aumento de soma térmica por volta dos 560 GDD e queda no aumento da TCR após este acúmulo metabólico de energia, havendo diferenciação novamente aos 1100 GDDs.

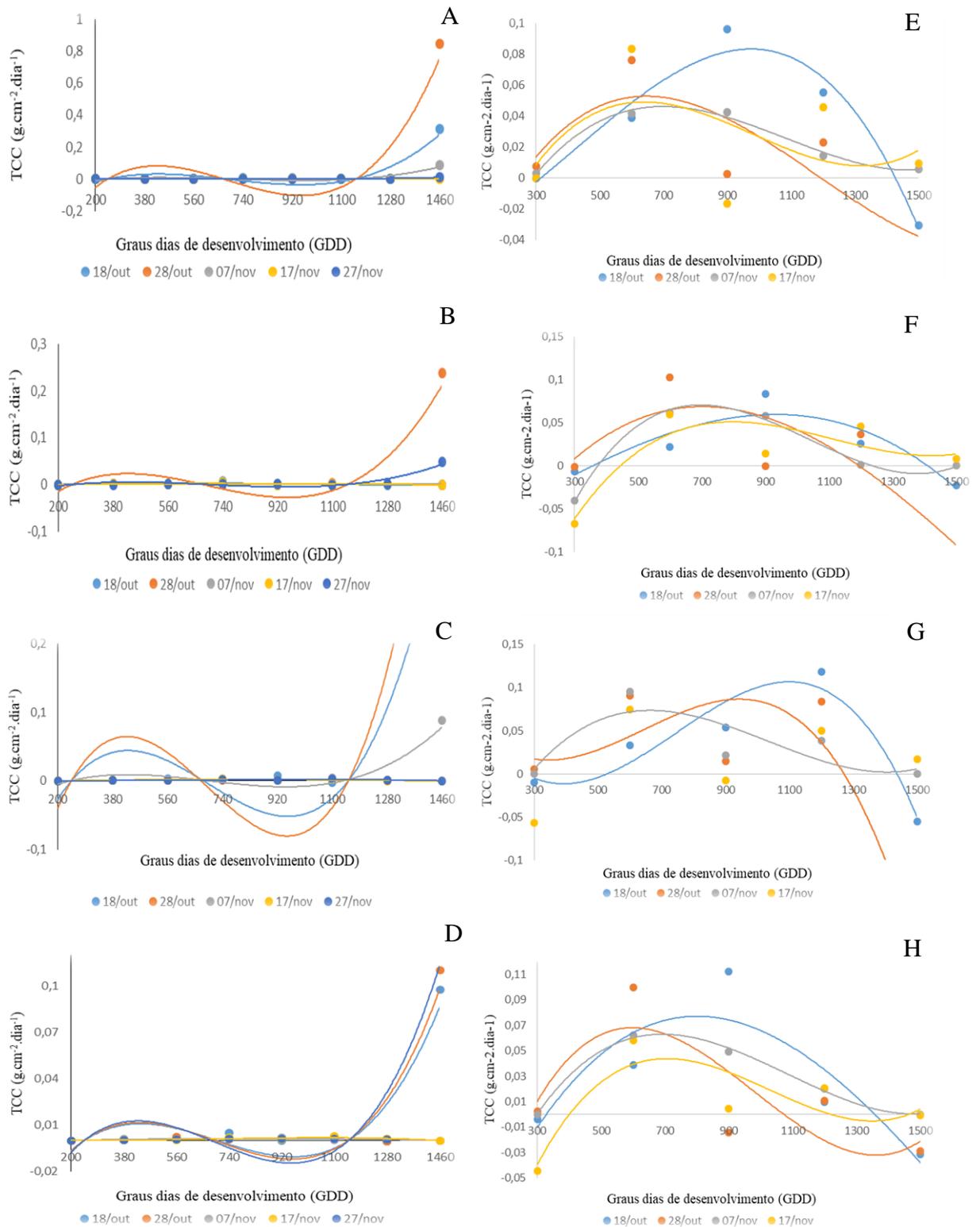


Figura 14. TCC em função de graus dias acumulados, na safra 2014 das cultivares TMG 132 RR (A), GB 874 RR (B), MSOY 8866 (C), MSOY 8757 (D), e na safra 2015 das cultivares TMG 132 RR (E), GB 874 RR (F), MSOY 8866 (G), MSOY 8757 (H), Sinop-MT.

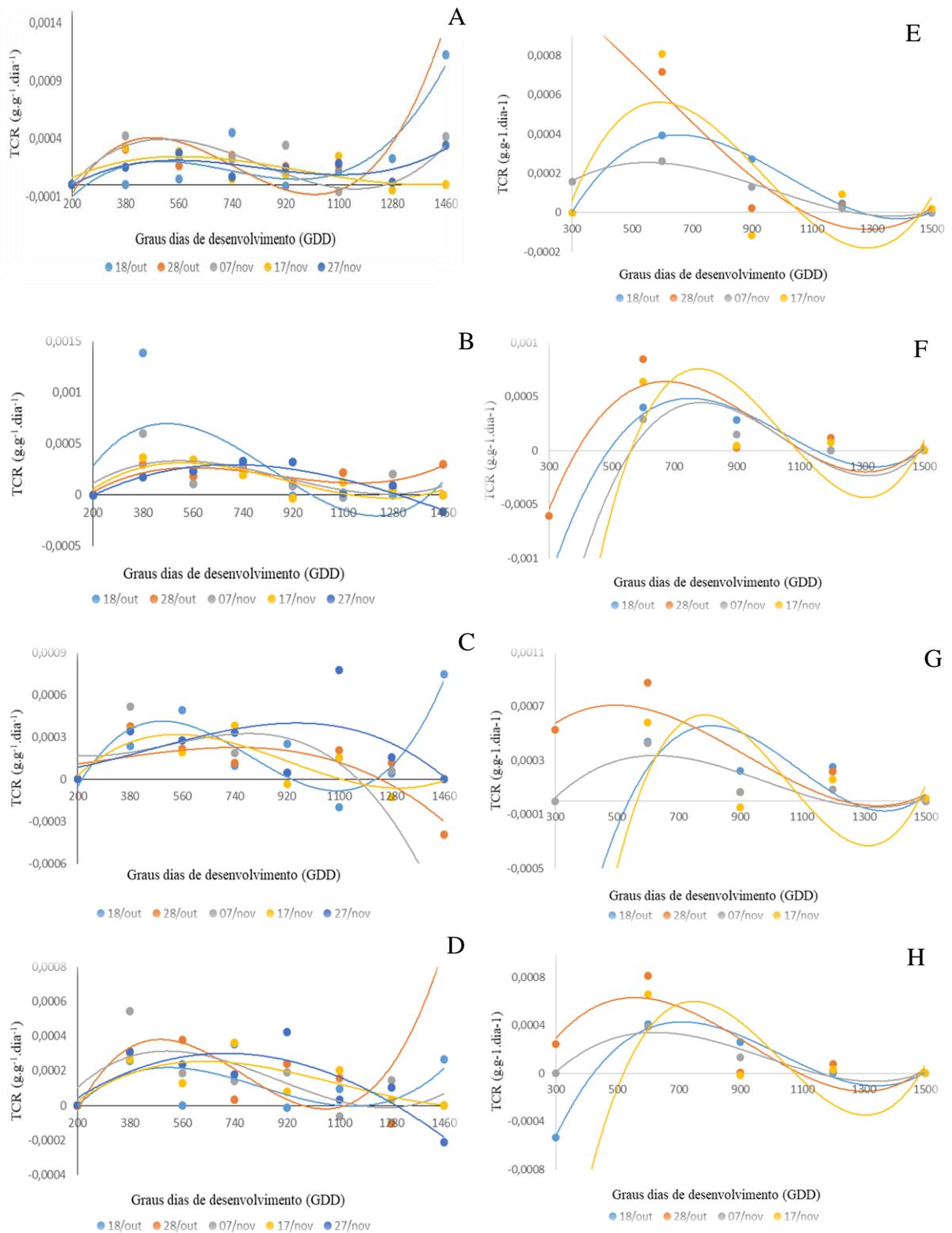


Figura 15. TCR em função de graus dias acumulados, na safra 2014 das cultivares TMG 132 RR (A), GB 874 RR (B), MSOY 8866 (C), MSOY 8757 (D), e na safra 2015 das cultivares TMG 132 RR (E), GB 874 RR (F), MSOY 8866 (G), MSOY 8757 (H), em Sinop, MT.

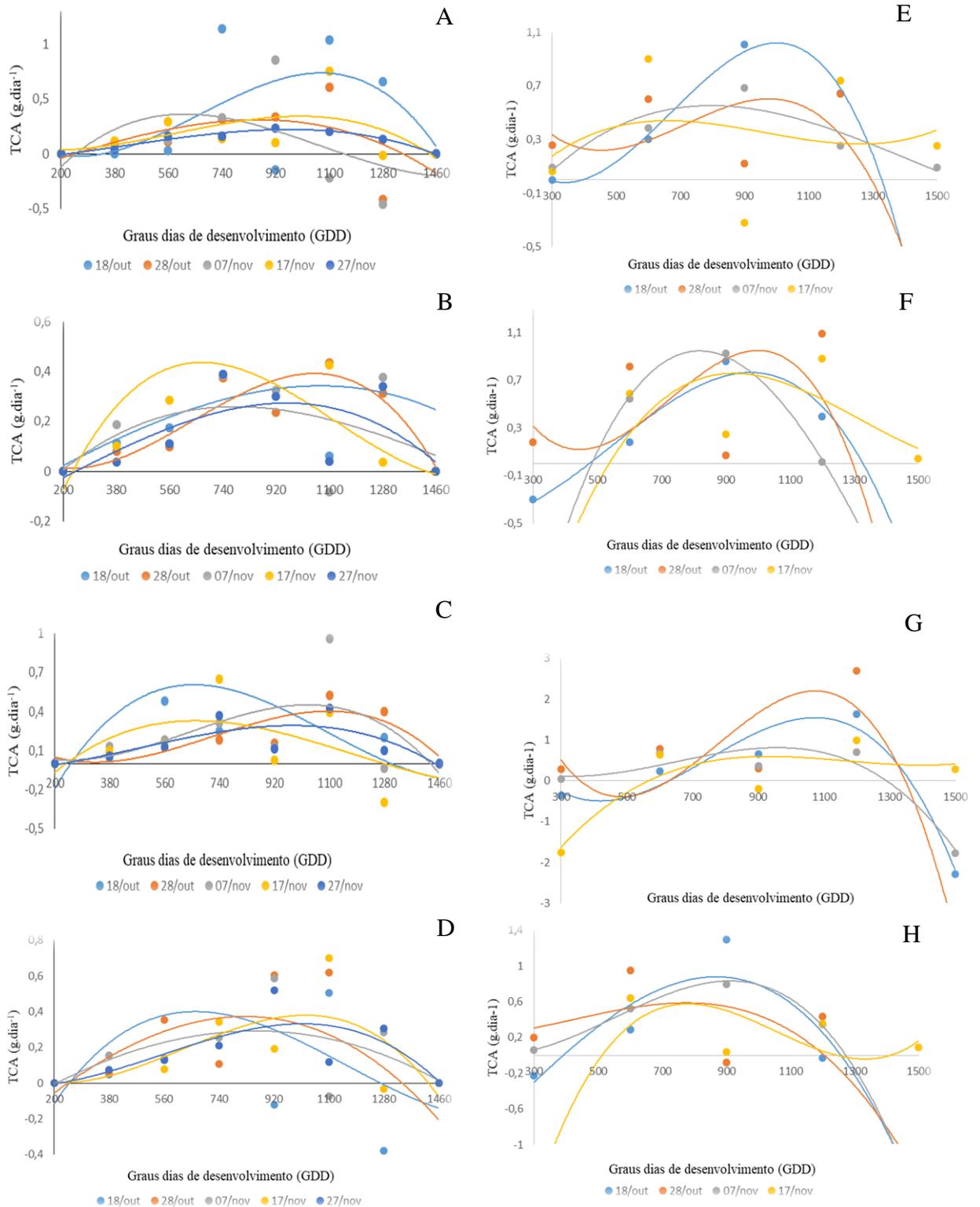


Figura 16. TCA em função de graus dias acumulados, na safra 2014 das cultivares TMG 132 RR (A), GB 874 RR (B), MSOY 8866 (C), MSOY 8757 (D), e na safra 2015 das cultivares TMG 132 RR (E), GB 874 RR (F), MSOY 8866 (G), MSOY 8757 (H), em Sinop, MT.

Segundo Lucchesi (1985), um vegetal anual em condições ecológicas adequadas, ocupa no período de crescimento, em termos de percentagem, 10% para germinar, 6% para emergir, 51% no grande período de crescimento (fase linear), 15% para a reprodução, 8% na maturação e 10% até a colheita. Portanto, durante o seu desenvolvimento, o vegetal ocupa, nas diferentes fases, diferentes períodos de crescimento, naturalmente afetados pelos fatores externos (fenologia) e os inerentes à própria planta.

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 11), 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. Assim como, Ferneda et al. (2016), concluiu que as taxas de crescimento para as cultivares transgênicas TMG132RR, GB874RR e as convencionais, MSOY8866 e MSOY8757 semeadas na região norte do Estado de Mato Grosso em diferentes épocas apresentam valores distintos, porém com sazonalidade e tendências semelhantes. Todavia, os valores das taxas de crescimento em função da soma térmica podem variar de acordo com o comportamento fenológico da planta e as condições climatológicas nas respectivas fases de desenvolvimento.

Camargo et al. (1987), relata que as variações de ano para ano na data de floração e conseqüentemente a duração do ciclo total em dias, de uma determinada variedade de soja plantada no mesmo dia, são conseqüentes principalmente da diferença da soma térmica durante o desenvolvimento. As diferenças, porém entre variedades devem ser atribuídas as suas respostas ao fotoperíodo.

Tabela 11. Regressões polinomiais de estimativa das taxas de assimilação líquida (TAL), 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,

CULTIVAR	ÉPOCA	TAL FIGURA 6.A	R <sup>2</sup>	TAL FIGURA 6.E	R <sup>2</sup>
TMG 132 RR	1	$y = 6E-11x^3 - 1E-07x^2 + 7E-05x - 0,0113$	R <sup>2</sup> = 0,8987	$y = -4E-12x^3 + 5E-09x^2 + 4E-07x - 0,0004$	R <sup>2</sup> = 0,9882
	2	$y = 2E-10x^3 - 4E-07x^2 + 0,0002x - 0,036$	R <sup>2</sup> = 0,8646	$y = -5E-12x^3 + 1E-08x^2 - 9E-06x + 0,0042$	R <sup>2</sup> = 0,8894
	3	$y = 5E-11x^3 - 1E-07x^2 + 6E-05x - 0,01$	R <sup>2</sup> = 0,8348	$y = 2E-12x^3 - 6E-09x^2 + 5E-06x - 0,0008$	R <sup>2</sup> = 0,9952
	4	$y = -1E-12x^3 + 2E-09x^2 + 2E-07x + 7E-05$	R <sup>2</sup> = 0,191	$y = 1E-11x^3 - 3E-08x^2 + 2E-05x - 0,0045$	R <sup>2</sup> = 0,4323
	5	$y = 8E-12x^3 - 2E-08x^2 + 1E-05x - 0,0021$	R <sup>2</sup> = 0,8141		
		TAL FIGURA 6.B		TAL FIGURA 6.F	
GB 874 RR	1	$y = 9E-12x^3 - 2E-08x^2 + 2E-05x - 0,0021$	R <sup>2</sup> = 0,7814	$y = 8E-12x^3 - 3E-08x^2 + 3E-05x - 0,0097$	R <sup>2</sup> = 0,9911
	2	$y = 6E-11x^3 - 1E-07x^2 + 8E-05x - 0,0122$	R <sup>2</sup> = 0,8805	$y = -6E-13x^3 - 8E-09x^2 + 1E-05x - 0,0046$	R <sup>2</sup> = 0,8099
	3	$y = 3E-12x^3 - 7E-09x^2 + 5E-06x - 0,0005$	R <sup>2</sup> = 0,1402	$y = 2E-11x^3 - 6E-08x^2 + 6E-05x - 0,0181$	R <sup>2</sup> = 0,9827
	4	$y = 5E-12x^3 - 2E-08x^2 + 1E-05x - 0,002$	R <sup>2</sup> = 0,5479	$y = 4E-11x^3 - 1E-07x^2 + 0,0001x - 0,0325$	R <sup>2</sup> = 0,9538
	5	$y = 3E-11x^3 - 7E-08x^2 + 5E-05x - 0,007$	R <sup>2</sup> = 0,9034		
		TAL FIGURA 6.C		TAL FIGURA 6.G	
MSOY 8866	1	$y = 1E-10x^3 - 2E-07x^2 + 0,0001x - 0,023$	R <sup>2</sup> = 0,8745	$y = 7E-12x^3 - 3E-08x^2 + 3E-05x - 0,0107$	R <sup>2</sup> = 0,9324
	2	$y = 2E-10x^3 - 5E-07x^2 + 0,0003x - 0,043$	R <sup>2</sup> = 0,8819	$y = -9E-12x^3 + 2E-08x^2 - 1E-05x + 0,0032$	R <sup>2</sup> = 0,7851
	3	$y = 4E-10x^3 - 7E-07x^2 + 0,0004x - 0,0672$	R <sup>2</sup> = 0,8802	$y = 4E-12x^3 - 1E-08x^2 + 1E-05x - 0,0024$	R <sup>2</sup> = 0,583
	4	$y = 4E-12x^3 - 1E-08x^2 + 9E-06x - 0,0014$	R <sup>2</sup> = 0,3243	$y = 3E-11x^3 - 8E-08x^2 + 8E-05x - 0,0252$	R <sup>2</sup> = 0,9315
	5	$y = -7E-12x^3 + 2E-08x^2 - 8E-06x + 0,0014$	R <sup>2</sup> = 0,4537		
		TAL FIGURA 6.D		TAL FIGURA 6.H	
MSOY 8757	1	$y = 4E-11x^3 - 9E-08x^2 + 5E-05x - 0,0085$	R <sup>2</sup> = 0,8397	$y = 1E-13x^3 - 7E-09x^2 + 1E-05x - 0,0037$	R <sup>2</sup> = 0,9939
	2	$y = 3E-11x^3 - 6E-08x^2 + 4E-05x - 0,0057$	R <sup>2</sup> = 0,7822	$y = 5E-12x^3 - 2E-08x^2 + 2E-05x - 0,0037$	R <sup>2</sup> = 0,8096
	3	$y = 2E-12x^3 - 6E-09x^2 + 4E-06x - 0,0004$	R <sup>2</sup> = 0,1431	$y = 4E-12x^3 - 1E-08x^2 + 1E-05x - 0,0024$	R <sup>2</sup> = 0,9241

	4	$y = -4E-12x^3 + 9E-09x^2 - 4E-06x + 0,0007$	$R^2 = 0,4926$	$y = 2E-11x^3 - 7E-08x^2 + 7E-05x - 0,0187$	$R^2 = 0,9224$
	5	$y = 1E-10x^3 - 3E-07x^2 + 0,0002x - 0,0244$	$R^2 = 0,8797$		
		TCC FIGURA 7.A		TCC FIGURA 7.E	
TMG 132 RR	1	$y = 9E-10x^3 - 2E-06x^2 + 0,0012x - 0,1807$	$R^2 = 0,8757$	$y = -2E-10x^3 + 2E-07x^2 + 7E-05x - 0,0403$	$R^2 = 0,9573$
	2	$y = 3E-09x^3 - 5E-06x^2 + 0,0031x - 0,4836$	$R^2 = 0,8773$	$y = 2E-10x^3 - 6E-07x^2 + 0,0006x - 0,1047$	$R^2 = 0,6644$
	3	$y = 3E-10x^3 - 5E-07x^2 + 0,0003x - 0,0514$	$R^2 = 0,8551$	$y = 2E-10x^3 - 6E-07x^2 + 0,0005x - 0,1135$	$R^2 = 0,9861$
	4	$y = -1E-12x^3 + 8E-10x^2 + 2E-06x - 0,0003$	$R^2 = 0,3061$	$y = 3E-10x^3 - 8E-07x^2 + 0,0007x - 0,1266$	$R^2 = 0,1833$
	5	$y = 3E-11x^3 - 7E-08x^2 + 4E-05x - 0,0069$	$R^2 = 0,8512$		
		TCC FIGURA 7.B		TCC FIGURA 7.F	
GB 874 RR	1	$y = 1E-11x^3 - 4E-08x^2 + 3E-05x - 0,0055$	$R^2 = 0,3244$	$y = -7E-11x^3 - 1E-08x^2 + 0,0002x - 0,0742$	$R^2 = 0,8276$
	2	$y = 7E-10x^3 - 1E-06x^2 + 0,0009x - 0,1358$	$R^2 = 0,8754$	$y = 1E-10x^3 - 5E-07x^2 + 0,0006x - 0,1315$	$R^2 = 0,7155$
	3	$y = 8E-13x^3 - 4E-09x^2 + 5E-06x - 0,0007$	$R^2 = 0,3479$	$y = 5E-10x^3 - 2E-06x^2 + 0,0014x - 0,3487$	$R^2 = 0,9946$
	4	$y = 6E-12x^3 - 2E-08x^2 + 2E-05x - 0,0033$	$R^2 = 0,3932$	$y = 3E-10x^3 - 1E-06x^2 + 0,0011x - 0,3$	$R^2 = 0,7731$
	5	$y = 1E-10x^3 - 3E-07x^2 + 0,0002x - 0,0289$	$R^2 = 0,8763$		
		TCC FIGURA 7.C		TCC FIGURA 7.G	
MSOY 8866	1	$y = 1E-09x^3 - 3E-06x^2 + 0,0016x - 0,2546$	$R^2 = 0,8755$	$y = -7E-10x^3 + 1E-06x^2 - 0,0009x + 0,1375$	$R^2 = 0,8998$
	2	$y = 2E-09x^3 - 4E-06x^2 + 0,0024x - 0,3793$	$R^2 = 0,8788$	$y = -7E-10x^3 + 1E-06x^2 - 0,0006x + 0,1125$	$R^2 = 0,8492$
	3	$y = 3E-10x^3 - 5E-07x^2 + 0,0003x - 0,0492$	$R^2 = 0,8727$	$y = 3E-10x^3 - 1E-06x^2 + 0,001x - 0,1981$	$R^2 = 0,6171$
	4	$y = 3E-12x^3 - 1E-08x^2 + 1E-05x - 0,0024$	$R^2 = 0,4551$	$y = 4E-10x^3 - 1E-06x^2 + 0,0011x - 0,2881$	$R^2 = 0,5331$
	5	$y = -7E-12x^3 + 1E-08x^2 - 5E-06x + 0,0006$	$R^2 = 0,4984$		
		TCC FIGURA 7.D		TCC FIGURA 7.H	
MSOY 8757	1	$y = 3E-10x^3 - 6E-07x^2 + 0,0004x - 0,0595$	$R^2 = 0,8652$	$y = 9E-11x^3 - 5E-07x^2 + 0,0007x - 0,1641$	$R^2 = 0,7661$
	2	$y = 3E-10x^3 - 7E-07x^2 + 0,0004x - 0,0646$	$R^2 = 0,8695$	$y = 5E-10x^3 - 1E-06x^2 + 0,0011x - 0,2131$	$R^2 = 0,5669$
	3	$y = 6E-13x^3 - 4E-09x^2 + 6E-06x - 0,0009$	$R^2 = 0,4949$	$y = 3E-10x^3 - 8E-07x^2 + 0,0008x - 0,1689$	$R^2 = 0,9948$
	4	$y = -7E-12x^3 + 1E-08x^2 - 7E-06x + 0,0009$	$R^2 = 0,5689$	$y = 4E-10x^3 - 1E-06x^2 + 0,0011x - 0,263$	$R^2 = 0,7138$

	5	$y = 4E-10x^3 - 8E-07x^2 + 0,0005x - 0,0732$	$R^2 = 0,8769$		
		TCR FIGURA 8.A		TCR FIGURA 8.E	
TMG 132 RR	1	$y = 3E-12x^3 - 7E-09x^2 + 5E-06x - 0,0008$	$R^2 = 0,8051$	$y = 2E-12x^3 - 7E-09x^2 + 6E-06x - 0,0012$	$R^2 = 0,9983$
	2	$y = 6E-12x^3 - 1E-08x^2 + 9E-06x - 0,0013$	$R^2 = 0,7785$	$y = 1E-12x^3 - 2E-09x^2 - 3E-07x + 0,0013$	$R^2 = 0,9449$
	3	$y = 3E-12x^3 - 8E-09x^2 + 6E-06x - 0,0008$	$R^2 = 0,6192$	$y = 1E-12x^3 - 3E-09x^2 + 2E-06x - 0,0003$	$R^2 = 0,9876$
	4	$y = 9E-13x^3 - 3E-09x^2 + 2E-06x - 0,0003$	$R^2 = 0,4218$	$y = 4E-12x^3 - 1E-08x^2 + 1E-05x - 0,002$	$R^2 = 0,5178$
	5	$y = 1E-12x^3 - 4E-09x^2 + 3E-06x - 0,0004$	$R^2 = 0,6033$		
		TCR FIGURA 8.B		TCR FIGURA 8.F	
GB 874 RR	1	$y = 4E-12x^3 - 1E-08x^2 + 7E-06x - 0,0008$	$R^2 = 0,4563$	$y = 6E-12x^3 - 2E-08x^2 + 2E-05x - 0,0052$	$R^2 = 0,9893$
	2	$y = 1E-12x^3 - 4E-09x^2 + 3E-06x - 0,0004$	$R^2 = 0,608$	$y = 6E-12x^3 - 2E-08x^2 + 2E-05x - 0,0041$	$R^2 = 0,754$
	3	$y = 2E-12x^3 - 4E-09x^2 + 3E-06x - 0,0003$	$R^2 = 0,3287$	$y = 9E-12x^3 - 3E-08x^2 + 3E-05x - 0,0081$	$R^2 = 0,9799$
	4	$y = 2E-12x^3 - 5E-09x^2 + 3E-06x - 0,0004$	$R^2 = 0,6555$	$y = 2E-11x^3 - 5E-08x^2 + 5E-05x - 0,0142$	$R^2 = 0,9563$
	5	$y = 3E-13x^3 - 2E-09x^2 + 2E-06x - 0,0003$	$R^2 = 0,8394$		
		TCR FIGURA 8.C		TCR FIGURA 8.G	
MSOY 8866	1	$y = 5E-12x^3 - 1E-08x^2 + 7E-06x - 0,0011$	$R^2 = 0,8122$	$y = 7E-12x^3 - 2E-08x^2 + 2E-05x - 0,007$	$R^2 = 0,9577$
	2	$y = -5E-13x^3 + 5E-10x^2 + 2E-07x + 6E-05$	$R^2 = 0,6196$	$y = 2E-12x^3 - 7E-09x^2 + 5E-06x - 0,0003$	$R^2 = 0,6749$
	3	$y = -2E-12x^3 + 3E-09x^2 - 1E-06x + 0,0003$	$R^2 = 0,789$	$y = 2E-12x^3 - 6E-09x^2 + 5E-06x - 0,0011$	$R^2 = 0,6958$
	4	$y = 2E-12x^3 - 5E-09x^2 + 4E-06x - 0,0005$	$R^2 = 0,6106$	$y = 1E-11x^3 - 4E-08x^2 + 4E-05x - 0,012$	$R^2 = 0,94$
	5	$y = -7E-13x^3 + 1E-09x^2 + 1E-07x + 3E-05$	$R^2 = 0,2905$		
		TCR FIGURA 8.D		TCR FIGURA 8.H	
MSOY 8757	1	$y = 2E-12x^3 - 4E-09x^2 + 3E-06x - 0,0005$	$R^2 = 0,3314$	$y = 4E-12x^3 - 1E-08x^2 + 1E-05x - 0,0031$	$R^2 = 0,99$
	2	$y = 4E-12x^3 - 1E-08x^2 + 7E-06x - 0,001$	$R^2 = 0,7375$	$y = 4E-12x^3 - 1E-08x^2 + 8E-06x - 0,0013$	$R^2 = 0,6679$
	3	$y = 2E-12x^3 - 4E-09x^2 + 3E-06x - 0,0003$	$R^2 = 0,4105$	$y = 2E-12x^3 - 7E-09x^2 + 6E-06x - 0,0012$	$R^2 = 0,9112$
	4	$y = 7E-13x^3 - 2E-09x^2 + 2E-06x - 0,0003$	$R^2 = 0,5521$	$y = 1E-11x^3 - 3E-08x^2 + 3E-05x - 0,009$	$R^2 = 0,9257$
	5	$y = 1E-13x^3 - 1E-09x^2 + 1E-06x - 0,0002$	$R^2 = 0,6936$		

		TCA FIGURA 9.A		TCA FIGURA 9.E	
TMG 132 RR	1	$y = -3E-09x^3 + 6E-06x^2 - 0,0023x + 0,2477$	$R^2 = 0,3385$	$y = -7E-09x^3 + 1E-05x^2 - 0,0074x + 1,088$	$R^2 = 0,9987$
	2	$y = -5E-10x^3 + 9E-08x^2 + 0,0009x - 0,2136$	$R^2 = 0,32$	$y = -5E-09x^3 + 1E-05x^2 - 0,0071x + 1,5677$	$R^2 = 0,8514$
	3	$y = 2E-09x^3 - 5E-06x^2 + 0,0044x - 0,8073$	$R^2 = 0,3115$	$y = 8E-10x^3 - 4E-06x^2 + 0,0041x - 0,8577$	$R^2 = 0,8224$
	4	$y = -1E-09x^3 + 2E-06x^2 - 0,0005x + 0,0753$	$R^2 = 0,2936$	$y = 2E-09x^3 - 5E-06x^2 + 0,004x - 0,6554$	$R^2 = 0,042$
	5	$y = -4E-10x^3 + 5E-07x^2 + 0,0002x - 0,0645$	$R^2 = 0,955$		
		TCA FIGURA 9.B		TCA FIGURA 9.F	
GB 874 RR	1	$y = -2E-10x^3 - 4E-08x^2 + 0,0006x - 0,1029$	$R^2 = 0,0691$	$y = -4E-09x^3 + 6E-06x^2 - 0,0012x - 0,4145$	$R^2 = 0,9863$
	2	$y = -1E-09x^3 + 3E-06x^2 - 0,001x + 0,1107$	$R^2 = 0,8311$	$y = -1E-08x^3 + 2E-05x^2 - 0,0128x + 2,5498$	$R^2 = 0,8342$
	3	$y = 2E-10x^3 - 1E-06x^2 + 0,0014x - 0,2261$	$R^2 = 0,2409$	$y = 3E-09x^3 - 1E-05x^2 + 0,018x - 5,6166$	$R^2 = 0,9997$
	4	$y = 1E-09x^3 - 4E-06x^2 + 0,004x - 0,7229$	$R^2 = 0,2576$	$y = 3E-09x^3 - 1E-05x^2 + 0,0152x - 5,0114$	$R^2 = 0,8637$
	5	$y = -3E-10x^3 + 2E-07x^2 + 0,0006x - 0,1449$	$R^2 = 0,4523$		
		TCA FIGURA 9.C		TCA FIGURA 9.G	
MSOY 8866	1	$y = 2E-09x^3 - 7E-06x^2 + 0,0065x - 1,2268$	$R^2 = 0,1211$	$y = -1E-08x^3 + 3E-05x^2 - 0,0196x + 3,0736$	$R^2 = 0,9359$
	2	$y = -2E-09x^3 + 4E-06x^2 - 0,0019x + 0,2959$	$R^2 = 0,6907$	$y = -3E-08x^3 + 6E-05x^2 - 0,0391x + 7,6254$	$R^2 = 0,8524$
	3	$y = -2E-09x^3 + 3E-06x^2 - 0,0014x + 0,1826$	$R^2 = 0,3462$	$y = -6E-09x^3 + 1E-05x^2 - 0,0056x + 0,9299$	$R^2 = 0,9137$
	4	$y = 9E-10x^3 - 3E-06x^2 + 0,0031x - 0,5678$	$R^2 = 0,3541$	$y = 4E-09x^3 - 1E-05x^2 + 0,0163x - 5,3121$	$R^2 = 0,7388$
	5	$y = -7E-10x^3 + 1E-06x^2 + 6E-05x - 0,0546$	$R^2 = 0,5814$		
		TCA FIGURA 9.D		TCA FIGURA 9.H	
MSOY 8757	1	$y = 1E-09x^3 - 4E-06x^2 + 0,0041x - 0,7652$	$R^2 = 0,2538$	$y = -2E-09x^3 + 1E-06x^2 + 0,0035x - 1,3619$	$R^2 = 0,9199$
	2	$y = -3E-10x^3 - 6E-07x^2 + 0,0015x - 0,3361$	$R^2 = 0,3197$	$y = -2E-09x^3 + 3E-06x^2 - 0,0003x + 0,2153$	$R^2 = 0,7738$
	3	$y = -7E-11x^3 - 6E-07x^2 + 0,0011x - 0,2048$	$R^2 = 0,3021$	$y = -4E-09x^3 + 7E-06x^2 - 0,0023x + 0,2233$	$R^2 = 0,9995$
	4	$y = -1E-09x^3 + 3E-06x^2 - 0,001x + 0,1024$	$R^2 = 0,4647$	$y = 7E-09x^3 - 2E-05x^2 + 0,0228x - 6,573$	$R^2 = 0,8785$
	5	$y = -9E-10x^3 + 1E-06x^2 - 0,0002x - 0,0096$	$R^2 = 0,5798$		

#### **4 CONCLUSÕES**

Foram necessários, em média, 1200, 1460, 1280 e 1280 GDD, respectivamente, para as cultivares TMG 132 RR, GB 874 RR, MSOY 8866 e 8757, para o complemento da fase plantio/maturação.

A primeira época de semeadura em 18/10 proporcionou a aumento do tamanho das plantas de soja das cultivares em altura, diâmetro e número de folhas.

Os menores valores médios da produção e produtividade foram constatados quando o plantio foi realizado em 27/11, para a safra 2014.

Os maiores valores de produção foram obtidos em cultivares semeadas entre o final do mês de outubro e na primeira semana de dezembro para safra de 14/15.

O índice de transmissividade e a alta condensação hídrica impactaram negativamente na produtividade da soja semeadas a partir de 20 de outubro na safra 13/14.

## 5 REFERÊNCIAS

- ALLIPRANDINI, L.F. et al. Understanding soybean maturity groups in Brazil: environment, cultivar classification, and stability. **Crop Science**, v.49, p.801-808, 2009.
- ALMEIDA, M. L.; MUNDSTOCK, C. M. A qualidade da luz afeta o afilhamento em plantas de trigo quando cultivadas sob competição. **Ci. Rural**, v. 31, p. 401-408, 2001.
- APPEZATO-DA-GLORIA, B.; CARMELLO-GUERREIRO, S.M. **Anatomia Vegetal**. 2. ed. Viçosa. UFV, 2006.
- ASTEGIANO, E. D.; FAVARO J. C; BOUZO, C. A. Estimación del área foliar em distintos cultivares de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) utilizando medidas foliares lineales. **Investigation Agrícola**, v.16, p.245-256, 2001.
- BALLARÉ, C. L.; CASAL, J. J. Light signals perceived by crop and weed plants. *Field Crops Res.*, v. 67, p. 149-160, 2000.
- BASTIDAS, A.M.; et al. Soybean sowing date: the vegetative, reproductive, and agronomic impacts. **Crop Science**, v.48, p.727-740, 2008
- BEGONIA, G. B.; BEGONIA, M. T. Plant photosynthetic production as controlled by leaf growth, phenology, and behavior. **Photosynthetica**, v. 45, n.3, p. 321-333, 2007.
- BENINCASA, M. P. **Análise de crescimento de plantas**. Jabotiabal, Funep, 41p., 2003.
- BENICASA, M. P. **Análise de Crescimento de Plantas (noções básicas)**. Jaboticabal: FUNEP. 2004. 42p.
- BERGAMASCHI, H.; et al. Déficit hídrico e produtividade na cultura do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 2, p. 243-249, 2006.
- CÂMARA, G.M.S.; et al. Influence of photoperiod and air temperature on the growth, flowering and maturation of soybean (*Glycine max* (L.) Merrill). **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.54, n. esp., p.149-54, junho, 1997.

CAMARGO, M. B. P.; BRUNINI, O.; MIRANDA, M. A. C. Temperatura-base para cálculo dos graus-dia para cultivares de soja em São Paulo. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v.22, n.2, p.115-121, fev. 1987.

CAMPOS, M. F.; et al. Análise de crescimento em plantas de soja tratadas com substâncias reguladoras, **Biotemas**, v. 21, n.3;: p.53-63, set., 2008.

CAMPOS, P.S.; et al. Electrolyte leakage and lipid degradation account for cold sensitivity in leaves of Coffea sp. plants. **Journal of Plant Physiology**, v.160, p.283-292, 2003.

CASTRO, P.R.C.; KLUGE, R.A.; SESTARI, I. **Manual de fisiologia vegetal: fisiologia de cultivos**. Piracicaba: Editora Agronômica Ceres, 2008. 864p.

CORREA, S.T.R.; et al. Aplicações e limitações da modelagem em agricultura: revisão. **Revista de Agricultura**, Piracicaba, v.86, n.1, p. 1-13, 2011

CRUZ, T. V.; PEIXOTO, C. P.; MARTINS, M. C. crescimento e produtividade de soja em diferentes épocas de semeadura no oeste da Bahia. **Scientia Agraria**, Curitiba, v.11, n.1, p.033-042, Jan./Feb. 2010.

DAL POGETTO, M. H. F. A.; et al. Controle da ferrugem asiática e produtividade da soja após pulverizações de piraclostrobina + epoxiconazole em diferentes estádios fenológicos da cultura. **Summa Phytopathol**, v. 38, n. 3, p. 248-250, 2012.

FAGUNDES, J.D.; et al. Crescimento, desenvolvimento e retardamento da senescência foliar em girassol de vaso (*Helianthus annuus* L.): fontes e doses de nitrogênio. **Ciência Rural**, v.37, n.4, p.987-993, 2007.

FARIAS, J. R. B. et al. **Ecofisiologia da Soja**. Londrina: Embrapa CNPSO, 2007. 9p. (Circular Técnica, n. 48).

FEHR, W.R.; CAVINES S, C.E. **Stages of soybean development**. Ames: State University of Science and Technology, Special Report, 80. 1977. 11p.

FERNEDA, B. G.; et al. Graus-dias na estimativa das taxas de crescimento de quatro cultivares de soja em diferentes épocas de plantio. **Nativa**, Sinop, v.4, n.3, p.121-127, mai./jun. 2016.

FERRARI, E.; PAZ, A.; SILVA, A. C. Déficit hídrico no metabolismo da soja em semeaduras antecipadas no Mato Grosso. **Nativa**, v. 03, n. 01, p. 67-77, 2015.

FIETZ, C. R.; RANGEL, M. A. S. Época de semeadura da soja para a região de Dourados - MS, com base na deficiência hídrica e no fotoperíodo. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.28, n.4, p.666-672, out./dez. 2008.

FONTANA, D. C. et al. **Monitoramento e previsão da safra de soja 1999/2000 no Brasil**. Porto Alegre: CEP SRM/UFRGS, 2001. 121p.

GADIOLI et al. Temperatura do ar, rendimento de grãos de milho e caracterização fenológica associada à soma calórica. Parte da Dissertação de Mestrado do primeiro autor apresentada à USP/ESALQ - Piracicaba, SP. **Scientia Agrícola**, v.57, n.3, p.377-383, jul./set. 2000.

GONZALEZ-SANPEDRO, M. C.; et al. Seasonal variations of leaf area index of agricultural fields retrieved from Landsat data. **Remote Sensing of Environment**, v.112, p.810-824, 2008.

IMEA. Instituto Mato-Grossense de Economia e Agropecuária. **Relatório de Mercado**. Boletins. Soja. Disponível em: <http://www.imea.com.br>. Acessado em agosto de 2017.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**, São Carlos, SP: Rima artes, 2004. 531 p.

LEONG, W. **Canopy modification and its effects on the growth and yield of *Hevea brasiliensis* Muell.** Arg. 1980. 283 p. Thesis (Ph.D.) - Faculty of Agriculture Sciences of Ghent, Ghent.

LUCCHESI, A. A. Utilização prática da análise quantitativa do crescimento vegetal. **Anais da Esalq**. Piracicaba. V. XLII, p. 401-428, 1985.

MARIN, F. R.; SENTELHAS, P. C.; UNGARO, M. R. G. Perda de rendimento potencial da cultura do girassol por deficiência hídrica, no Estado de São Paulo. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.57, n.1, p. 1-6, 2000.

MARTINS, J. D.; et al. Plastocrono e número final de nós de cultivares de soja em função da época de semeadura. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.41, n.6, p.954-959, jun, 2011.

MENEZES, H.E.A.; DANTAS, R.T. **Ajuste de funções para estimativa da irradiação solar difusa em Cajazeiras** – PB. In: Congresso Brasileiro de Meteorologia, 12, 2002 Foz do Iguaçu - PR. Anais... 1

MEOTTI, G. V.; et al. B. Épocas de semeadura e desempenho agrônômico de cultivares de soja. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v.47, n.1, p.14-21, 2012.

MONTEITH, J. L.; ELSTON, J. Climatic constraints on crop production. In: FOWDEN, L.; MANSFIELD, T.; STODDART, J. (Eds). **Plant adaptation to environmental stress**. London: Chapman & Hall, 1996. p. 3-18.

MOTA, F.S. Radiação solar e plantas cultivadas. **Meteorologia agrícola**. 7. ed. São Paulo: Nobel, 1987. p. 63-125. 60

NEUMAIER, N.; NEPOMUCENO, A.L.; FARIAS, J.R.B.; OYA, T. **Estádios de desenvolvimento da cultura de soja**. 2000.

OLIVEIRA, L.M.; et al. Efeito de citocininas nas senescência e abscisão foliar durante o cultivo *in vitro* de *Annona glabra* L. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Jaboticabal – SP, v. 29, n. 1, p. 025-030, Abril, 2007.

OMETTO, J. C. Bioclimatologia vegetal. São Paulo: **Agronômica Ceres**. p. 440, 1981.

PEREIRA, A.R.; et al. Agrometeorologia: fundamentos e aplicações práticas. Guaíba: **Agropecuária**, 2002. 478p.

PEREIRA, A. R.; VILLA NOVA, N. A.; SEDIYAMA, G. C. **Evapotranspiração**. Piracicaba: Fealq, 1997. 183 p.

PEREIRA, C.R. **Análise do crescimento e desenvolvimento da cultura de soja sob diferentes condições ambientais**. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola), Universidade Federal de Viçosa, 2002, 282p.

PURCELL, L.C.; et al. Radiation use efficiency and biomass production in soybean at different plant population densities. **Crop Science**, v.42, p.172-177, 2002.

RAJCAN, I.; SWANTON, C. J. Understanding maize-weed competition: resource competition, light quality and the whole plant. **Field Crops Res.**, v. 71, p. 139-150, 2001.

RAMALHO, J.C.; et al. Cold acclimation ability and photosynthesis among species of the tropical Coffea genus. **Plant Biology**, v.5, p.631-641, 2003.

RIBEIRO, T.L.P.; et al. Respostas fenológicas de cultivares brasileiras de trigo à vernalização e ao fotoperíodo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.44, n.11, p.1383-1390, nov. 2009

RICHTER, G. L.; et al. 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.

RITCHIE, S.W.; et al. **How a soybean plant develops**. Ames: Iowa State University of Science and Technology, 1977. 20p. (Special Report, 53)

RODRIGUES, O.; et al. Resposta quantitativa do florescimento da soja à temperatura e ao fotoperíodo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.36, n.3, p.431-7, 2001.

SANTOS, R. B. et al. Planejamento da pulverização de fungicidas em função das variáveis meteorológicas na região de Sinop-MT. **Global Science and Technology**, Rio Verde, v.06, n.1, p.72-87, jan./abr. 2013.

SARTI, R. P.; JONES J. G. W. Soyabean Production in the Tropics A Simulation Case for Mexico. **Agricultural Systems**, v. 29, p.219-231, 1989.

SCHÖFFEL, E.R.; VOLPE, C.A. Eficiência de conversão da radiação fotossinteticamente ativa interceptada pela soja para produção de fitomassa. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, n.2, v.9, p.241-249, 2001.

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.

SILVA, A. C.; et al. Crescimento de figueira sob diferentes condições de cultivo. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 41, n. 4, p. 539-551,2011.

SILVA, A. F.; SEDIYAMA, T.; BORÉM, A. **Soja: do plantio à colheita**. Viçosa: Editora UFV. p.58-59, 2015.

SILVA, L.C.; et al. **Análise do Crescimento de Comunidade Vegetais**. Embrapa, documento (Circular Técnica 34). Campina Grande, PB, maior, 2000.

SINCLAIR, T.R.; SHIRAIWA, T. Soybean radiation-use efficiency as influenced by no uniform specific leaf nitrogen distribution and diffuse radiation. **Crop Science**, v.33, p.808- 812, 1993.

SOUZA, A. P. et al. Classificação Climática e Balanço Hídrico Climatológico no Estado de Mato Grosso. **Nativa**, v.1, n.1, p.34-43, 2013.

SOUZA, A. P.; et al. Temperaturas basais e soma térmica para a figueira podada em diferentes épocas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 31, n. 2, p.314-322, 2009

STULP, M. et al. Desempenho agrônômico de três cultivares de soja em diferentes épocas de semeadura em duas safras. **Ciência e Agrotecnologia**, v.33, n.5, p.1240-1248, 2009.

SUZUKI, K.; NAGASUGA, K.; OKADA, M. The chilling injury induced by high root temperature in the leaves of rice seedlings. **Plant and Cell Physiology**, v.49, p.433-442, 2008.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 2009, 848 p.

TECNOLOGIAS DE PRODUÇÃO DE SOJA - Região Central do Brasil 2014. Londrina: Embrapa Soja; 2013. 268 p. (**Sistemas de Produção/Embrapa soja**, ISSN 1677-8499; n. 16).

THOMAS, J.F. Ontogenetic and morphological plasticity in crop plants. In: BOOTE, K.J. et al. **Physiology and Determinations of Crop Yield**. Madison: ASA/CSSA/SSSA, Cap.7B, p.181-185, 1994.

URBEN FILHO, G.; SOUZA, P. I. M. Manejo da cultura da soja sob cerrado: época, densidade e profundidade de semeadura. In: ARANTES, N. E.; SOUZA, P. I. M. (Ed.). **Cultura da soja nos cerrados**. Belo Horizonte: POTAFOS, 1993. 535 p.

YANOVSKY, M. J. et al. Are phytochrome-mediated effects on leaf growth, carbon partitioning and extractable sucrose-phosphate synthase activity the mere consequence of stem-growth responses in light-grown mustard? **J. Exp. Bot.**, v. 46, p. 753-757, 1995.