

FENOLOGIA DE CULTIVARES DE SORGO NO PERÍODO DE VERÃO E REBROTA NA “SAFRINHA”¹

Arley Figueiredo Portugal²
Valterley Soares Rocha³
Alessandro Guerra da Silva⁴
Geraldo Henrique Freitas Pinto⁵
Orlando Costa Pina Filho⁵

RESUMO

Com o objetivo de associar a duração dos estádios de desenvolvimento do sorgo com as condições climáticas em que a cultura se desenvolveu e outras características agronômicas, foi instalado um ensaio em Coimbra-MG, utilizando-se cultivares de sorgo, em dois cortes, no esquema de parcelas subdivididas (cultivares nas parcelas e épocas de corte nas subparcelas), com quatro repetições, no delineamento em blocos casualizados. Foram utilizados os cultivares AG 2002, BR 501, BR 601, BR 700 (forrageiros), AG 2005E e Massa 03 (duplo propósito), AG 2501C e BRS 800 (corte verde e pastejo direto), avaliando-se, em número de dias, o seguinte: estágio de crescimento 1 (emergência da plântula até a diferenciação floral), estágio de crescimento 2 (diferenciação floral até a floração) e estágio de crescimento 3 (floração até a maturação). Os resultados permitiram verificar que, na rebrota, todos os cultivares apresentaram a mesma duração do estágio de crescimento 1, tendo AG 2501C, AG 2005E e BRS 800 apresentado comportamento

¹ Aceito para publicação em 26.03.2003.

² Estudante do curso de Agronomia. 36571-000 Viçosa, MG. (Bolsista do BIBIC/CNPq).

³ Departamento de Fitotecnia da UFV, 36571-000 Viçosa, MG.

⁴ Estudante de doutorado em Fitotecnia da UFV.

⁵ Estudante do curso de Agronomia da UFV.

semelhante entre os cortes, e o último o menor número de dias para atingir a diferenciação floral no primeiro corte. AG 2002, BR 501 e BR 601 apresentaram a maior duração do estágio de crescimento 2, no primeiro corte; Massa 03 e BR 700 tiveram menor número de dias no primeiro corte e na rebrota, respectivamente. Massa 03 apresentou a maior duração do estágio de crescimento 3 no corte 1, e AG 2501C, BR 501, BR 601 e BR 700 o menor, enquanto no corte 2 BR 700 e BRS 800 tiveram o maior número de dias, e AG 2501C o menor. BR 501 e AG 2501C apresentaram o maior número de dias para atingir o estágio de floração nos cortes 1 e 2, respectivamente. De maneira geral, AG 2002 (103,0 dias) e Massa 03 (110,8 dias) apresentaram o maior número de dias para atingir o estágio de maturação nos cortes 1 e 2, respectivamente. BRS 800 (87,2 dias), AG 2501C (85,0 dias) e AG 2005E (87,2 dias) comportaram-se como os mais precoces para maturação no corte 1, e BR 700 (103,8 dias), no corte 2. O estágio de crescimento 1 foi marcadamente influenciado pelo fotoperíodo, ao passo que os estádios 2 e 3 foram influenciados principalmente pela temperatura.

Palavras-chave: *Sorghum bicolor*, estádios de crescimento.

ABSTRACT

SORGHUM CULTIVAR PHENOLOGY IN SUMMER AND RESPROUTING

This work aimed to relate the developmental stage durations of the sorghum plant to the climatic conditions under which it developed, as well as other agronomical characteristics. An assay was carried out in Coimbra, MG, Brazil, arranged in a randomized complete-block design with split plots (cultivars as the plots and cutting times as the split-plots), with four replications. The following cultivars were used: AG 2002, BR 501, BR 601, BR 700 (forage), AG 2005E and Mass 03 (dual purpose), AG 2501C and BRS 800 (green slash and direct graze), and the following characteristics were studied: growing stage 1 (seedling until floral emergence differentiation), growing stage 2 (floral differentiation until flowering), stage 3 (flowering until maturation) and number of days to reach maturation and flowering stages. The resprouting results showed that all the samples presented the same growing stage 1. AG 2501C, AG 2005E and BRS 800 presented similar development among the slashes, with the latter showing the least number of days to reach floral differentiation, at cutting 1. AG 2002, BR 501 and BR 601 cultivars showed the longest period in growing stage 2, at first cutting. Mass 03 and BR 700 cultivars presented fewer days at the first cutting and resprouting, respectively. Mass 03 showed the longest growing stage 3 at cutting 1 and AG 2501C, BR 501, BR 601 and BR 700, the shortest, while BR 700 and BRS 800 showed the most number of days and AG 2501C, the least, at cutting 2. BR 501 and AG2501C presented the most number of days to reach flowering at cuttings 1 and 2, respectively. In general, AG 2002 (103,0 days) and Mass 03 (110,8 days) showed the most number of days to reach the maturation stage at cuttings 1 and 2, respectively. BRS 800 (87,2 days), AG 2501C (85,0 days) and AG 2005E (87,2 days) matured the earliest at cutting 1 and BR 700 (103,8 days) at cutting 2. Growing stage 1 was mainly influenced by photoperiod and growing stages 2 and 3 mainly by the temperature.

Key words: *Sorghum bicolor*, growing stages.

INTRODUÇÃO

O sorgo apresenta um papel essencial na agricultura de subsistência e na alimentação de milhões de pessoas e, por isso, é considerado uma cultura de grande importância no mundo, com relação à produção de grãos, podendo ser também ser utilizado na forma de forragem verde ou silagem.

Os baixos índices de produtividade da pecuária nacional podem ser atribuídos à estacionalidade da produção das pastagens, das quais se obtêm bons rendimentos no período das águas (primavera-verão) e baixos durante o período da seca (outono-inverno). O sorgo destaca-se como cultura alternativa na produção de forragem, devido a suas características de cultivo e valor nutritivo, além de resistência à seca.

Para sucesso no cultivo do sorgo, destaca-se a utilização de cultivares bem adaptados e produtivos, que atendem às necessidades dos produtores. O rendimento forrageiro e o valor nutritivo destes cultivares são características que devem ser levadas em consideração na escolha do tipo de sorgo a ser cultivado, porém tais características são altamente influenciadas pelas condições ambientais da região de cultivo.

O sorgo é uma cultura de dias curtos (1), cultivado em regiões tropicais e equatoriais, porém todos os sorgos graníferos utilizados no Brasil e alguns forrageiros e sacarinos são insensíveis ao fotoperíodo. Nas áreas tropicais, o calendário agrícola é dividido em períodos da chuva e da seca. O comprimento do dia (fotoperíodo) é maior durante o período chuvoso, exceto em latitudes equatoriais, que não apresentam variações consideráveis durante o ano. Quando cultivares de sorgo, adaptados a dias curtos e oriundos de regiões equatoriais e tropicais, são introduzidos em regiões de dias longos, verifica-se o atraso no florescimento pela ausência de fotoperíodos indutores (6). Por outro lado, cultivares sensíveis ao fotoperíodo atingem a fase de florescimento mais precocemente durante o período da seca. Neste período, o comprimento dos dias é menor e, conseqüentemente, verifica-se redução na estatura das plantas de sorgo.

O presente trabalho teve o objetivo de associar a duração dos estádios de desenvolvimento da planta de sorgo com as condições climáticas nas quais ela se desenvolveu e com outras características agronômicas da cultura.

MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi instalado no município de Coimbra-MG (20° 51' de latitude Sul, 42° 46' de longitude W.Gr e 720 m de altitude), no Campo

Experimental do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa, durante o ano agrícola de 2000/2001. Foram registrados diariamente os principais dados das condições meteorológicas da região, como temperatura, precipitação e intensidade de radiação.

O experimento foi instalado em 25 de novembro de 2000, e os cultivares utilizados foram: sorgo forrageiro – AG 2002, BR 501, BR 601 e BR 700; sorgo de duplo propósito – AG 2005E e Massa 03; e sorgo de corte e pastejo – AG 2501C e BRS 800.

As adubações seguiram as recomendações feitas pela Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais (5). De acordo com a análise química do solo, foi necessária a aplicação do equivalente a 1,93 t.ha⁻¹ de calcário dolomítico (PRNT de 76%) e de 500 kg ha⁻¹ da formulação 4-14-8. Aos 30 e 45 dias após a emergência das plântulas, foi realizada a aplicação de 60 kg.ha⁻¹ de nitrogênio em cobertura (sulfato de amônio).

O resultado das análises químicas do solo onde foi instalado o ensaio, com os respectivos níveis dos elementos, segundo Tomé Júnior (20), são: pH: 4,70 (A); Al: 0,40 (B); H + Al: 5,07; Ca: 1,35 (B); e Mg: 0,38 (B), expressos em cmolc.dm⁻³, exceto o pH; Na: 6,0; K: 68,0 (M); e P: 16,82 (A), expressos em mg.dm⁻³; soma de bases: 1,93; CTC efetiva: 2,32; e CTC total, 7,00, expressos em cmolc.dm⁻³; v: 27,6 e m: 17,0 (M), expressos em % (A, B e M representam alto, baixo e médio, respectivamente).

Foi adotado o delineamento experimental de blocos casualizados em parcelas subdivididas, com quatro repetições, considerando cultivares as parcelas e épocas de corte as subparcelas. As parcelas foram constituídas por quatro linhas, espaçadas de 0,7 m entre si e com 5,0 m de comprimento. Consideraram-se área útil as duas fileiras centrais, eliminado 0,5 m de cada extremidade, apresentando, portanto, 5,6 m² de área útil. O desbaste foi realizado aos 20 dias após a emergência das plântulas, deixando-se 11 plantas por metro em todos os cultivares (157.142 plantas por hectare).

O corte das plantas, em todos os cultivares, no cultivo convencional e na rebrota, foi realizado rente ao solo quando os grãos atingiram o estágio de grãos farináceos, pois esta é a melhor época para cortar o corte do sorgo para ensilagem (9, 16). As parcelas foram mantidas livres de invasoras, sendo realizadas, em média, duas capinas manuais. Não foram observados problemas com doenças ou pragas que pudessem comprometer a produção.

No momento do corte das plantas, foram determinadas as seguintes características fenológicas, expressas em número de dias:

1) Diferenciação floral (estádio de crescimento 1): caracterizado pela transformação do meristema vegetativo em reprodutivo após o aparecimento do primórdio da panícula no meristema apical, assemelhando-se a uma estrutura globular. Foram coletadas, em intervalos de dois dias, três plantas de cada parcela, fazendo a retirada das folhas para a observação da estrutura meristemática. Posteriormente, os explantes oriundos dessas plantas foram levados para o laboratório, examinando-se posteriormente o meristema apical em microscópio. A data da diferenciação floral foi considerada quando duas plantas apresentavam o primórdio da panícula (14).

2) Florescimento: período, a partir da emergência das plântulas, no qual 50% das plantas da área útil das parcelas haviam atingido a fase de florescimento, caracterizada pela presença de flores abertas na metade superior da panícula.

3) Maturação: período compreendido desde a emergência das plântulas até a fase de grãos farináceos, em 50% das plantas da área útil da parcela.

Estes dados permitiram o cálculo dos subperíodos de desenvolvimento: estágio de crescimento 2: período compreendido da fase de diferenciação floral à floração; e estágio de crescimento 3: período compreendido da fase de floração à maturação.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Diferenciação floral (estádio de crescimento 1)

A importância da indução floral no desenvolvimento das plantas está no fato de haver a transformação dos meristemas vegetativos em reprodutivos (primórdio floral), determinando a altura final (número de nós) e, conseqüentemente, o rendimento da cultura (18).

No primeiro corte (Quadro 1), o BRS 800 foi o mais precoce quanto à diferenciação floral (25,00 dias), não se diferenciando significativamente do AG 2501C e do AG 2005E. Estes resultados podem ser comparados aos de Pauli et al. (15), que, com o objetivo de avaliar as fases de desenvolvimento do sorgo granífero, concluíram que os cultivares utilizados necessitam de 30 dias para a diferenciação floral. Craufurd et al. (7) puderam constatar que a duração do período compreendido entre a semeadura e a iniciação da panícula variou de 21 a 33 dias entre os nove cultivares testados. A variedade BR 501 apresentou o maior número de dias para atingir a diferenciação floral, sendo a mais tardia (44,00 dias). No segundo corte (rebrotas), a diferenciação floral ocorreu simultaneamente em todos os cultivares, com média de 24,4 dias.

Os resultados de vários estudos indicam que, mesmo com fotoperíodo de dez horas, os genótipos de sorgo diferem no período de iniciação da panícula (4, 13, 17).

QUADRO 1 - Médias da duração (dias) do estágio de crescimento 1 (EC1) no ensaio de avaliação de cultivares de sorgo ¹		
Cultivares	Corte 1	Corte 2
AG 2501C	27,75 A cde	25,50 A a
AG 2005E	26,75 A cde	25,25 A a
AG 2002	37,00 A b	23,50 B a
BR 501	44,00 A a	22,75 B a
BR 601	37,25 A b	23,00 B a
BR 700	31,00 A c	24,00 B a
BRS 800	25,00 A e	25,25 A a
Massa 03	30,75 A cd	25,75 B a

¹ As médias seguidas de pelo menos uma mesma letra maiúscula, na linha, ou minúscula, na coluna, não diferem entre si a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

As variedades apresentaram maior número de dias para diferenciação floral no primeiro corte, exceto BRS 800, AG 2005E e AG 2501C, que se comportaram semelhantemente em ambos os cortes.

Hay (12) destacou que o estágio vegetativo é o mais sensível ao fotoperíodo, sendo a resposta das plantas, na maior parte das vezes, completada quando o meristema vegetativo se torna reprodutivo, além de a temperatura influenciar todos os estádios de desenvolvimento do sorgo. Dessa forma, considerando que os sorgos sensíveis ao fotoperíodo são plantas de dias curtos, infere-se que os cultivares que apresentaram redução no período de diferenciação floral no cultivo da "safrinha" (dias curtos) sejam mais sensíveis ao fotoperíodo.

Em cultivares de sorgo sensíveis ao fotoperíodo, o período de diferenciação floral é dependente da temperatura e do fotoperíodo (8, 11), enquanto a fase de enchimento de grãos é dependente da temperatura (11).

Estádio de crescimento 2

No primeiro corte (Quadro 2), os cultivares AG 2002 (38,50 dias), BR 501 (37,75 dias) e BR 601 (37,50 dias) apresentaram maior número de dias entre a diferenciação floral e a floração, não diferenciando significativamente entre si. Esse resultado pode ser atribuído ao maior período para diferenciação floral desses cultivares, o que proporciona maior número de folhas a serem emitidas, retardando assim a fase de floração. Inversamente, o Massa 03 (26,75 dias) comportou-se como mais

precoce, não se diferenciando do BRS 800, BR 700, AG 2501C e AG 2005E.

No segundo corte (rebrotas), o cultivar AG 2501C (56,50 dias) apresentou-se como o mais tardio, não diferindo significativamente do AG 2005E, BR 501, BR 601 e Massa 03. Já o cultivar BR 700 (37,00 dias) foi o mais precoce e não se diferenciou de AG 2005E, AG 2002 e BRS 800.

QUADRO 2 - Médias da duração (dias) do segundo estágio de crescimento (EC2) obtidas no ensaio de avaliação de cultivares de sorgo ¹		
Cultivares	Corte 1	Corte 2
AG 2501C	34,50 B ab	56,50 A a
AG 2005E	33,75 B ab	47,25 A abc
AG 2002	38,50 B a	46,00 A bc
BR 501	37,75 B a	48,75 A ab
BR 601	37,50 B a	48,75 A ab
BR 700	35,75 A ab	37,00 A c
BRS800	36,00 B ab	43,00 A bc
Massa 03	26,75 B b	49,25 A ab

¹ As médias seguidas de pelo menos uma mesma letra maiúscula, na linha, ou minúscula, na coluna, não diferem entre si a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Todos os cultivares foram mais tardios no segundo corte, com exceção do BR 700, que não apresentou diferença entre cortes. Esses resultados podem estar associados com as temperaturas mais baixas neste período, que atrasam o desenvolvimento das plantas, prolongando o período de floração (3, 10, 12).

Craufurd e Qi (6) verificaram, em uma variedade de sorgo sensível ao fotoperíodo, que a fase da diferenciação floral ao florescimento apresentou relação apenas com a temperatura.

Estádio de crescimento 3

A duração deste estágio apresenta correlação positiva com a qualidade da forragem, via maior proporção de grãos na massa colhida. A temperatura é o principal fator climático que influencia o subperíodo da floração até a maturação, determinando o ciclo e o rendimento dos cultivares (6).

No primeiro corte (Quadro 3), Massa 03 (35,75 dias) foi o mais tardio, não se diferenciando significativamente do BRS 800, AG 2002 e AG 2005E. Os cultivares AG 2501C (22,75 dias), BR 501 (18,25 dias), BR 601 (25,25

dias) e BR 700 (25,50 dias) apresentaram o menor número de dias quanto ao EC3, não se diferenciando de AG 2005E, AG 2002 e BRS 800.

QUADRO 3 - Médias da duração (dias) do terceiro estágio de crescimento (EC3) obtidas no ensaio de avaliação de cultivares de sorgo ¹		
Cultivares	Corte 1	Corte 2
AG 2501C	22,75 A b	28,25 A b
AG 2005E	26,75 A ab	32,50 A ab
AG 2002	27,50 B ab	37,25 A ab
BR 501	18,25 B b	36,25 A ab
BR 601	25,25 B b	34,75 A ab
BR 700	25,50 B b	42,75 A a
BRS 800	26,25 B ab	42,00 A a
Massa 03	35,75 A a	37,50 A ab

¹ As médias seguidas de pelo menos uma mesma letra maiúscula, na linha, ou minúscula, na coluna, não diferem entre si a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

No segundo corte (rebrotado), o BRS 800 (42,00 dias) e o BR 700 (42,75 dias) foram os mais tardios, diferenciando-se significativamente apenas do AG 2501C, que foi o mais precoce, não diferenciando do AG 2005E, AG 2002, BR 501, BR 601 e Massa 03.

Todos os cultivares foram mais tardios no segundo corte, exceto AG 2501C, AG 2005E e Massa 03, que não se diferenciaram significativamente entre cortes, o que reflete o efeito de baixas temperaturas (“safrinha”) no prolongamento do período de enchimento de grãos.

Baixas temperaturas durante o período de maturação dos cultivares diminuem a produção de pólen e aumentam a esterilidade dos grãos (14).

Floração

O ciclo dos cultivares de sorgo é baseado no número de dias da semeadura ao florescimento, visto que a maior parte da variação no ciclo total é quantificada pela variação desse período, em vez do florescimento à maturidade fisiológica (19). Quando um maior número de primórdios foliares é formado pelo atraso da diferenciação floral, devido a fotoperíodos não-indutivos, deverá haver a expansão desses primórdios, para que haja a emissão da panícula da bainha da folha bandeira (2, 6).

No primeiro corte (Quadro 4), o BR 501 (81,8 dias) foi o mais tardio, não diferindo significativamente do AG 2002 e BR 601, enquanto AG 2005E

(60,5 dias), AG 2501C (62,2 dias), BRS 800 (61,0 dias) e Massa 03 (57,5 dias) comportaram-se como os mais precoces, não se diferenciando do BR 700 (66,8 dias). Ressalta-se que a fase de floração é resultante do somatório do estágio de emergência à diferenciação floral e desta à floração. Correlação positiva entre esses dois períodos fenológicos foi observada por Craufurd e Qi (6). O fato de cultivares com maior período vegetativo apresentarem maior número de dias para atingir a fase de floração é de certa forma esperado, como pode ser observado no BR 501.

No segundo corte (rebrotas), o cultivar AG 2501C (82,0 dias) foi o mais tardio, não se diferenciando significativamente do AG 2005E, Massa 03, BR 501 e BR 601. Ao inverso, o BR 700 (61,0 dias) apresentou-se como o mais precoce, diferindo do Massa 03, AG 2005E e AG 2501C.

AG 2002 e BR 601 não apresentaram diferença significativa entre os cortes. O cultivar BR 501 foi mais tardio no primeiro corte, e AG 2005E, AG 2501C, BRS 800 e Massa 03 gastaram maior número de dias para a floração no segundo corte.

A precocidade da floração pode ser explorada em regiões sujeitas aos estresses climáticos, como baixas temperaturas e precipitação pluvial.

QUADRO 4 - Médias do número de dias para floração obtidas no ensaio de avaliação de cultivares de sorgo, visando à produção de forragem¹

Cultivares	Corte 1	Corte 2
AG 2501C	62,2 B c	82,0 A a
AG 2005E	60,5 B c	72,5 A ab
AG 2002	75,5 A ab	69,5 A bc
BR 501	81,8 A a	71,5 B abc
BR 601	74,8 A ab	71,7 A abc
BR 700	66,8 A bc	61,0 A c
BRS 800	61,0 B c	68,2 A bc
Massa 03	57,5 B c	75,0 A ab

¹ As médias seguidas de pelo menos uma mesma letra maiúscula, na linha, ou minúscula, na coluna, não diferem entre si a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Segundo Craufurd e Qi (6), independentemente do fotoperíodo, a temperatura determina a duração dos subperíodos da diferenciação floral à floração e desta à maturidade.

Maturação

No primeiro corte, AG 2002 (103,0 dias) foi o que apresentou maior número de dias para maturação (Quadro 5), diferenciando-se significativamente dos demais. O maior ciclo deste cultivar é justificado por ter um período de juvenilidade longo e apresentado o maior número de dias nas subfases EC2 e EC3.

No segundo corte (rebrotas), Massa 03 (110,8 dias) foi o mais tardio, não se diferenciando do AG 2501C (110,2 dias) e BRS 800 (110,2 dias). O BR 700 (103,8 dias) foi o que se comportou como mais precoce, não diferindo do BR 601 e AG 2005E. A precocidade na maturação do BR 700 pode ser atribuída ao menor número de dias da diferenciação floral à floração desse cultivar.

Todos os cultivares atingiram o ponto de colheita mais precocemente no primeiro corte, com 93,7 dias, em média, contra 107,6 dias, em média, no segundo, excetuando o cultivar AG 2002, que não apresentou diferença significativa entre cortes. Esse fato provavelmente está associado às temperaturas mais baixas no período do segundo corte ("safrinha"), já que a temperatura é o principal fator determinante da duração desta fase fenológica, segundo Craufurd e Qi (6).

A precocidade desses cultivares pode ter grande importância em regiões onde se pratica mais de um cultivo ao ano. Também pode assumir grande importância em áreas sujeitas a baixas temperaturas e precipitações em determinados períodos do ano, fazendo com que o final da fase de maturação coincida com o início desses períodos.

QUADRO 5 - Médias do número de dias para maturação obtidas no ensaio de avaliação de cultivares de sorgo, visando à produção de forragem¹

Cultivares	Corte 1	Corte 2
AG 2501C	85,0 B d	110,2 A ab
AG 2005E	87,2 B d	105,0 A cd
AG 2002	103,0 A a	106,8 A c
BR 501	100,0 B b	107,8 A bc
BR 601	100,0 B b	106,5 A cd
BR 700	92,2 B c	103,8 A d
BRS 800	87,2 B d	110,2 A ab
Massa 03	95,0 B c	110,8 A a

¹ As médias seguidas de pelo menos uma mesma letra maiúscula, na linha, ou minúscula na coluna, não diferem entre si a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

CONCLUSÕES

1) Os cultivares que apresentam maior número de dias para maturação apresentam também maiores estádios de crescimento 1 (da emergência à diferenciação floral) e 2 (da diferenciação floral à floração) no primeiro corte.

2) Na rebrota, o maior número de dias para maturação é associado à maior duração dos estádios de crescimento 2 (da diferenciação floral à floração) e 3 (da floração à maturação).

3) Os cultivares AG 2002, BR 501, BR 601, BR 700 e Massa 03 apresentam maior sensibilidade ao fotoperíodo, e as temperaturas mais baixas na rebrota prolongam os estádios de crescimento 2 e 3.

REFERÊNCIAS

1. BELLO, N.J. An investigation of the agroclimatic potential of the forest-savanna transition zone of Nigeria for the cultivation of sorghum. *Experimental Agriculture*, 33: 157-71, 1997.
2. BERTERO, H.D.; KING, R.W. & HALL, A.J. Photoperiod-sensitive development phases in quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Field Crops Research*, 60: 231-43, 1999.
3. BONHOMME, R. Bases and limits to using 'degree.day' units. *European Journal of Agronomy*, 13: 1-10, 2000.
4. CADDEL, J.L. & WEIBEL, D.E. Effect of photoperiod and temperature on the development of sorghum. *Agronomy Journal*, 63: 799-803, 1971.
5. COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais. 4a aproximação. Lavras, 1989. 159p.
6. CRAUFURD, P.Q. & QI, A. Photothermal adaptation of sorghum (*Sorghum bicolor*) in Nigeria. *Agricultural and Forest Meteorology*, 108: 199-211, 2001.
7. CRAUFURD, P.Q.; QI, A.; ELLIS, R.H.; SUMMERFIELD, R.J.; ROBERTS, E.H. & MAHALAKSHMI, V. Effect of temperature on time to panicle initiation and leaf appearance in sorghum. *Crop Physiology & Metabolism*, 38: 942-7, 1998.
8. ELLIS, R.H.; QI, A.; CRAUFURD, P.Q.; SUMMERFIELD, R.J. & ROBERTS, E.H. Effects of photoperiod, temperature and asynchrony between thermoperiod and photoperiod on development to panicle initiation in sorghum. *Annals of Botany*, 79: 169-78, 1997.
9. FARIA, V.P. de. Técnicas de produção de silagens. In: Simpósio sobre Manejo de Pastagens, 8, Piracicaba, 1986. Anais, Piracicaba, FEALQ, 1986. p.119-44.
10. FERRARIS, R. & CHARLES-EDWARDS, D.A. A comparative analysis of the growth of sweet and forage sorghum crops. I. Dry matter production, phenology and morphology. *Australian Journal Agricultural Research*, 37: 495-512, 1986.
11. HAMMER, G.L.; VANDERLIP, R.L.; GIBSON, G.; WADE, L.J.; HENZELL, R.G.; YOUNGER, D.R.; WARREN, J. & DALE, A.B. Genotype-by-environment interaction in grain sorghum. II. Effects of temperature and photoperiod on ontogeny. *Crop Science*, 29: 376-84, 1989.

12. HAY, R.K.M. Sowing date and the relationship between plant and apex development in winter cereals. *Field Crops Research*, 14: 321-37, 1986.
13. MAJOR, D.L.; ROOD, S.B. & MILLER, F.R. Temperature and photoperiod effects mediated by the sorghum maturity genes. *Crop Science*, 30: 305-10, 1990.
14. PAUL, C.L. Aspectos fisiológicos del crecimiento y desarrollo del sorgo. In: Paul, C.L (ed.). *Agronomía del sorgo*. Patancheru, ICRISAT, 1990. p.43-68.
15. PAULI, A.W.; STICKLER, F.C. & LAWLESS, J.R. Developmental phases of grain sorghum (*Sorghum vulgare*, Pers.) as influenced by variety, location, and planting date. *Crop Science*, 4: 10-3, 1964.
16. PUPO, N.I.H. Conservação de forragens. In: *Manual de pastagens e forrageiras: formação, conservação, utilização*. Campinas, Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1995. p.252-303.
17. QUINBY, J.R.; HESKETH, J.D. & VOIGT, R.L. Influence of temperature and photoperiod on floral initiation and leaf number in sorghum. *Crop Science*, 13: 243-6, 1973.
18. RODRIGUES, O.; DIDONET, A.D.; LHAMBY, J.C.B.; BERTAGNOLLI, P.F. & LUZ, J.S. da. Resposta quantitativa do florescimento da soja à temperatura e ao fotoperíodo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 36: 431-7, 2001.
19. SAEED, M. & FRANCIS, C.A. Yield-maturity relationship of grain sorghum in diverse environments. *Crop Science*, 26: 1077-9, 1986.
20. TOMÉ JÚNIOR, J.B. *Manual para interpretação de análise de solo*. Guaíba, Agropecuária, 1997. 247p.