

# **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento** 119

ISSN 1679-0154  
Julho, 2015

## **Influência da Época de Semeio no Desenvolvimento do Sorgo Biomassa**



ISSN 1679-0154  
Julho, 2015

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Embrapa Milho e Sorgo  
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

# **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 119**

## **Influência da Época de Semeio no Desenvolvimento do Sorgo Biomassa**

André May  
Vander Fillipe de Souza  
Geraldo de Amaral Gravina

Embrapa Milho e Sorgo  
Sete Lagoas, MG  
2015

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

**Embrapa Milho e Sorgo**

Rod. MG 424 Km 45

Caixa Postal 151

CEP 35701-970 Sete Lagoas, MG

Fone: (31) 3027-1100

Fax: (31) 3027-1188

[www.embrapa.br/fale-conosco](http://www.embrapa.br/fale-conosco)

**Comitê de Publicações da Unidade**

Presidente: Sidney Netto Parentoni

Secretário-Executivo: Elena Charlotte Landau

Membros: Antonio Claudio da Silva Barros, Cynthia Maria Borges

Damasceno, Maria Lúcia Ferreira Simeone, Monica Matoso

Campanha, Roberto dos Santos Trindade, Rosângela Lacerda de

Castro

Revisão de texto: Antonio Claudio da Silva Barros

Normalização bibliográfica: Rosângela Lacerda de Castro

Tratamento de ilustrações: Tânia Mara Assunção Barbosa

Editoração eletrônica: Tânia Mara Assunção Barbosa

Foto(s) da capa: André May

**1ª edição**

**Versão Eletrônica (2015)**

**Todos os direitos reservados**

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei no 9.610).

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**

**Embrapa Milho e Sorgo**

---

May, André.

Influência da época de semeio no desenvolvimento do sorgo biomassa / André May, Vander Fillipe de Souza, Geraldo de Amaral Gravina. – Sete Lagoas : Embrapa Milho e Sorgo, 2015.

26 p. : il. -- (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Milho e Sorgo, ISSN 1679-0154; 119).

1. *Sorghum bicolor*. 2. Recurso energético. 3. Semeadura. 4. Produtividade. I. Título. II. Série.

CDD 633.174 (21. ed.)

---

© Embrapa 2015

# Sumário

<b>Resumo</b> .....	4
<b>Abstract</b> .....	6
<b>Introdução</b> .....	7
<b>Material e Métodos</b> .....	9
<b>Resultados e Discussão</b> .....	11
<b>Conclusão</b> .....	22
<b>Agradecimento</b> .....	22
<b>Referências</b> .....	23

# Influência da Época de Semeio no Desenvolvimento do Sorgo Biomassa

---

*André May<sup>1</sup>*

*Vander Fillipe de Souza<sup>2</sup>*

*Geraldo de Amaral Gravina<sup>3</sup>*

## Resumo

O sorgo biomassa é uma das culturas mais promissoras para a produção de energia elétrica, por meio da queima em caldeiras de alta pressão. Contudo, ainda há uma carência de informações acerca do seu manejo cultural. Para tanto, essa pesquisa objetivou avaliar a influência da época de semeio no desempenho produtivo do sorgo biomassa. Os experimentos foram instalados em Sete Lagoas-MG, na Embrapa Milho e Sorgo, durante duas safras consecutivas, entre os anos de 2012 e 2014. O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, em esquema de parcelas subdivididas, sendo as parcelas constituídas por quatro épocas de semeio (a cada 50 dias a partir de outubro de cada ano), e as subparcelas

---

<sup>1</sup>Embrapa Milho e Sorgo, MG 424, km 45, Caixa Postal: 285, CEP: 35701-970, Sete Lagoas-MG, Brasil. Email: andre.may@embrapa.br \* Autor para correspondência

<sup>2</sup> Doutorando em Bioengenharia, UFSJ, São João del-Rei-MG, Brasil, vanderfsouza@gmail.com

<sup>3</sup> Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Laboratório de Engenharia Agrícola, Av. Alberto Lamego, 2000, Parque Califórnia, CEP: 28013-602, Campos de Goytacazes-RJ, Brasil. Email: gravina@uenf.br

constituídas de duas cultivares (CMSXS 7005 e CMSXS 7015), com 3 repetições. As plantas de sorgo biomassa são altamente influenciadas pelo fotoperíodo, demonstrando que o semeio deve ocorrer nos primeiros meses da estação chuvosa, para que altas produtividades de biomassa sejam alcançadas. Na safra 2012-13, o semeio 50 dias após o mês de outubro acarretou em queda de  $40 \text{ t ha}^{-1}$  de biomassa fresca em relação à máxima produtividade observada de  $135,6 \text{ t ha}^{-1}$  (semeio de outubro), resultando em produtividade de apenas  $21,4 \text{ t ha}^{-1}$  quando o semeio foi realizado 150 dias após o primeiro mês de semeio. Da mesma forma, mesmo com as condições climáticas desfavoráveis do segundo ano de estudo (safra 2013-14), houve uma queda pronunciada da produtividade no semeio mais tardio, passando de 88 para  $30,4 \text{ t ha}^{-1}$ , respectivamente, no primeiro e no quarto semeio.

**Palavras-chave:** sorgo lignocelulósico, bioenergia, manejo cultural

# **Influence of Seeding Season in Productivity of Biomass Sorghum**

---

*André May<sup>1</sup>*

*Vander Fillipe de Souza<sup>2</sup>*

*Geraldo de Amaral Gravina<sup>3</sup>*

## **Abstract**

Sorghum biomass is one of the most promising crops for the production of electricity through the burning in high-pressure boilers. However, there is still a lack of information about its cultural practices. To this end, this research aimed to evaluate the influence of time of sowing on growth performance of sorghum biomass. The experiments were conducted in Sete Lagoas-MG at Embrapa Maize and Sorghum, for two consecutive years, between 2012 and 2014. The experimental design was a randomized block design with split plots, with plots consisting of four times of sowing (every 50 days from October of each year) and the subplot consisting of two cultivars (CMSXS 7005 and CMSXS 7015), with three replications. Sorghum biomass plants are highly influenced by photoperiod, showing that seeding should occur in the first months of the rainy season, so that high yields of biomass are achieved. In the 2012-13 season, sowing 50 days after the month of October resulted in a fall of 40 t ha<sup>-1</sup> of biomass in relation to the maximum observed productivity of 135.6 t ha<sup>-1</sup> (seeding

in October), resulting in productivity of only 21.4 t ha<sup>-1</sup> when the seeding was performed 150 days after the first month of sowing. Likewise, even with the unfavorable climatic conditions of the second year of study (2013-14 season), there was a pronounced decline in productivity in the late sowing, from 88 to 30.4 t ha<sup>-1</sup>, respectively in the first and the fourth seeding.

**Keyword:** lignocellulosic sorghum, bio-energy, cultural management

## Introdução

O sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) é originário do continente africano e, no Brasil, tem alcançado crescente aumento de áreas plantadas, em razão do seu alto potencial de produção de matéria seca, mais elevada que a do milho, principalmente em condições de baixa fertilidade do solo e em locais com ocorrências de veranicos (STONE, et al., 1996; ROCHA JÚNIOR, et al., 2000; OLIVEIRA et al., 2002; LEÃO et al., 2011; PERAZZO et al., 2013).

O sorgo apresenta ampla capacidade de adaptação, tolerância a temperaturas elevadas, além de possuir características xerofílicas (REIS, 1992). Possui características fisiológicas que permitem paralisar o crescimento ou diminuir as atividades metabólicas durante o estresse hídrico e reiniciar o crescimento quando a água se torna disponível. Por isso, pode produzir em regiões sujeitas a secas e que não disponham de irrigação (OLIVEIRA et al., 2002). No início do período de estresse, o sorgo pode acumular fotoassimilados, e essas reservas, sendo pouco utilizadas durante a seca, ficam disponíveis para estimular o crescimento quando a água se torna novamente

disponível. A tolerância à seca é diferenciada conforme o genótipo (AMARAL et al., 2003). Assim, diferentes materiais de uma mesma espécie podem responder de maneira diferente ao estresse causado pela deficiência hídrica.

Apesar de todas essas vantagens supracitadas, variações nas condições climáticas, principalmente na temperatura durante o ano, afetam o desenvolvimento das cultivares de sorgo. Temperaturas elevadas durante o período de floração podem causar aborto de flores (PAUL, 1990), e temperaturas baixas provocam esterilidade dos grãos de pólen, influenciando o desenvolvimento da panícula. Esses efeitos podem ocasionar diminuição na produção de grãos e na qualidade da forragem do sorgo.

A baixa precipitação pluvial e sua distribuição irregular são os principais fatores que afetam a produtividade das forrageiras anuais no cultivo de outono-inverno no Brasil, antecipando os estádios fenológicos das culturas (MACHADO et al., 1987; ALLEN; MUSICK, 1993; PEDREIRA et al., 2003; MATEUS et al., 2005; ALCÂNTARA et al., 2011; PERAZZO et al., 2013). Ferraris e Charles-Edwards (1986) observaram que o atraso na data de semeadura influencia na duração do ciclo e no rendimento de massa do sorgo, diminuindo o número de dias até a antese.

Uma das particularidades do sorgo lignocelulose é sua sensibilidade ao fotoperíodo, o que possibilita estender seu ciclo vegetativo em mais de 150 dias, com planejamento de semeadura voltado para primavera-verão, proporcionando uma produção superior a 100 t ha<sup>-1</sup> de biomassa fresca (PARRELLA et al., 2010).

Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a influência da época de semeio no desempenho produtivo do sorgo biomassa por dois anos consecutivos.

## Material e Métodos

Os experimentos foram instalados em Sete Lagoas-Minas Gerais (região central do estado), durante duas safras consecutivas entre os anos de 2012 e 2014.

Os ensaios foram instalados no campo experimental da Embrapa Milho e Sorgo, situada entre a latitude 19° 23'S e longitude 44° 10'W, com altitude média de 726 m. O clima da região é do tipo CWA - Tropical, com chuvas concentradas no verão e um período seco bem definido durante o inverno. O solo, na área experimental em Sete Lagoas-MG, é do tipo Latossolo Vermelho Distrófico, textura argilosa, em torno de 60%, 32% e 8% de argila, silte e areia total, respectivamente. O histórico da área é de pousio por quatro anos. A análise química do solo, anterior à instalação do experimento, evidenciou valores de pH (H<sub>2</sub>O) = 6,4; P = 32,89 (mg dm<sup>-3</sup>); K<sup>+</sup> = 107 (mg dm<sup>-3</sup>); Ca<sup>++</sup> = 4,27 (cmolc dm<sup>-3</sup>); Mg<sup>++</sup> = 0,80 (cmolc dm<sup>-3</sup>); Al<sup>+++</sup> = 0,02 (cmolc dm<sup>-3</sup>); H<sup>+</sup>+Al = 5,38 (cmolc dm<sup>-3</sup>); M.O. = 2,7 (dag dm<sup>-3</sup>); CTC = 10,7 (cmolc dm<sup>-3</sup>); V (%) = 50,0 e m (%) = 0,34.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, em esquema de parcelas subdivididas, sendo as parcelas constituídas por quatro épocas de semeio (a partir de outubro em cada ano e a cada 50 dias), e as subparcelas constituídas de duas cultivares de sorgo biomassa, com 3 repetições, durante duas safras. A subparcela experimental foi constituída por seis linhas de quarenta metros de comprimento, sendo as quatro

linhas centrais consideradas como parcela útil, tendo como bordadura 0,5 m, nas extremidades de cada linha central. As cultivares experimentais estudadas foram CMSXS 7005 e CMSXS 7015, desenvolvidas pela Embrapa Milho e Sorgo, caracterizadas como sensíveis ao fotoperíodo.

Para o preparo de solo foram realizadas uma aração e duas gradagens, antes da instalação dos experimentos. A calagem foi feita para elevar a saturação de bases para 60%, antes da aração, permanecendo o solo em descanso por três meses após a incorporação do calcário. Foram aplicados 120 kg ha<sup>-1</sup> de N, na forma de ureia; 30 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, na forma de superfosfato simples; e 60 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, na forma de cloreto de potássio, segundo a recomendação para sorgo forrageiro descrita por Ribeiro et al. (1999). A dose recomendada de cada nutriente aplicado por metro linear foi calculada para ser distribuída em cada linha de cultivo, conforme o espaçamento de entrelinhas estudado, considerando a mesma dose de nutrientes recomendada por hectare para todos os tratamentos estudados. A população de plantas inicial estabelecida foi de 120.000 plantas por hectare.

Para o controle de plantas daninhas, foi utilizado, em pré-emergência, o herbicida Atrazine, na dosagem de 2,5 l ha<sup>-1</sup>. A cultura foi cultivada em sistema de sequeiro nos dois anos de estudo.

As colheitas foram realizadas quando as plantas atingiram a maturação fisiológica dos grãos de sorgo. As características avaliadas no dia da colheita foram: altura da planta (distância da superfície do solo até o ápice da panícula, expressa em metros); diâmetro do colmo (no terço médio das plantas, expresso em

mm); número de folhas; número de perfilhos por planta, massa fresca por planta (expressa em kg) e biomassa fresca por área cultivada (expressa em  $t\ ha^{-1}$ ).

Os dados obtidos das características avaliadas foram submetidos à análise de variância e, em caso de significância, conforme as interações observadas, foram feitas análises das regressões polinomiais, considerando a primeira época de semeio como ponto zero e as demais de forma crescente a intervalos de 50 dias. Foi feita análise conjunta dos experimentos conduzidos nos dois anos de estudo pelo programa estatístico SAS (STATISTICAL ANALYSIS SYSTEMS INSTITUTE, 1991).

## **Resultados e Discussão**

Não houve interação tripla significativa para nenhuma das características estudadas, mas houve interação dupla entre época de semeio e ano de estudo para todas as características, entre ano de estudo e cultivar para número de folhas e entre época de semeio e cultivar para altura da planta, diâmetro do colmo, número de folhas e número de perfilhos. Contudo, embora para massa fresca por planta e produtividade de biomassa por área cultivada não tenha ocorrido interação dupla do fator cultivar com os demais fatores estudados, houve efeito isolado do fator para as duas características supracitadas (Tabelas 1 e 2).

**Tabela 1.** Resumo da análise de variância dos experimentos de época de semeio de sorgo biomassa para altura da planta, diâmetro do colmo e número de folhas, Sete Lagoas-MG, 2014.

FV	GL	Quadrado Médio					
		Altura da planta		Diâmetro do colmo		Nº de Folhas	
Ano	1	2,76	**	1,19	NS	75,85	**
Bloco (Ano)	4	0,02	NS	1,24	*	0,69	NS
Época	3	12,99	**	95,47	**	398,76	**
Época x Ano	3	0,94	**	43,86	**	8,32	**
Erro 1	12	0,64		4,28		6,89	
Cultivar	1	0,36	**	4,81	*	1,02	NS
Ano x Cultivar	1	0,07	NS	0,01	NS	8,62	*
Época x Cultivar	3	0,16	**	3,64	*	12,85	**
Ano x Época x Cultivar	3	0,02	NS	2,39	NS	1,05	NS
Erro 2	16	0,41		14,48		22,54	
CV 1 %		5,94		3,81		4,63	
CV 2 %		4,14		6,08		7,25	
Média		3,89		15,66		16,38	

O desenvolvimento do sorgo biomassa, independentemente da cultivar estudada, está muito atrelado à época de semeio. Assim, quando mais tardio é o semeio, menor é o desenvolvimento das plantas, em função do fotoperíodo, que a partir de março de cada ano estimula o florescimento das plantas, limitando o crescimento após esse mês, em função da diferenciação floral do meristema apical. Assim, quando mais cedo é realizado o semeio do sorgo biomassa, maior é o período de desenvolvimento das plantas antes do estímulo ao florescimento, que ocorre quando o número de horas de luz é menor que 12,2 h (fotoperíodo crítico) (PARRELLA et al., 2010).

**Tabela 2.** Resumo da análise de variância dos experimentos de época de semeio de sorgo biomassa para número de perfilhos, massa fresca por planta e produtividade de biomassa por área cultivada, Sete Lagoas-MG, 2014.

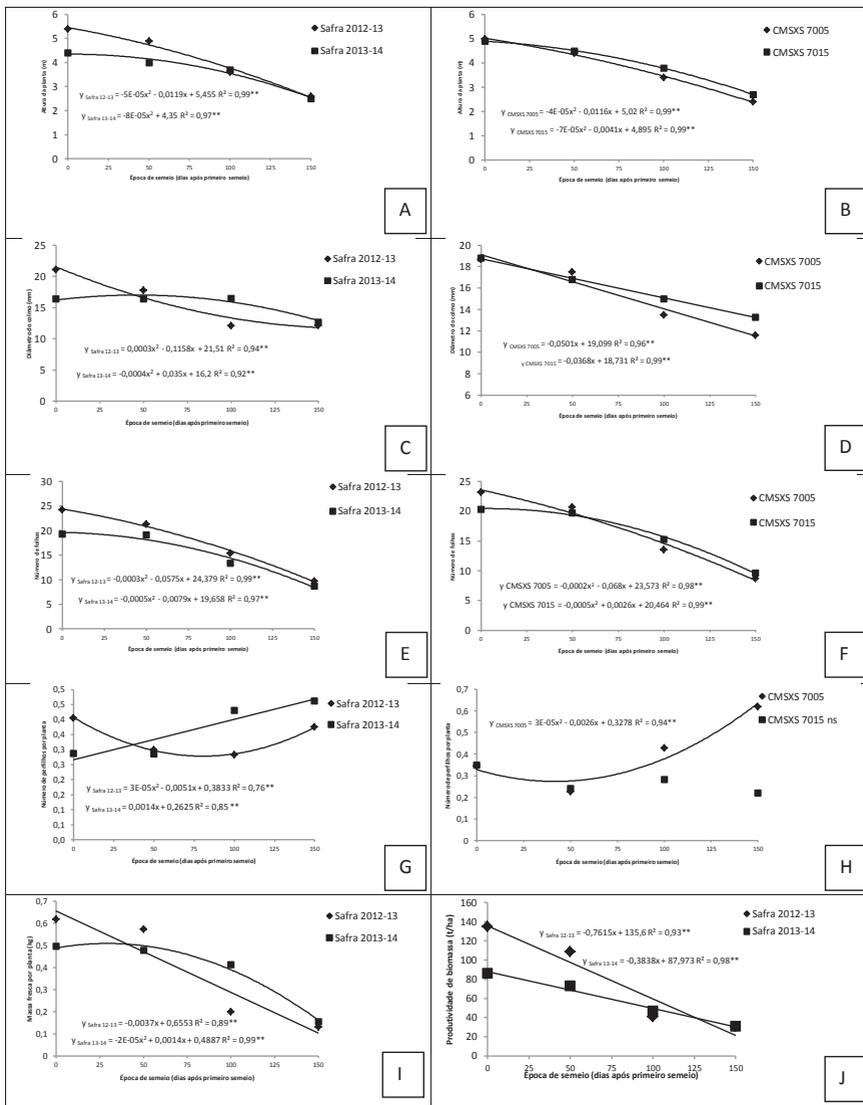
FV	GL	Quadrado Médio					
		Nº de Perfilhos		Massa Fresca/planta		Produtividade de biomassa	
Ano	1	0,04	*	0,00	NS	4470,46	**
Bloco (Ano)	4	0,01	NS	0,00	NS	134,31	NS
Época	3	0,09	**	0,45	**	17194,71	**
Época x Ano	3	0,04	**	0,07	**	2157,58	**
Erro 1	12	0,07		0,04		1831,95	
Cultivar	1	0,24	**	0,08	**	2607,06	**
Ano x Cultivar	1	0,07	NS	0,00	NS	263,53	NS
Época x Cultivar	3	0,10	*	0,00	NS	17,36	NS
AnoxÉpocaxCultivar	3	0,03	NS	0,00	NS	139,15	NS
Erro 2	16	0,31		0,10		1222,45	
CV 1 %		23,05		14,93		17,95	
CV 2 %		42,02		20,78		12,70	
Média		0,33		0,38		68,84	

Assim, conforme pode-se observar na Figura 1, há queda na altura da planta, diâmetro do colmo, número de folhas, massa fresca por planta e produtividade de biomassa por área cultivada com semeios realizados após outubro de cada ano de estudo, em razão do exposto acima.

A altura das plantas foi reduzida nos semeios tardios nas duas safras estudadas (safra 2012-13 e 2013-14) e para as duas cultivares (CMSXS 7005 e CMSXS 7015), regidas por regressões polinomiais quadráticas (Figura 1). Houve queda de 53,3% e 41,4% na altura da planta quando o semeio foi realizado em

abril, comparado ao semeio de outubro, para as safras 2012-13 e 2013-14, respectivamente, sendo a maior altura das plantas observada de 5,45 m para o semeio de outubro de 2012. As cultivares estudadas apresentaram altura de plantas maiores nas primeiras épocas de semeio, contudo, com pequenas diferenças entre elas, com valores de 5,02 e 4,89 m no semeio de outubro e 2,38 e 2,70 m no semeio de abril, respectivamente para as cultivares CMSXS 7005 e CMSXS 7015. As duas últimas épocas de semeio estudadas são caracterizadas por condições climáticas desfavoráveis, conforme pode-se observar pela Figura 3, já que a precipitação do período é abaixo do requerimento hídrico da cultura. Contudo, nas duas primeiras datas de semeio, com a maior precipitação e temperaturas elevadas, as plantas tendem a expressar melhor desempenho produtivo.

Foram observadas plantas com menores alturas na safra 2013-14, comparativamente ao primeiro ano de estudo (safra 2012-13), por causa das condições climáticas desfavoráveis ocorridas no segundo ano de estudo, que apresentou veranicos pronunciados nas duas primeiras épocas de semeio da safra 2013-14, sendo: dois veranicos sucessivos de 17 dias cada no primeiro semeio e três veranicos sucessivos de 16, 43 e 20 dias cada no segundo semeio, prejudicando o desenvolvimento das plantas durante os meses mais quentes do ano. Assim, embora a precipitação acumulada na safra 2013-14 tenha sido maior (Figura 3) nos dois primeiros semeios, em relação à safra 2012-13, houve grande desuniformidade na distribuição de chuvas no segundo ano de estudo, afetando o desenvolvimento das plantas em todas as características estudadas.



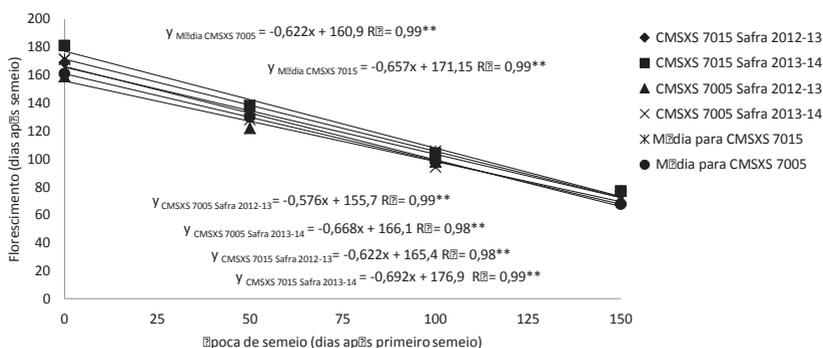
**Figura 1.** Altura de plantas (A e B), diâmetro de colmos (C e D), número de folhas (E e F), número de perfis por planta (G e H), massa fresca por planta (I) e produtividade de biomassa por área cultivada (J) em função da época de semeio, Sete Lagoas-MG, 2014.

Trabalhos de época de semeadura para produção de forragem indicam que semeaduras antecipadas, principalmente no início do período chuvoso, são mais indicadas para a obtenção de maiores rendimentos com a cultura do sorgo (MATEUS et al., 2005; SILVA et al., 2005; SILVA; ROCHA, 2006; SANTOS et al., 2009; ALCÂNTARA et al., 2011).

Resultados semelhantes aos do presente trabalho foram encontrados por Mateus et al. (2005) e Alcântara et al. (2011), estudando o efeito da época de semeadura do sorgo em Botucatu-SP e Lavras-MG, respectivamente, onde constataram antecipação do estágio de desenvolvimento da planta à medida que houve atraso na semeadura, e que semeaduras tardias reduzem o desenvolvimento da planta, tendo como consequência redução de porte e menor produção de forragem. Mateus et al. (2005) encontraram efeito linear decrescente para os caracteres altura de planta, diâmetro do colmo, internódios por planta, e nas produções de matéria verde e matéria seca da planta de sorgo, em função das datas de semeaduras que variaram de outubro a março. Os maiores valores obtidos para todas as características estudadas foram os da primeira semeadura (25 de outubro), e os menores valores foram obtidos com a última data de semeadura (24 de março), corroborando com os resultados encontrados no presente trabalho.

Da mesma forma, o diâmetro de colmo foi reduzido com o semeio tardio do sorgo biomassa, apresentando queda de 49,4% e 23,1% para o semeio em abril, comparativamente ao primeiro semeio estudado (outubro), respectivamente para as safras 2012-13 e 2013-14. O maior diâmetro de colmo foi observado para o semeio em outubro na safra 2012-13 (21,51 mm), em função das melhores condições climáticas do

primeiro ano de estudo e do maior período de desenvolvimento vegetativo do sorgo biomassa nos dois primeiros semeios, uma vez que o florescimento das plantas ocorreu na média das safras aos 171,15 e 160,9 dias, no primeiro semeio, e aos 72,6 e 67,6 dias, no quarto semeio, para as cultivares CMSXS 7015 e CMSXS 7005, respectivamente, demonstrando que o período de desenvolvimento vegetativo do sorgo biomassa está atrelado à data de semeio, sendo menor quanto mais tarde ele é realizado, já que o estímulo ao florescimento é determinado pelo fotoperíodo (Figura 2).



**Figura 2.** Florescimento de sorgo biomassa em função da época de semeio, Sete Lagoas-MG, 2014.

A cultivar CMSXS 7015 apresentou florescimento mais tardio que a CMSXS 7005, explicando os valores maiores de altura de plantas para a primeira cultivar estudada, já que, por sua vez, tiveram um período vegetativo mais longo. Nota-se, pela Figura 2, que a cultivar CMSXS 7015 foi 10,25; 8,5; 6,7 e 5 dias mais tardia que a CMSXS 7005 para o primeiro, segundo, terceiro e quarto semeio, respectivamente. As plantas cultivadas no primeiro semeio tiveram 93,3; 103,8; 86,4 e 100,2 dias a mais de desenvolvimento vegetativo antes do florescimento,

quando comparadas às plantas cultivadas no quarto semeio, respectivamente para CMSXS 7015 safra 2012-13, CMSXS 7015 safra 2013-14, CMSXS 7005 safra 2012-13 e CMSXS 7005 safra 2013-14. Dessa forma, para uma mesma cultivar houve uma data de florescimento diferente para cada ano de cultivo, variando de 10,5 e 13,8 dias entre um ano e outro para as cultivares CMSXS 7015 e CMSXS 7005, respectivamente, em razão das condições climáticas desfavoráveis do segundo ano de estudo que, provavelmente, alteram o metabolismo das plantas, promovendo respostas variáveis em relação aos dias para florescimento.

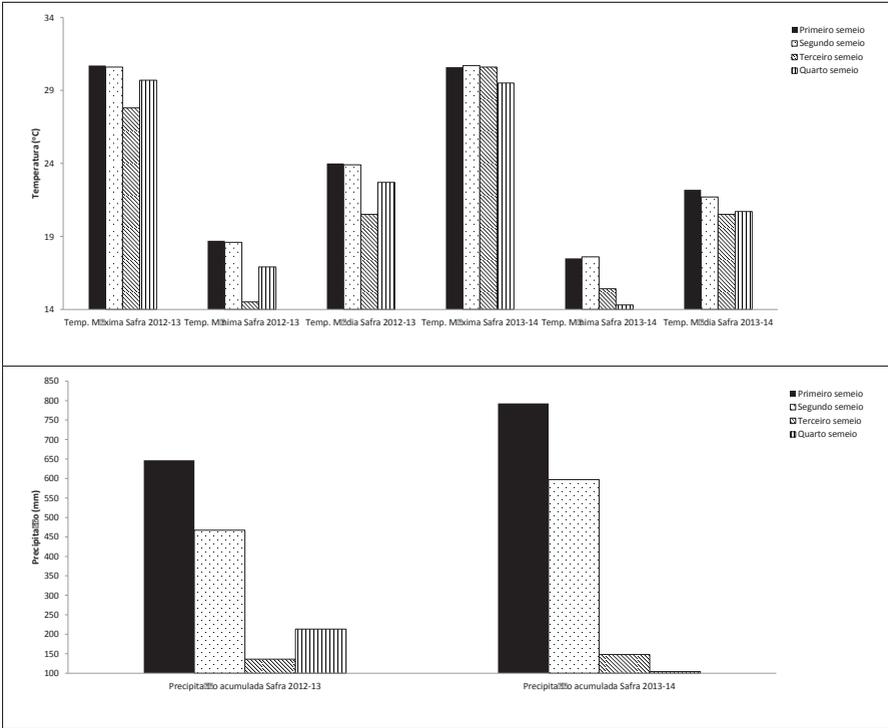
Da mesma forma que observado para a altura da planta, houve uma queda no número de folhas entre as épocas de semeio por causa do menor estímulo ao desenvolvimento vegetativo das plantas de sorgo biomassa nos semeios tardios, passando, na safra 2012-13, de 24,38 para 9 folhas, e na safra 2013-14, de 19,6 para 7,2 folhas, respectivamente, para a primeira e a quarta época de semeio (Figura 1). O comportamento das cultivares para o número de folhas foi similar, conforme observa-se na Figura 1, com queda no número nos semeios mais tardios.

Houve uma tendência de elevação no número de perfilhos nos semeios tardios (Figura 1), principalmente na safra 2013-14, com aumento de 80% no perfilhamento com semeio 150 dias após o primeiro semeio de outubro. A taxa de perfilhamento observada no quarto semeio na safra 2013-14 ( $0,472$  perfilhos planta<sup>-1</sup>), considerando o estabelecimento inicial de 120.000 plantas por hectare, resultou em uma população final de 176.640 plantas por hectare.

O efeito da época de semeio sobre o desenvolvimento vegetativo de plantas de sorgo biomassa resultou em queda de produtividade de biomassa por área cultivada nos semeios mais tardios (Figura 1), em 84,2% e 65,4% para a safra 2012-13 e 2013-14, respectivamente, comparando a primeira e a quarta época de semeio. A menor taxa de queda de produtividade no segundo ano de estudo foi em decorrência das condições climáticas das duas primeiras épocas de semeio, que influenciaram negativamente na expressão produtiva das plantas, reduzindo a diferença nas médias observadas entre os extremos estudados.

Assim, na safra 2012-13, o semeio 50 dias após o mês de outubro acarretou queda de  $40 \text{ t ha}^{-1}$  de biomassa fresca em relação à máxima produtividade observada de  $135,6 \text{ t ha}^{-1}$  (semeio de outubro), resultando em produtividade de apenas  $21,4 \text{ t ha}^{-1}$  quando o plantio foi realizado 150 dias após o primeiro mês de semeio. Da mesma forma, mesmo com as condições climáticas desfavoráveis do segundo ano de estudo (safra 2013-14), houve uma queda pronunciada da produtividade no semeio mais tardio, passando de 88 para  $30,4 \text{ t ha}^{-1}$ , respectivamente, no primeiro e no quarto plantio.

Conforme discutido anteriormente, o aumento do perfilhamento das plantas no semeio tardio não promoveu uma elevação na produtividade de biomassa por área cultivada, em razão da redução no diâmetro médio das plantas nos semeios tardios, por causa da maior competição entre as plantas com a elevação da taxa de perfilhamento, associada à baixa disponibilidade hídrica nessas épocas de semeio (Figura 3).



**Figura 3.** Condições climáticas do local experimental nas duas safras estudadas, conforme a época de semeio, Sete Lagoas-MG, 2014.

A massa fresca por planta também foi drasticamente reduzida com o semeio tardio, passando de 0,655 para 0,100 g planta<sup>-1</sup>, na safra 2012-13, e 0,489 para 0,249 g planta<sup>-1</sup>, na safra 2013-14, para o primeiro e quarto semeios, respectivamente. A queda na massa fresca por planta refletiu diretamente na produtividade de biomassa por área cultivada. Além do efeito do fotoperíodo, que reduziu o período vegetativo das plantas nos semeios tardios (Figura 2), influenciando diretamente todas as características estudadas, a baixa precipitação ocorrida nas duas safras (2012-13 e 2013-14) na terceira e quarta épocas

de semeio (Figura 3) também influenciou negativamente na expressão produtiva das plantas, denotando que, para a máxima expressão da produtividade de sorgo biomassa, o plantio em outubro é o mais recomendado.

Resultados obtidos por Mateus et al. (2005) e por Alcântara et al. (2001) também confirmaram como sendo o mês de outubro a melhor opção de data de semeadura do sorgo, em São Paulo (Botucatu) e em Minas Gerais (Lavras), respectivamente. O primeiro autor trabalhou com 7 datas de semeadura do sorgo-de-guiné gigante, realizou a primeira semeadura em 25 de setembro e a última em 24 de abril, sendo espaçadas de 30 dias, e verificaram maiores produtividades de matéria verde ou seca na semeadura de outubro. O menor rendimento ocorreu nas plantas que foram semeadas em abril e este decréscimo de produtividade em função do atraso na data de semeadura foi estudado por meio de regressão linear. O modelo do primeiro grau foi o que melhor explicou o relacionamento entre as produtividades e as datas de semeaduras, obtive coeficientes de determinação altamente significativos, bem como coeficientes angulares negativos, explicando o decréscimo da produtividade com o atraso na data de semeadura. Resultados parecidos aos encontrados no presente trabalho, porém com modelos de regressão do segundo grau, mas com coeficientes angulares de primeiro grau também negativos, na maioria dos casos, e de magnitude próxima aos do presente trabalho.

Alcântara et al. (2011), estudando o rendimento e a composição química da forragem de sorgo em 5 épocas de semeaduras espaçadas de 15 dias e em dois anos agrícolas consecutivos, também obtiveram diferenças altamente significativas para a produção de massa verde, massa seca e proteína bruta, além

dos teores de P, Ca, K, Mg e S na planta de um híbrido de sorgo (Volumax). Estes autores concluíram que a semeadura em 30 de outubro proporcionou maiores rendimentos de massa verde, seca e de proteína bruta, além do maior acúmulo de nutrientes na parte aérea das plantas, também corroborando com os resultados da atual pesquisa.

Por fim, em termos médios, considerando o efeito significativo isolado do fator cultivar, a produtividade de biomassa fresca por área cultivada e a massa fresca por planta foram maiores para o CMSXS 7015 ( $76,21 \text{ t ha}^{-1}$  e  $0,421 \text{ g planta}^{-1}$ ), comparativamente ao CMSXS 7005 ( $61,47 \text{ t ha}^{-1}$  e  $0,339 \text{ g planta}^{-1}$ ), embora a maior biomassa produzida tenha apresentado valores de  $135,6 \text{ t ha}^{-1}$ , com  $0,655 \text{ g planta}^{-1}$  (semeio de outubro de 2012), considerando a interação dupla entre os fatores época de semeio e ano de estudo.

## **Conclusão**

As plantas de sorgo biomassa são altamente influenciadas pelo fotoperíodo, demonstrando que o semeio deve ocorrer nos primeiros meses da estação chuvosa, para que altas produtividades de biomassa sejam alcançadas.

## **Agradecimento**

Os autores agradecem à empresa Energias Renováveis do Brasil (ERB) pelo apoio financeiro no desenvolvimento do presente trabalho, através do Gerente de Pesquisa e Desenvolvimento Nelson Amado.

## Referências

ALCÂNTARA, H. P.; CARVALHO, E. R.; REZENDE, P. M.; SANTOS, J. P.; ANDRADE, M. J. B. Rendimento e composição química da forragem de sorgo em diferentes épocas de semeadura. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 4, p. 728-734, 2011. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542011000400011>.

ALLEN, R. R.; MUSICK, J. T. Planting date, water management, and maturity length relations for irrigated grain sorghum. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v. 36, n. 4, p. 1123-1129, 1993. <http://naldc.nal.usda.gov/catalog/719>.

AMARAL, S. R.; LIRA, M. A.; TABOSA, J. N.; SANTOS, M. V. F.; MELO, A. C. L.; SANTOS, V. F. Comportamento de linhagens de sorgo forrageiro submetidas a déficit hídrico sob condição controlada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 8, p. 973-979, 2003. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2003000800010>.

FERRARIS, R.; CHARLES-EDWARDS, D. A. A. Comparative analysis of the growth of sweet forage sorghum crops: I. Dry matter production, phenology and morphology. **Australian Journal of Agricultural Research**, Victoria, v. 37, n. 5, p. 495-512, 1986.

LEÃO, D. A. S.; FREIRE, A. L. O.; MIRANDA, J. R. P. Estado nutricional de sorgo cultivado sob estresse hídrico e adubação fosfatada. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 41, n. 1, p. 74-79, 2011. <http://dx.doi.org/10.5216/pat.v41i1.8285>.

MACHADO, J. R.; NAKAGAWA, J.; ROSOLEM, C. A.; BRINHOLI, O. Épocas de semeadura de sorgo sacarino em São Manuel e Botucatu, Estado de São Paulo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 9/10, p. 951-958, 1987. <http://seer.sct.embrapa.br/index.php/pab/article/view/14759/8794>.

MATEUS, G. P.; CRUSCIOL, C. A. C.; COSTA, C. Composição físico-química e potencial para silagem do sorgo-de-guiné gigante em seis épocas de semeadura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 40, n. 9, p. 935-942, 2005. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2005000900014>.

OLIVEIRA, J. S.; FERREIRA, R. P.; CRUZ, C. D.; PEREIRA, A. V.; BOTREL, M. A.; VON PINHO, R. G.; RODRIGUES, J. A. S.; LOPES, F. C. F.; MIRANDA, J. E. C. Adaptabilidade e estabilidade em cultivares de sorgo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 31, n. 2, p. 883-889, 2002. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982002000400011>.

PARRELLA, R. A. da C.; RODRIGUES, J. A. S.; TARDIN, F. D.; DAMASCENO, C. M. B.; SCHAFFERT, R. E. **Desenvolvimento de híbridos de sorgo sensíveis ao fotoperíodo visando alta produtividade de biomassa**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2010. 25 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 28).

PAUL, C. L. Aspectos fisiológicos del crecimiento y desarrollo del sorgo. In: PAUL, C. L. **Agronomía del sorgo**. Patancheru: ICRISAT, 1990. p. 43-68.

PEDREIRA, M. S.; REIS, R. A.; BERCHIELLI, T. T.; MOREIRA, A. L.; COAN, R. M. Características agronômicas e composição química

de oito híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench).

**Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 32, p. 1083-1092, 2003. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982003000500008>.

PERAZZO, A. F.; SANTOS, E. M.; PINHO, R. M. A.; CAMPOS, F. S.; RAMOS, J. P. F.; AQUINO, M. M.; SILVA, T. C.; BEZERRA, H. F. C. Características agrônômicas e eficiência do uso da chuva em cultivares de sorgo no semiárido. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 43, n. 10, p. 1771-1776, 2013. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782013001000007>.

REIS, O. V. **Seleção de linhagens de sorgo forrageiro (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) tolerantes ao estresse hídrico em fase de plântula**. 1992. 150 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 1992.

RIBEIRO, A. C.; GUIMARAES, P.T. G.; ALVAREZ V., V. H. (Ed.). **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5a. aproximação**. Viçosa, MG: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. 359 p.

ROCHA JÚNIOR, V. R.; GONÇALVES, L. C.; RODRIGUES, J. A. S.; BRITO, A. F.; BORGES, I.; RODRIGUEZ, N. M. Avaliação de sete genótipos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) para produção de silagem: 1. Padrão de fermentação. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 52, n. 5, p. 506-511, 2000. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-09352000000600013>.

SANTOS, P. J.; REZENDE, P. M.; BOTREL, E. P.; PASSOS, A. M. A.; CARVALHO, E. A.; CARVALHO, E. V. Consórcio sorgo-soja XIII efeito de sistemas de corte e arranjo de plantas no desempenho

forrageiro do sorgo. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 2, p. 397-404, 2009. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542009000200006>.

SILVA, A. G.; ROCHA, V. S.; CECON, P. R.; PORTUGAL, A. F.; PINA FILHO, O. C. Avaliação dos caracteres agrônômicos de cultivares de sorgo forrageiro sob diferentes condições termo-fotoperiódica. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 4, n. 1, p. 28-44, 2005. <http://rbms.cnpms.embrapa.br/index.php/ojs/article/view/125/125>.

SILVA, A. G.; ROCHA, V. S. Avaliação dos estágios fenológicos de cultivares de sorgo forrageiro em diferentes épocas de semeadura. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 36, n. 2, p. 113-121, 2006. <http://www.revistas.ufg.br/index.php/pat/article/view/2147/2104>.

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEMS INSTITUTE. **SAS system for linear models**. 3. ed. Cary, 1991.

STONE, L. R.; SCHLEGEL, A. J.; GWIN JR., R. E.; KHAN, A. H. Response of corn, grains sorghum and sunflower to irrigation in the High Plains of Kansas. **Agricultural Water Management**, Amsterdam, v. 30, n. 3, p. 251-259, 1996. DOI: 10.1016/0378-3774(95)01226-5.

