

ALYNE DANTAS MENDES DE PAULA

DESEMPENHO AGRONÔMICO, BROMATOLÓGICO E ESTABILIDADE  
FENOTÍPICA DE SORGO SILAGEIRO EM UBERLÂNDIA - MG

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Uberlândia, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia - Mestrado, área de concentração em Fitotecnia, para a obtenção do título de “Mestre”.

Orientador

Prof. Dr. Carlos Juliano Brant Albuquerque

Co-orientador

Prof. Dr. Evandro de Abreu Fernandes

UBERLÂNDIA  
MINAS GERAIS – BRASIL  
2016

Dados Internacionais de Catalogação na  
Publicação (CIP) Sistema de  
Bibliotecas da UFU, MG, Brasil.

---

P324d  
2016 Paula, Alyne Dantas Mendes de, 1989  
Desempenho agrônomo, bromatológico e estabilidade fenotípica  
de sorgo silageiro em Uberlândia - MG / Alyne Dantas Mendes de Paula.  
- 2016.  
54 f.

Orientador: Carlos Juliano Brant Albuquerque.  
Coorientador: Evandro de Abreu Fernandes.  
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia,  
Programa de Pós-Graduação em Agronomia.  
Inclui bibliografia.

1. Agronomia - Teses. 2. Sorgo como ração - Teses. 3. Silagem -  
Teses. 4. Sorgo - melhoramento genético - Teses. I. Albuquerque, Carlos  
Juliano Brant. II. Fernandes, Evandro de Abreu, 1949-. III. Universidade  
Federal de Uberlândia. Programa de Pós-Graduação em Agronomia. IV.  
Título.

---

CDU: 631

ALYNE DANTAS MENDES DE PAULA

DESEMPENHO AGRONÔMICO, BROMATOLÓGICO E ESTABILIDADE  
FENOTÍPICA DE SORGO SILAGEIRO EM UBERLÂNDIA - MG

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Uberlândia, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Agronomia – Mestrado, área de concentração em Fitotecnia, para obtenção do título de “Mestre”.

APROVADA em 26 de fevereiro de 2016.

Dra. Ana Cristina Pinto Juhász

EPAMIG

Prof. Dr. Evandro de Abreu Fernandes  
(co-orientador)

UFU

Profa. Dra. Ana Paula Oliveira Nogueira

UFU

Prof. Dr. Carlos Juliano Brant Albuquerque  
ICIAG-UFU-EPAMIG  
(Orientador)

UBERLÂNDIA  
MINAS GERAIS – BRASIL  
2016

Aos meus pais, Osmar e Maria Marta, por que foram eles, por eles e com eles que aprendi a ser o que sou.

Aos vários “mestres”, disfarçados de amigos, pela confiança, paciência, inspiração e sabedoria.

## **DEDICO**

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço à Deus pelo dom da Vida e da Sabedoria, e por me proporcionar que tantas pessoas maravilhosas pudessem fazer parte da minha trajetória.

Aos meus pais, Osmar e Maria Marta que sem dúvida nenhuma são minha Fortaleza e muito do que sou hoje, aos meus maravilhosos irmãos, de sangue e coração, Natália, Paulo Victor e Marcelo.

A toda minha família, meus tios, meus avós e principalmente minhas primas pela presença constante em todas as etapas de minha vida.

Agradeço meu orientador prof. Dr. Carlos Juliano Brant Albuquerque, pelos inúmeros ensinamentos e por ter ajudado em todos os momentos na condução e discussão desse projeto.

A EPAMIG na pessoa do Dr. Carlos Juliano e a EMBRAPA na pessoa do Dr. Jose Avelino Santos Rodrigues pelo fornecimento de materiais para a condução dos experimentos.

Aos companheiros de pós graduação, em especial César, Marina, Diego e Ernane pelas inúmeras ajudas tanto na instalação, condução e avaliação dos experimentos, faça sol ou faça chuva.

Aos estagiários do Prof. Carlos, em especial o Weslei pela enorme paciência e ajuda indispensável na execução e condução de todos experimentos.

E a todos, que direta ou indiretamente me ajudaram para realização desta conquista, meus agradecimentos.

## SUMÁRIO

<b>RESUMO GERAL</b> .....	i
<b>ABSTRACT</b> .....	ii
<b>INTRODUÇÃO GERAL</b> .....	1
<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	3
Sorgo silageiro – Caracterização da espécie,dados agronômicos e bromatológicos .....	3
Manejo do sorgo visando a produção de silagem .....	4
Variabilidade do sorgo para silagem .....	6
Interação Genótipo e ambiente do sorgo para silagem .....	7
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	10
<b>CAPITULO 1. ANÁLISE AGRONÔMICA, BROMATOLÓGICA E ESTABILIDADE DE VARIEDADES DE SORGO SILAGEIRO EM DUAS SAFRAS EM UBERLÂNDIA-MG</b> .....	14
1. INTRODUÇÃO .....	15
2. MATERIAL E MÉTODOS .....	15
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	19
4. CONCLUSÕES .....	30
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	31
<b>CAPITULO 2. ANÁLISE AGRONÔMICA, BROMATOLÓGICA E ESTABILIDADE DE HÍBRIDOS DE SORGO SILAGEIRO EM DUAS SAFRAS EM UBERLÂNDIA-MG</b> .....	34
1. INTRODUÇÃO .....	35
2. MATERIAL E MÉTODOS .....	36
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	40
4. CONCLUSÕES .....	49
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	50

## RESUMO GERAL

PAULA, A. D. M. **Desempenho agronômico, bromatológico e estabilidade fenotípica de sorgo silageiro em Uberlândia - MG.** 51f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2016.

**Resumo:** O sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) MOENCH) é uma boa alternativa para ser usado como silagem, principalmente em lugares com escassez de água e temperaturas elevadas, devido às suas características morfológicas e fisiológicas. O manejo adequado, como a época ideal de semeadura, interfere tanto na produtividade quanto na qualidade da silagem. O trabalho foi conduzido com o objetivo de avaliar o desempenho agronômico e bromatológico de variedades e híbridos de sorgo silageiro e a estabilidade fenotípica destes em duas épocas, safra e safrinha, no município de Uberlândia, Minas Gerais. Os experimentos foram realizados na Fazenda Experimental Capim Branco, da Universidade Federal de Uberlândia (UFU), localizada no referido município. Na mesma área experimental houve duas épocas de semeadura, safrinha (março a junho de 2014) e safra (novembro de 2014 a março de 2015), e em ambas as situações se avaliaram as variedades e os híbridos. O delineamento foi de blocos casualizados, com 25 tratamentos (híbridos e variedades de sorgo) e três repetições. Submeteram-se os dados agronômicos e bromatológicos à análise de variância; as médias foram agrupadas pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade, por meio do programa computacional Genes; e, para estimar a estabilidade, optou-se pelo método de Annicchiarico. O florescimento das cultivares, a produtividade de matéria seca, a altura de plantas, a Fibra em Detergente Ácido (FDA), a Fibra em Detergente Neutro (FDN) e a Proteína Bruta (PB) são afetados pelo ambiente e pela variedade. Em relação à produtividade e à qualidade da fibra, a variedade SF11 se mostrou superior, independentemente do ambiente avaliado. Quanto à estabilidade de rendimento de produtividade de matéria seca, se destacaram as variedades SF15, SF11, SF25, PROG 134 IPA, 1141572, 1141570 e 1141562. Já para a estabilidade da qualidade das fibras (FDA e FDN), a variedade 1141562 se sobressaiu. O ambiente reduz a expressão dos caracteres “dias de florescimento”, “altura de plantas” e “produtividade de matéria seca dos híbridos”. Dos 25 híbridos analisados para produtividade e estabilidade do rendimento matéria seca, destacam-se sete, independentemente do ambiente avaliado: híbrido comercial Volumax e experimentais 12F39006, 12F39007, 12F37014, 12F39014, 12F38009 e 12F02006.

**Palavras-chave:** *Sorghum bicolor*, digestibilidade, genótipo

---

<sup>1</sup>Comitê orientador: Carlos Juliano Brant Albuquerque - UFU (Orientador) e Evandro de Abreu Fernandes - FAMEV (Co-orientador).

## ABSTRACT

PAULA, A. D. M. **Agronomic performance, bromatological and phenotypic stability of silage sorghum in Uberlândia - MG.** 2016. 51p. Dissertation (Master in Agronomy) - Institute of Agricultural Sciences, Federal University of Uberlândia, 2016.

**Abstract:** Sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) is a good alternative to be used as silage, especially in places with water scarcity and high temperatures, due to their morphological and physiological characteristics. The appropriate management, as the ideal seeding time, interferes both productivity and the quality of silage. The work was conducted with the objective of evaluating the agronomic and bromatological performance of varieties and hybrids of silage sorghum and their phenotypic stability in two seasons, season and off-season, in the city of Uberlândia, Minas Gerais. The experiments were performed at Capim Branco Experimental Farm of Federal University of Uberlândia (UFU), located in the referred city. There were two sowing dates in the same experimental area, off-season (March to June 2014) and season (November 2014 to March 2015), and the varieties and hybrids were evaluated in both situations. The design was a randomized block with 25 treatments (hybrids and varieties of sorghum) and three replications. Agronomical and bromatological data were subjected to an analysis of variance; averages were grouped by Scott-Knott test at 5% of probability, through Genes computer program; and to estimate the stability, it was opted for Annicchiarico method. The flowering of cultivars, dry matter productivity, plant height, Acid Detergent Fiber (ADF), Neutral Detergent Fiber (NDF) and Crude Protein (CP) are affected by the environment and the variety. Regarding productivity and quality of the fiber, SF11 variety was superior, independent of the rated environment. In relation to the performance stability of dry matter, the varieties SF15, SF11, SF25, PROG 134 IPA, 1141572, 1141570 and 1141562 were highlighted. For the stability of the quality of fibers (FDA and FDN), the variety 1141562 stood out. The environment reduces the expression of characters “days of flowering”, “plant height” and “productivity of dry matter of hybrids”. From the 25 hybrids analyzed for productivity and stability of dry matter performance, seven were highlighted, regardless of the rated environment: Volumax commercial hybrid and experiments 12F39006, 12F39007, 12F37014, 12F39014, 12F38009 and 12F02006.

**Key words:** *Sorghum bicolor* L., digestibility, genotype

---

<sup>1</sup>Supervising Committee: Carlos Juliano Brant Albuquerque - UFU (Supervisor) and Evandro de Abreu Fernandes - FAMEV (Co-supervisor).



## INTRODUÇÃO GERAL

A cultura do sorgo silageiro apresenta grande importância dentro do sistema de produção da bovinocultura brasileira, por ser resistente ao déficit hídrico, crescimento rápido e emissão de perfilhos. É uma cultura com altas taxas fotossintéticas e rápido alongamento de colmos, sendo empregada na fabricação de silagem e no pastejo direto.

Ademais, a referida cultura possui alta capacidade de produção de volumoso para uso em períodos de baixa produção das pastagens nativas ou manejadas. A silagem de sorgo apresenta elevada qualidade, sendo capaz de atender às necessidades nutricionais dos animais.

Dentre os recursos forrageiros utilizados para a suplementação de ruminantes no período seco do ano, a silagem de sorgo é uma das opções mais adotadas e difundidas entre os produtores de Minas Gerais. O fornecimento de alimentos conservados, como a silagem para bovinos em confinamento, é voltado a suprir a deficiência alimentar do outono/inverno, podendo reduzir o tempo de permanência do bovino na propriedade, em função do aporte nutricional que é lhe proporcionado.

A identificação de plantas mais adaptadas às condições em que serão cultivadas contribui para a obtenção de maiores rendimentos da cultura do sorgo, pois, além da genética e do ambiente, a produção é influenciada, entre outros fatores, por qualidade da semente, época de semeadura, população de plantas, preparo, correção e adubação do solo, irrigação, controle de plantas daninhas, pragas e doenças. Contudo, existem poucas informações sobre os efeitos desses aspectos sobre a qualidade da forragem produzida.

Nesse contexto, os componentes dos constituintes da parede celular de Fibra em Detergente Neutro (FDN), Fibra em Detergente Ácido (FDA) e lignina são primordiais para os sistemas modernos de predição de ganhos. Estudos demonstraram relação negativa entre a FDN e o consumo de matéria seca e entre a FDA e a digestibilidade aparente (NEUMANN, 2002).

Os níveis elevados de fibra de forragem limitam a ingestão de matéria seca e, consequentemente, resultam no não atendimento às exigências nutricionais dos animais ruminantes. Assim, o conceito de que a maior quantidade de grãos na silagem determina a sua qualidade já não expressa a mesma certeza, dado que é essencial determinar a qualidade da fibra dos diferentes componentes da planta de sorgo (PEREIRA, 2010).

Quando se fornece uma fibra adequada, a fermentação ruminal é otimizada, pois a fração fibrosa provoca o enchimento do rúmen frente a outros componentes nutricionais da dieta. Ressalta-se que o sorgo silageiro visa à produção de bovinos de corte e de leite. Os conhecimentos científicos do comportamento dessa gramínea em diferentes condições locais, bem como a influência desses fatores na qualidade da silagem, ainda são incipientes ou até mesmo inexistentes.

Para que as variedades sejam disponibilizadas ao cultivo, há a necessidade de avaliá-las quanto à adaptabilidade e estabilidade das principais características de interesse agrônomo. Em programas de melhoramento de sorgo, o estudo da interação genótipos por ambientes é imprescindível, mas não proporciona informações pormenorizadas sobre o comportamento de cada genótipo perante as variações ambientais. Com vistas a atenuar esse problema, são realizadas análises de estabilidade e adaptabilidade, com as quais é possível identificar cultivares de comportamento previsível e que respondam às variações ambientais em condições específicas ou amplas.

Diante do exposto, neste trabalho objetivou-se avaliar caracteres agrônômicos e bromatológicos e a estabilidade e adaptabilidade de variedades e híbridos de sorgo silageiro em duas épocas, safra e safrinha, no município de Uberlândia, Minas Gerais.

## REFERENCIAL TEÓRICO

### Sorgo silageiro – caracterização da espécie, dados agronômicos e bromatológicos

O sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] pertence à família *Poaceae*, subfamília *Panicoidea*, e está inserido na tribo *Andropogoneae*. A subfamília *Panicoidea* também compreende outras espécies importantes para a produção agrícola, como o milho (tribo *Tripsiceae*) e o milheto (tribo *Paniceae*). É originário de regiões de clima tropical localizadas na África, provavelmente, mas algumas evidências indicam que possa haver duas regiões de dispersão independentes: África e Índia. A planta não suporta baixas temperaturas e, por isso, no Brasil é cultivada em locais onde há temperaturas médias superiores a 20 °C (RIBAS, 2008).

O sorgo é sensível ao fotoperiodismo, sendo uma planta de dias curtos, ou seja, floresce em noites longas. Em cultivares sensíveis a esse fenômeno, a gema vegetativa (terminal) permanece dessa forma até que os dias encurtem o bastante para haver a diferenciação em gema floral. Este é o fotoperíodo crítico: se o comprimento do dia aumenta, a planta não floresce, ao passo que, se o comprimento do dia decresce, a planta floresce (MAGALHÃES et al., 2008).

Uma lavoura de sorgo forrageiro, ao ser tecnicamente bem manejada, alcança produtividades médias de 50 toneladas de massa verde por hectare, havendo registros de até 80 toneladas em experimentos conduzidos no estado de Goiás. Pode ser utilizado ainda o segundo corte ou a rebrota para o produtor sem custos, com uma média de 20 toneladas (AGROSOFT, 2010).

Quanto à produção de matéria seca por hectare, várias pesquisas têm apontado grandes rendimentos para o sorgo, e, em algumas situações, são superiores à cultura do milho considerando apenas o primeiro corte. Ainda é possível conseguir, com a rebrota, 60% da produtividade do primeiro corte (MAGALHÃES et al., 2003).

A produtividade de matéria seca por área é um fator intimamente ligado ao manejo produtivo a que a forrageira é submetida, além da capacidade produtiva inerente à espécie. Ao comparar algumas produções de matéria seca de espécies forrageiras destinadas à ensilagem, Mello (2004) demonstra produções médias entre 11 e 18 t ha<sup>-1</sup> para sorgo e de 10 a 16 t ha<sup>-1</sup> para milho.

Em geral, a produção de matéria seca de cultivares de sorgo forrageiro está relacionada diretamente com a altura da planta. As porcentagens de folhas, colmo e

panícula têm estreita ligação com esse aspecto. Híbridos mais altos atingem maiores produtividades, no entanto, a porcentagem de colmo é superior em relação a folhas e panículas, comprometendo o valor nutritivo (ALBUQUERQUE, 2010).

Há pouco tempo, uma das maneiras de avaliar a qualidade da silagem de sorgo era a partir da porcentagem de grãos na matéria seca. Uma prática comum é o aumento da altura de corte das plantas a serem ensiladas, com a finalidade de proporcionar incrementos de grãos na matéria seca total para favorecer o conteúdo energético da silagem (VON PINHO et al., 2006).

Para se obter uma silagem de qualidade, deve-se levar em consideração o ponto ideal de colheita, quando os grãos estão no estágio de leitoso a farináceo. Isso influencia sobremaneira a quantidade de matéria seca da forragem que está diretamente relacionada à qualidade da silagem.

Dentre as características bromatológicas, a FDN e a FDA indicam a digestibilidade do material forrageiro. Nesse caso, a FDN tem a capacidade de estimar a porcentagem da parede celular, quantificando a celulose, a hemicelulose e a lignina, ao passo que a FDA estima a fibra pouco digestível, quantificando a celulose e a lignina.

O fornecimento de uma fibra adequada otimiza a fermentação ruminal, pois a fração fibrosa provoca o enchimento do rúmen frente a outros componentes nutricionais da dieta. Diversos autores demonstraram a importância da qualidade da fibra na cultura do milho (MENDES, 2006; BARRIERE et al., 2008; SILVA et al., 2008; PEREIRA, 2010), mas, com o sorgo, trabalhos dessa magnitude são escassos.

### **Manejo do sorgo visando a produção de silagem**

O sorgo pode ser cultivado no Centro-Sul do Brasil de agosto até meados de abril. Seu uso para silagem se justifica pelas características agrônômicas, como alta produção de forragem, maior tolerância à seca e ao calor, capacidade de explorar maior volume de solo, sistema radicular abundante e profundo, além da possibilidade de se cultivar a rebrota, com produção que pode atingir até 60% no primeiro corte, quando submetido a um manejo adequado.

Devido ao vazio forrageiro, na entressafra o uso da silagem é importante, pois permite que a produção do rebanho não seja afetada pela estacionalidade que ocorre na pastagem (OLIVEIRA et al., 2007). Essa estacionalidade é reconhecida como um dos fatores responsáveis pelos baixos índices de produtividade na pecuária de Minas Gerais,

dados que bons rendimentos são obtidos durante o período das águas (primavera-verão) e baixos na época de seca (outono-inverno), o que ocasiona acentuada redução no crescimento e desenvolvimento das espécies forrageiras, comprometendo assim o desempenho dos animais.

Nesses termos, o crescimento da produção nacional de sorgo pode favorecer o equilíbrio nos estoques reguladores de grãos energéticos e forragem, destacando-se pela qualidade nutricional da planta e o baixo custo para sua produção. Esses fatores auxiliam o crescimento sustentado da pecuária e levam à maior oferta de alimentos, com redução de custos e variabilidade nutricional, além de permitir maior competitividade e estabilidade do setor (RODRIGUES et al., 2012).

O cultivo do sorgo constitui uma alternativa para a produção de forragem em condições de restrição hídrica. Ele é adaptado ao processo de ensilagem em virtude de suas características fenotípicas – as quais determinam a facilidade de semeadura, o manejo, a colheita e o armazenamento – e se alia a elevados índices nutritivos e de produtividade da matéria seca (NEUMANN et al., 2005).

A planta de sorgo é adaptada ao processo de ensilagem devido às suas características fenotípicas que facilitam a semeadura e a colheita. Ela é amplamente utilizada na alimentação de animais, no pastejo e na produção de silagem para a terminação de bovinos.

Diante disso, a variabilidade genética para características agronômicas e nutricionais no sorgo tem permitido um eficiente trabalho de melhoramento. Há o desenvolvimento de híbridos de alto valor nutritivo que proporcionam alto desempenho animal, semelhante aos obtidos com a silagem de híbridos de milho (MELLO, 2002).

Embora várias plantas forrageiras, anuais ou perenes, possam ser ensiladas, o sorgo e o milho são as culturas mais utilizadas com esse propósito, sendo que o primeiro apresenta as seguintes vantagens:

- Custo entre 80 a 85% do valor gasto com a silagem de milho;
- Consumo equivalente a cerca de 90% da silagem de milho;
- Valor nutritivo entre 85 e 92% da silagem de milho e elevado potencial de produção;
- Boa adequação à mecanização;
- Reconhecida qualificação como fonte energética;
- Adaptação a regiões mais secas; e

- Capacidade de rebrota, podendo atingir até 60% da produção obtida no primeiro corte (SEIFFERT & PRATES, 1978; VALENTE et al., 1984; GOMIDE et al., 1987; ZAGO, 1991; BERNADINO et al., 1997; BORGES et al., 1997).

De acordo com Reinehr et al. (2012), a utilização de híbridos que possuem características de boa produtividade, alta participação de grãos na matéria seca e menores teores de FDN na confecção da silagem poderá fazer com que o animal ingira maior quantidade de alimento, com elevado aporte energético. Com isso, há maiores respostas em produtividade.

### **Variabilidade do sorgo para silagem**

Os resultados referentes à produtividade de matéria seca do sorgo são bem contrastantes, em função do local, da época e das cultivares analisadas. Silva et al. (2007) avaliaram as variedades BR 700, 1F305, Volumax, VDH 422 e Nutrigrain de sorgo forrageiro em três locais e obtiveram uma média de 5,9 t ha<sup>-1</sup> de matéria seca.

Enquanto isso, Bortolini et al. (2013) avaliaram híbridos de sorgo silageiro no Rio Grande do Sul e encontraram, em relação à altura de planta, híbridos com altura média de 1,91 m, variando de 1,74 m (testemunha 1F305) a 2,14 m, e, no que tange à matéria seca, quatro híbridos se destacaram: 12F37005 (13,8 t ha<sup>-1</sup>), 12F38006 (13,7 t ha<sup>-1</sup>), 12F37043 (13,6 t ha<sup>-1</sup>) e 12F38009 (13,6 t ha<sup>-1</sup>). De acordo com Cruz et al. (2001), o sucesso de uma boa silagem de sorgo depende da alta produção de matéria seca, em que a participação de grãos, que pode alcançar até 50% dessa produção, tem efeito significativo no valor nutritivo. Em tese, genótipos com maior produção de panículas possuem melhores condições fermentativas nos silos.

Chielle et al. (2013) constataram um desempenho de genótipos de sorgo silageiro superior ao do milho, com resultados variando de 6,9 a 19,9 t ha<sup>-1</sup>. Nesse mesmo estudo, as plantas de sorgo alcançaram altura média de 2,28 m em Pelotas, 2,02 m em São Borja e 1,81 m em Vacaria, no Rio Grande do Sul. Sorgos silageiros cultivados em Janaúba, Minas Gerais, na safra 2007/08, alcançaram de 2,10 a 2,35 m de altura no primeiro ano, porém sem registro de deficiência hídrica durante o ciclo (BOTELHO et al., 2010).

Ademais, Macedo et al. (2012) estudaram a composição bromatológica de silagens de sorgo em virtude da adubação nitrogenada. Os resultados de Proteína Bruta (PB) oscilaram de 3,52% a 6,45% (média de 5,59%), os de FDN variaram de 62,12% a 68,30% (média de 65,45%), e de FDA, entre 48,65% e 55,19% (média de 51,33%).

Uma alternativa para reduzir o conteúdo de fibra na silagem de sorgo é a utilização de alelos mutantes, conhecidos como *brown midrib* e que melhoram a digestibilidade da porção fibra. Nos Estados Unidos existem diversas cultivares comerciais com essa característica, mas não há ainda, no mercado brasileiro, híbridos de sorgo para silagem com esse gene. Vale ressaltar que recentemente foram lançados híbridos interespecíficos *brown midrib*, para corte e pastejo. Essas informações demonstram o importante papel que a porção vegetativa da planta exerce sobre a qualidade nutricional da silagem de sorgo.

### **Interação Genótipo e ambiente do sorgo para silagem**

A genética é de suma importância no desenvolvimento de híbridos e cultivares potenciais e que tenham características importantes para silagem, como quantidade e qualidade de fibras. Nesse contexto, o estudo de adaptabilidade e estabilidade dos híbridos em diversos locais e épocas de semeadura é relevante devido à interação entre genótipos e ambientes.

Assim como a maioria das plantas cultivadas, a cultura do sorgo está sujeita a variações ambientais. Dessa forma, a interação entre genótipo e ambiente (interação G x A) assume papel importante na manifestação fenotípica, por isso, deve ser estimada, afim de obter subsídios técnicos em programas de melhoramento (ALMEIDA FILHO et al., 2010).

Nesse entremeio, na interação G x A, para Borém & Miranda (2005), ocorre uma alteração no desempenho relativo dos genótipos em virtude dos diferentes ambientes (G x A), o que é visto como um desafiante fenômeno para melhoristas e agrônomos. As plantas podem apresentar uma plasticidade fenotípica, relacionada ao poder de se ajustar à variação do ambiente, em que há um efeito tamponante.

Convém salientar que a interação de genótipos por ambientes (G x A) é decorrente da variação do desempenho dos genótipos em diversos ambientes e reflete as diferentes respostas dos genótipos às mudanças ambientais. Em termos genéticos, a interação ocorre quando a contribuição dos genes que controlam o caráter ou o nível de expressão destes difere entre os ambientes (FALCONER & MACKAY, 1996).

De fato, a resposta dos genótipos às mudanças ambientais é resultante de dois tipos de variações ambientais: previsíveis e imprevisíveis. A primeira inclui todas as condições permanentes do ambiente, que variam de maneira sistemática. Já as

imprevisíveis, consideradas as que mais contribuem para as interações genótipos x anos e genótipos x locais, bem como para as interações mais complexas, a exemplo da interação tripla genótipos x locais x anos, correspondem às variações dos fatores ambientais, como precipitação, temperatura e outros (ALLARD & BRADSHAW, 1964; FEHR, 1987).

A interação G x A pode ser dividida em duas partes: uma de natureza simples, quando não ocorre alteração das posições relativas dos genótipos avaliados dentro de um conjunto de ambientes; e outra complexa, em que a correlação entre o desempenho dos genótipos ao longo dos ambientes em estudo é baixa, o que faz com que a posição relativa dos genótipos seja alterada em virtude das diferentes respostas às variações ambientais (ROBERTSON, 1959).

Nota-se que a quantificação dos componentes da interação é muito importante na tomada de decisão por parte do melhorista (VENCOVSKY & BARRIGA, 1992). Sendo assim, quando predominam interações simples, a seleção e a indicação de cultivares podem ser feitas de maneira generalizada. Entretanto, se a interação do tipo complexa sobressai, sendo caracterizada pela presença de materiais adaptados a ambientes particulares, o trabalho do referido profissional é dificultado, uma vez que a recomendação de cultivares é restrita a ambientes específicos.

O conceito de estabilidade pode ser dividido em quatro tipos, conforme Bruzi (2006):

- Tipo 1: o genótipo será considerado estável se a variância entre ambientes for pequena. Essa estabilidade é chamada de “biológica” e caracteriza um genótipo com desempenho constante frente às variações ambientais. Esse comportamento não é desejável, pois o genótipo não acompanha a melhoria nas condições do ambiente com o aumento de produção.
- Tipo 2: a cultivar será considerada estável se a resposta ao ambiente for paralela ao desempenho médio de todas cultivares avaliadas no experimento. Essa estabilidade foi denominada, por Becker (1981), como “estabilidade agrônômica” (conceito dinâmico).
- Tipo 3: as cultivares estáveis apresentam o quadrado médio do desvio da regressão de pequena magnitude, ou seja, são de alta previsibilidade.



- Tipo 4: as cultivares mais estáveis apresentam menor quadrado médio da interação genótipos x anos, ou seja, os indivíduos são estáveis frente às variações imprevisíveis.

Vários métodos para avaliar a estabilidade são apresentados na literatura (BECKER & LEON, 1988; CRUZ & CARNEIRO, 2003; CRUZ et al., 2004; KANG & GAUCH JÚNIOR, 1996). A natureza da interação deve ser atribuída a fatores fisiológicos e bioquímicos próprios de cada cultivar e, em termos genéticos, a interação pode ocorrer quando a contribuição dos genes que controlam o caráter ou o nível de expressão destes difere entre os ambientes. Isso ocorre porque a expressão dos genes é influenciada e/ou regulada pelo ambiente (KANG, 1998).

Na literatura são descritos meios para atenuar o efeito da interação G x A. Entre eles se podem destacar a identificação de cultivares específicas para determinados ambientes – o que, segundo Ramalho et al. (1993), é praticamente inviável – e a constatação de cultivares com maior estabilidade.

Dentre as técnicas propostas se destaca o método Anicchiarico (1992), que se baseia na estimação de um índice de confiança (ou índice de recomendação) de um determinado genótipo ao mostrar comportamento relativamente superior. Nesse caso, a estabilidade é mensurada pela superioridade do genótipo em relação à média de cada ambiente; logo, estima-se um risco de adoção de cada cultivar em função dos ambientes em que foi avaliada, e tal estimativa de risco é normalmente levada em consideração no planejamento econômico da propriedade.

O índice de confiança ( $I_i$ ) é obtido pelo seguinte estimador, conforme Annichiarico (1992):

$$I_i = \bar{Y}_i - Z_{(1-\alpha)} S_i$$

Em que:

$I_i$ : índice de confiança (%);

$\bar{Y}_i$ : média geral da variedade  $i$ , em porcentagem, em relação ao ambiente;

$Z$ : percentual  $(1-\alpha)$  da função de distribuição normal acumulada;

$\alpha$ : nível de significância (foi adotado o nível de 0,5);

$S_i$ : desvio padrão dos valores percentuais associados a cada variedade  $i$ .

## REFERÊNCIAS

AGROSOFT BRASIL. Disponível em:

<<http://www.agrosoft.org.br/agropag/213988.htm>>. Acesso em: 13 set. 2015.

ALBUQUERQUE, C. J. B.; PARRELA, R. A. C.; TARDIN, F. D.; BRANT, R. S.; SIMÕES, D. A.; FONSECA JÚNIOR, W. B.; OLIVEIRA R. M.; JESUS, K. M. Potencial forrageiro de cultivares de sorgo sacarino em diferentes arranjos de plantas e localidades de Minas Gerais. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 28.; SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE LAGARTA DO CARTUCHO, 4., 2010. **Anais...** Goiânia. ABMS. 2010. 1 CD-ROM.

ALLARD, R. W.; BRADSHAW, A. D. Implications of genotype x environmental interactions in applied plant breeding. **Crop Science**, Madison, v.4, n. 5, p. 503-508, Sept./Oct. 1964.

ALMEIDA FILHO, J. E. de. ; SOARES, D. C. de P.; SILVA, E. A.; CANDIDO, L. S.; TARDIN, F. D.; SOUZA S. A. de.; GODINHO, V. de P. C.; CARDOSO, M. J. Adaptabilidade e estabilidade produtiva em híbridos simples de sorgo granífero (*Sorghum bicolor*). In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 28.; SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE A LAGARTA DO CARTUCHO, 4., 2010. **Anais...** Goiânia: ABMS, 2010.

ANNICHIARICO, P. Variety adaptation and recommendation from alfalfa trials in Northern Italy. **Journal of Genetics of Breeding**, Rome, v. 46. n. 1. p. 269-278, Mar. 1992.

BARRIÈRE, Y.; DENOUE, D.; THOMAS J. QTL mapping for lignin content, lignin monomeric composition, p-hydroxycinnamate content, and cell wall digestibility in the maize recombinant inbred line progeny F838 X F286. **Plant Science**, Limerick, v. 175, n. 4, p. 585-595, Oct. 2008.

BECKER, H. C.; LÉON, J. Stability analysis in plant breeding. **Plant Breeding**, Berlin, v. 101, n. 1, p. 1-23, Apr. 1988.

BERNARDINO, M. L. A.; RODRIGUEZ, N. M.; SANTANA, A. A. C. Silagem de sorgo de porte médio com diferentes teores de tanino e suculência no colmo. I. Nitrogênio amoniacal, pH e perdas de matéria seca. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v.49, n.2, p.213-223, 1997.

BORÉM, A. MIRANDA, G. V. **Melhoramento de plantas**. 4. ed. rev. amp. Viçosa: UFV, 2005. 525 p.

BORGES, A. L. C. C.; GONÇALVES, L. C.; RODRIGUEZ, N. M. ZAGO, C. P.; SAMPAIO, I. B. M. Qualidade de silagens de híbridos de sorgo de porte alto, com diferentes teores de tanino e umidade no colmo. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v.49, n.4, p.441-452, 1997.

BORTOLINI, F.; ROSA, T. C.; SANTOS, H. S.; MITTELMANN, A.; SILVA, J. L. S. Avaliação de híbridos de sorgo silageiro no Litoral Sul do RS, no ano agrícola 2012/13.

In: REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DO MILHO, 58.; REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DO SORGO, 41., 2013, Pelotas. **Anais...** Brasília, DF: Embrapa, 2014.

BRUZI, A. T. **Homeostase de populações de feijoeiro com diferentes estruturas genéticas**. 2006. 69f. Dissertação (Genética e Melhoramento de Plantas) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

CHIELLE, Z. G.; GOMES, J. F.; ZUCHI, J.; GABE, N. L.; RODRIGUES, L. R. Desempenho de genótipos de sorgo silageiro no Rio Grande do Sul na safra 2011/2012. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v.12. n.3. p. 260-269, 2013.

CRUZ, C. D.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa, MG: UFV, 2003. 585 p.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 3. ed. Viçosa, MG: UFV, 2004. 480 p.

CRUZ, J. C.; FILHO, I. A. P.; RODRIGUES, J. A. S.; FERREIRA, J. J. Produção e utilização de silagem de milho e sorgo. **Embrapa Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, 2001, 544p.

DALLA CHIEZA, E.; ARBOITTE, M. Z.; BRONDANI, I. L.; MENEZES, L. F. G.; RESTLE, J.; SANTI, M. A. M. Aspectos agronômicos de híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) no desempenho e economicidade de novilhos confinados. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, Maringá, v. 30, n. 1, p. 67-73, 2008.

FALCONER, D.S.; MACKAY, T.F.C. **Introduction to quantitative genetics**. 4t. ed. London: Longman Group, 1996. 464p.

FEHR, W. R. **Principles of cultivar development**. New York: Macmillan, 1987. 487 p.

GOMIDE, J. A.; ZAGO, C. P.; CRUZ, M. E.; EVANGELISTA, A. R.; GARCIA, R.; OBEID, J. A. Milho e sorgo em cultivos puros e consorciados com soja para a produção de silagem. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Brasília, v.16, n.4, p.308-317, 1987.

KANG, M. S. Using genotype by environment interaction for crop cultivar blending ability in aot. **Crop Science**, Madison, v. 41, n. 4, p. 199-252, Dec. 1998.

KANG, M. S.; GAUCH JÚNIOR, H. G. **Genotype by environment interaction**, New York, CRC, 1996. 416 p.

MACEDO, C. H. O.; ANDRADE, A. P.; SANTOS, E. M.; SILVA, D. S. da; SILVA, T. C. da; EDVAN, R. L. Perfil fermentativo e composição bromatológica de silagens de sorgo em função da adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v. 13. n. 2. p. 371-382, 2012.

MAGALHÃES, P. C.; DURAES, F. O. M.; RODRIGUES, J. A. S.; Ecofisiologia. 2008. Disponível em:

<[http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/sorgo\\_1\\_ed/florescimento.htm](http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/sorgo_1_ed/florescimento.htm)>. Acesso em: 17 jul. 2015.

MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F.O.M.; RODRIGUES, J.A.S. **Fisiologia da Planta de Sorgo**. Sete Lagoas: EMBRAPA/ CNPMATÉRIA SECA, Nov. 2003. 4p. (Comunicado Técnico, 86).

MELLO, A. O. A. Volumosos para bovinos de corte. In: SIMPÓSIO DE FORRAGICULTURA E PASTAGENS: TEMAS EM EVIDÊNCIA, 3, 2002, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA, v.3, p.233-260, 2002.

MELLO, R. Silagem de milho, sorgo e gramíneas tropicais. Artigo número 7. **Revista Eletrônica Nutritime**, Viçosa, v.1, n.1, p.48-58, 2004.

MENDES, M. C. **Avaliação de híbridos de milho obtidos por meio de cruzamento entre linhagens com diferentes degradabilidades da matéria seca**. 2006. 57f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2006.

NEUMANN, M. et al. Efeito do tamanho da partícula e do tipo de silo sobre o valor nutritivo da silagem de sorgo (*Sorghum bicolor*, L. Moench). **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 4, n. 2, p. 224-242, 2005.

NEUMANN, M.; RESTLE, J.; ALVES FILHO, D.C.; BRONDANI, I. L.; PELLEGRINI, L. G. de.; FREITAS, A. K. de. Avaliação do valor nutritivo da planta e da silagem de diferentes híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor*, L. Moench). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Brasília, v.31, n.1, p.293-301, 2002 (Suplemento).

OLIVEIRA, J. S.; SOBRINHO, F. S.; REIS, F. A.; SILVA, G. A.; ROSA FILHO, S. N.; SOUZA, J. J. R.; MOREIRA, F. M.; PEREIRA, J. A.; FIRMINO, W. G. Adaptabilidade e estabilidade de genótipo de milho destinados à silagem em bacias leiteiras do estado de Goiás. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.37, p.45-50, 2007.

PEREIRA, J. L. de A. R. **Caracterização quantitativa e qualitativa dos componentes da planta de milho para produção de forragem**. 2010. 98f. Tese (Doutorado em Agronomia/Fitotecnia)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2010.

RAMALHO, M. A. P.; SANTOS, J. B.; ZIMMERMANN, M. J. O. **Genética quantitativa em plantas autógamas**: aplicação ao melhoramento do feijoeiro. Goiânia: UFG, 1993. 271 p.

REINEHR, L. L et al. Avaliação Nutricional da Silagem de Diferentes Híbridos de Milho. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 29. 2012. Águas de Lindóia. **Anais...** Águas de Lindóia.

RIBAS, P. M. **Cultivo do sorgo**. 2008. Disponível em: <[http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/sorgo\\_4\\_ed/plantio-plantio.html](http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/sorgo_4_ed/plantio-plantio.html)>. Acesso em: 10 ago. 2015.

ROBERTSON, A. **Experimental design on the measurement of heritabilities and genetic correlations:** biometrical genetics. New York: Pergamon, 1959. 186 p.

RODRIGUES, J. A. S. Produção e utilização de silagem de sorgo. **Embrapa Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, p. 14, 2006.

RODRIGUES, J. A. S.; TARDIN, F. D.; SILVA, C. B. da; SILVA, A. F. da; COSTA, R. K. da; BOTIN, A. A.; ZANATTO, I. B.; CASASANTA, E. C. Potencial forrageiro de híbridos de sorgo avaliados em Sete Lagoas-MG e Sinop-MT. XXIX CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 2012. **Anais...** Águas de Lindóia, p. 2383–2388.

SEIFFERT, N. F.; PRATES, E. R. Forrageiras para ensilagem. II – Valor nutritivo e qualidade de silagem de cultivares de milho (*Zea mays* L.), sorgos (*Sorghum* sp.) e milhetos (*Pennisetum americanum*, Schum). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Brasília, v.7, n.2, p.183-195, 1978.

SILVA, A. G.; BARROS, A. S.; TEIXEIRA, I. R. Avaliação agronômica de cultivares de sorgo forrageiro no Sudoeste do Estado de Goiás em 2005. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v.6, n.1, p.116-127, 2007.

SILVA, L. F. P.; CASSOLI, L. D.; ROMA JÚNIOR, L. C.; RODRIGUES, A. C. O.; MACHADO, P. F. In situ degradability of corn stover and elephant-grass harvested at four stages of maturity. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 65, n. 6, p. 595-603, Nov./Dec. 2008.

VALENTE, J. O., SILVA, J. F. C., GOMIDE, J. A. Estudo de duas variedades de milho (*Zea mays* L.) e de quatro variedades de sorgo para silagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Brasília, v. 13, n. 1, p. 74-81, 1984.

VENCOVSKY, R.; BARRIGA, P. **Genética biométrica no fitomelhoramento**. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 1992. 486 p.

VON PINHO, R. G.; VASCONCELOS, R. C. de.; BORGES, I. D.; REZENDE, A. V. Influência da altura de corte das plantas nas características agronômicas e valor nutritivo das silagens de milho e de diferentes tipos de sorgo. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v.5, n.2, p.266-279, 2006.

ZAGO, C. P. Cultura de sorgo para produção de silagem de alto valor nutritivo. In: SIMPOSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 4, Piracicaba, 1991. **Anais...** Piracicaba, FEALQ, 1991, p.169-217.

**CAPÍTULO 1. ANÁLISE AGRONÔMICA, BROMATOLÓGICA E  
ESTABILIDADE DE VARIEDADES DE SORGO SILAGEIRO EM DUAS  
SAFRAS EM UBERLÂNDIA-MG**

## 1. INTRODUÇÃO

O sorgo (*Sorghum bicolor*, L. Moench) é uma cultura que, no contexto da agropecuária brasileira, tem se destacado por ser uma gramínea bastante energética, com alta digestibilidade, produtividade e adaptação a ambientes secos e quentes, nos quais é difícil o cultivo de outras espécies. A planta é utilizada para silagem ou corte verde para pastejo, e os grãos, em rações animais e para o consumo humano.

A cultura do sorgo apresenta fácil adaptação de suas cultivares para diferentes condições de fertilidade do solo, tolerância à alta temperatura e déficit hídrico (MAGALHÃES et al., 2012; MIRANDA et al., 2010; FRANCO et al., 2011). Nesse sentido, a intensificação dos processos produtivos na pecuária de corte e de leite nacional elevou as necessidades quantitativas e qualitativas de alimentos para os animais, principalmente nos períodos de escassez de pastagens.

Diante disso, a produção de silagem de alta qualidade torna-se uma alternativa viável à manutenção dos sistemas de forrageamento, por restringir o período de carência alimentar e contribuir para a otimização dos índices zootécnicos do rebanho bovino nacional (MACHADO et al., 2011).

A utilização do sorgo na produção de forragem tem assumido um crescente e importante papel nos últimos anos no Brasil e no mundo. Ela é uma espécie resistente a fatores ambientais adversos, a exemplo do estresse hídrico, proporcionando elevadas produções de matéria seca por área, bom padrão de fermentação e alto valor nutritivo das silagens produzidas (REZENDE et al., 2011).

O melhoramento genético tem desenvolvido diversas cultivares adaptadas aos mais variados tipos de solos e clima. Isso ocorre, sobretudo, em relação às variedades desenvolvidas pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) e pela Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária (IPA) (SILVA et al., 2012).

Embora existam avanços no melhoramento genético do sorgo, observa-se baixa disponibilidade de cultivares com características desejáveis, tal como alta produção de forragens e elevado valor nutritivo. Dessa forma, há a necessidade de se buscar materiais adaptados e que apresentem interações positivas com as condições ambientais locais.

Assim, objetivou-se com este trabalho avaliar as características agronômicas e bromatológicas de variedades de sorgo silageiro e sua adaptabilidade e estabilidade no município de Uberlândia, Minas Gerais.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### Descrição dos experimentos

Os experimentos foram realizados na Fazenda Experimental Capim Branco da Universidade Federal de Uberlândia (UFU), localizada no município de Uberlândia, Minas Gerais. A área experimental, situada no referido município, apresenta altitude de 843 m, latitude de 18° 54' 41" Sul e clima tropical com estação seca (classificação climática do Koppen: Aw). O solo da área é caracterizado como latossolo vermelho escuro distrófico de textura argilosa, e os atributos químicos do solo variaram entre a primeira época (safrinha) (Tabela 1) e a segunda (safra) (Tabela 2).

TABELA 1. Atributos químicos do solo no perfil 0-0,2 m no perfil, Uberlândia, 2014.

Camada	pH H <sub>2</sub> O	P	K	Al	Ca	Mg	H+Al	SB	t	T	V	m	MO
M	(1:2,5)	mg dm <sup>-3</sup>									%		dag Kg <sup>-1</sup>
0-0,2	5,8	4,9	91	0	1,9	0,9	3,10	3,03	3,03	6,13	45	0	2,5

P, K = (HCl 0,05 mol L<sup>-1</sup> + H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,0125 mol L<sup>-1</sup>) P disponível (extrator Mehlich-1); Ca, Mg, Al, (KCl 1 mol L<sup>-1</sup>); H+Al = (Solução Tampão - SMP a pH 7,5); SB = Som de Bases; t = CTC efetiva; T = CTC a pH 7,0; V = Saturação por bases; m = Saturação por alumínio (EMBRAPA, 2009).

TABELA 2. Atributos químicos do solo no perfil 0-0,2 m no perfil, Uberlândia, 2014.

Camada	pH H <sub>2</sub> O	P	K	Al	Ca	Mg	H+Al	SB	t	T	V	m	MO
M	(1:2,5)	mg dm <sup>-3</sup>									%		dag Kg <sup>-1</sup>
0-0,2	6,2	4,3	146	0	2,1	1,1	3,10	3,57	3,57	6,67	54	0	3,1

P, K = (HCl 0,05 mol L<sup>-1</sup> + H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,0125 mol L<sup>-1</sup>) P disponível (extrator Mehlich-1); Ca, Mg, Al, (KCl 1 mol L<sup>-1</sup>); H+Al = (Solução Tampão - SMP a pH 7,5); SB = Som de Bases; t = CTC efetiva; T = CTC a pH 7,0; V = Saturação por bases; m = Saturação por alumínio (EMBRAPA, 2009).

As variações na temperatura e na precipitação média por decêndio, durante a condução do experimento, também foram diferentes (Figura 1). Os experimentos seguiram o delineamento de blocos ao acaso, com três repetições, e as parcelas experimentais foram compostas por duas linhas de 5 m, com espaçamento de 0,7 m entre linhas, totalizando uma área útil da parcela de 7 m<sup>2</sup>.



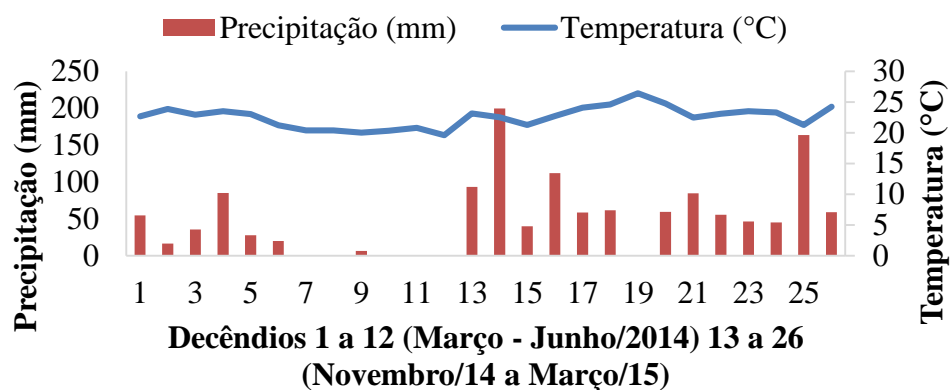


FIGURA 1. Variação de temperatura média (°C) e precipitação acumulada (mm) por decêndios, de Março a Junho de 2014 e de Novembro de 2014 a Março de 2015 em Uberlândia, MG.

Em ambos os experimentos, safra e safrinha, foram avaliadas 25 variedades de sorgo silageiro, sendo 18 provenientes do programa de melhoramento da Embrapa Milho e Sorgo e sete comerciais (testemunhas), conforme a Tabela 3.

TABELA 3. Descrição das 25 variedades de sorgo silageiro utilizadas no experimento.

Tratamento	Identificação	EMPRESA
1	9929036	EMBRAPA
2	9929030	EMBRAPA
3	12F042224	EMBRAPA
4	12F042150	EMBRAPA
5	FEPAGRO 18	FEPAGRO
6	FEPAGRO 19	FEPAGRO
7	FEPAGRO 11	FEPAGRO
8	9929012	EMBRAPA
9	9929026	EMBRAPA
10	947216	EMBRAPA
11	947030	EMBRAPA
12	947254	EMBRAPA
13	947072	EMBRAPA
14	947252	EMBRAPA
15	SF15	IPA
16	SF 11	IPA
17	SF 25	IPA
18	PROG 134 IPA	IPA
19	1141572	EMBRAPA
20	12F042066	EMBRAPA
21	12F042226	EMBRAPA
22	1141570	EMBRAPA
23	1141562	EMBRAPA
24	BRS 506	EMBRAPA
25	BRS Ponta Negra	EMBRAPA

## Manejo

O solo foi preparado de modo convencional, com duas arações e uma gradagem. Em seguida realizou-se a adubação de semeadura, com 322 kg ha<sup>-1</sup> do formulado NPK 8-28-16. Na sequência, procedeu-se à semeadura manual na profundidade de 3 a 4 cm.

De 10 a 15 dias após a emergência das plantas, foram realizados o desbaste, para manter a população de 100 mil plantas ha<sup>-1</sup>, e a adubação de cobertura, com 250 kg ha<sup>-1</sup> de ureia e 250 kg ha<sup>-1</sup> de cloreto de potássio (KCl). O controle de plantas daninhas foi feito por meio do herbicida (Atrazina) e de cultivo manual (capina). Irrigou-se apenas para obter o estande inicial; depois, tal procedimento não foi feito, com vistas a proporcionar condições climáticas semelhantes às que ocorrem na safrinha. Vale ressaltar que, na safra, não foi necessária a irrigação.

O manejo de lagartas foi feito com inseticidas do grupo químico organofosforado ou piretroide, sendo que os produtos utilizados seguiram a dosagem recomendadas pelo fabricante. Enquanto isso, realizou-se o controle de pássaros com a cobertura das panículas e o auxílio de telas de nylon. Não foi efetuado o controle químico de doenças, uma vez que a principal medida de controle é o uso de cultivares resistentes.

As características avaliadas em campo foram: florescimento (número de dias), quando mais de 50% da parcela se encontravam com panículas com mais de 50% de liberação do pólen; altura de planta (m), que foi mensurada a partir da média das plantas da parcela, contando da inserção da panícula até o solo, com o auxílio de uma régua graduada após o florescimento das plantas e a matéria seca (t ha<sup>-1</sup>).

Nesse contexto, a colheita foi realizada manualmente, em que houve o corte no colmo a uma altura de 10 cm do solo e quando os grãos da panícula estavam no estágio de leitoso a farináceo. Nessas condições se consegue uma quantidade adequada de matéria seca e, conseqüentemente, uma qualidade melhor da silagem.

Dez plantas de cada parcela foram tomadas ao acaso e posteriormente trituradas em picadeira – depois de homogeneizadas manualmente, retirou-se uma subamostra, para determinar a matéria seca. Realizou-se a pesagem e, imediatamente, essas amostras foram levadas para a estufa de ventilação forçada a 65 °C, durante 72 horas, sendo posteriormente moídas em moinho tipo Willey (peneira de 1 mm), visando às análises bromatológicas.

Foram determinados os teores de PB, FDN e FDA, de acordo com técnicas descritas por Silva e Queiroz (2002). Realizaram-se as análises bromatológicas no

Laboratório de Nutrição Animal (LAMRA) da Faculdade de Medicina Veterinária (FAMEV) da UFU.

### **Análises estatísticas**

A avaliação estatística dos dados foi realizada inicialmente com a análise de variância e o teste F, considerando apenas o ambiente onde houve a observação, de acordo com o seguinte modelo matemático para análise de variância:  $Y_{ij} = \mu + g_i + b_j + e_{ij}$ , em que:  $Y_{ij}$  = observação feita na parcela do i-ésimo tratamento no j-ésimo bloco;  $\mu$  = média geral;  $g_i$  = efeito do i-ésimo genótipo;  $b_j$  = efeito do j-ésimo bloco;  $e_{ij}$  = efeito dos fatores não controlados na parcela que recebeu o i-ésimo genótipo no j-ésimo bloco.

Para avaliar a interação G x A, foi realizada a análise de variância conjunta pelo seguinte modelo matemático:  $Y_{ijk} = \mu + g_i + a_j + g_{a_{ij}} + b_k / a_j + e_{ijk}$ , em que:  $Y_{ijk}$  = observação feita na parcela do i-ésimo tratamento no j-ésimo bloco;  $\mu$  = média geral;  $g_i$  = efeito do i-ésimo genótipo;  $a_j$  = efeito do j-ésimo ambiente;  $g_{a_{ij}}$  = efeito de interação do i-ésimo genótipo com o j-ésimo ambiente;  $b_k / a_j$  = efeito do k-ésimo bloco dentro do j-ésimo ambiente;  $e_{ijk}$  = efeito dos fatores não controlados na parcela que recebeu o i-ésimo genótipo no j-ésimo ambiente dentro do k-ésimo bloco.

As análises de variância e os testes F foram feitos com o auxílio do software Microsoft Excel, segundo Banzato & Kronka (1992). Para o agrupamento de médias das variedades, empregou-se teste de Scott e Knott (1976) por meio do programa Genes (CRUZ, 2006). Uma vez constatada a presença de interação GxA (teste F significativo), procedeu-se à análise de estabilidade fenotípica proposta por Annicchiarico (1992).

No tocante à aplicação dessa metodologia, primeiramente foram calculadas as médias dos ambientes e, em seguida, obtiveram-se as porcentagens das cultivares em relação às médias dos ambientes. Depois se calcularam as médias de cada variedade, em porcentagem, e o desvio padrão dessas médias.

Por sua vez, o parâmetro de estabilidade ( $I_i$ ) – ou índice de confiança – foi estimado pela seguinte equação:  $I_i = Y_i - Z_{(1-a)} S_i$ , em que:  $Y_i$  é o valor percentual médio do i-ésimo genótipo em relação à média do ambiente em questão; e  $Z_{(1-a)}$  é o valor na distribuição normal standardizada em que a função de distribuição acumulada atinge o valor (1-a). O “a” é o nível de significância que, nesse caso, é de 0,5, e  $S_i$  é o desvio padrão das porcentagens de cada genótipo.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para todas as características analisadas, florescimento (Flor), altura de plantas (Altura), matéria seca (MS), FDA, FDN e PB, foi observada uma diferença significativa entre as variedades nos ambientes avaliados, safra e safrinha, com exceção para FDA na safrinha, e o controle local não foi efetivo (não existe diferença significativa entre os blocos) (Tabela 4).

TABELA 4. Resumo das análises de variância para os dados de florescimento (Flor), altura de plantas (Altura), matéria seca (MS), fibra em detergente ácido (FDA), fibra em detergente neutro (FDN) e proteína bruta (PB) de 25 variedades de sorgo cultivados nos ambientes safra e safrinha.

FV	Gl	Quadrado Médio					
		Flor		Altura		MS	
		Safra	Safrinha	Safra	Safrinha	Safra	Safrinha
Cultivar	24	253,05*	183,03*	1,64*	1,20*	49,80*	35,12*
Bloco	2	1,44 <sup>ns</sup>	0,57 <sup>ns</sup>	0,09 <sup>ns</sup>	0,15 <sup>ns</sup>	0,18 <sup>ns</sup>	3,91 <sup>ns</sup>
Resíduo	48	3,35	2,28	0,02	0,03	6,54	4,66
CV (%)		2,67	3,00	5,79	8,98	20,03	26,31
		Quadrado Médio					
		FDA		FDN		PB	
		Safra	Safrinha	Safra	Safrinha	Safra	Safrinha
Cultivar	24	191,85*	64,58	70,79*	170,12*	8,24*	8,15*
Bloco	2	14,88 <sup>ns</sup>	22,40 <sup>ns</sup>	28,70 <sup>ns</sup>	0,45 <sup>ns</sup>	6,61 <sup>ns</sup>	5,01 <sup>ns</sup>
Resíduo	48	28,55	46,31	20,43	43,26	1,03	1,71
CV (%)		12,28	19,06	6,32	9,49	14,81	14,45

FV: Fonte de Variação; Gl: Grau de Liberdade; ns e \*: Não significativo e significativo a 0,05 de significância pelo teste de F, respectivamente.

Como a razão entre o maior e o menor quadrado médio do resíduo foi inferior a sete, foi possível analisar a variância conjunta (BANZATO & KRONCA, 1992). Nesta foi observada a interação entre genótipos e ambientes ( $p < 0,01$ ) para todas as características avaliadas, com exceção da PB, bem como diferenças significativas entre os genótipos para Altura, MS e PB e entre os ambientes para Flor, Altura, MS e PB ( $p < 0,01$ ) (Tabela 5).

TABELA 5. Resumo da análise de variância conjunta para os dados de florescimento (Flor), altura de plantas (Altura), matéria seca (MS), fibra em detergente ácido (FDA), fibra em detergente neutro (FDN) e proteína bruta (PB) de 25 variedades de sorgo em diferentes ambientes.

FV	Gl	Quadrado Médio					
		Flor	Altura	MS	FDA	FDN	PB
Cultivar	24	281,37	2,31*	64,66*	116,51	154,29	14,21*
Ambiente	1	12622,51*	27,34*	782,31*	2295,32	176,45	179,00*
Cul x Amb	24	154,71*	0,53*	20,25*	139,94*	86,64*	2,18
Bloco	2	1,72	0,23	2,22	17,59	12,60	11,26
Resíduo	96	2,81	0,03	5,60	37,43	31,84	1,37
CV (%)		2,82	7,11	22,56	15,44	8,01	14,72

FV: Fonte de Variação; Gl: Grau de Liberdade; ns e \*: Não significativo e significativo a 0,05 de significância pelo teste de F, respectivamente.

A precisão experimental avaliada pelo coeficiente de variação (CV%) oscilou entre 2,8 e 22,56%, indicando boa (a moderada) precisão experimental. Segundo Pimentel Gomes (2000), em experimentos de campo, se o coeficiente de variação for inferior a 10%, ele é considerado baixo, ou seja, o experimento tem alta precisão; de 10% a 20%, os CVs são considerados médios, implicando em boa precisão; de 20% a 30%, julgados altos, o que significa baixa precisão; e acima de 30% são tidos como muito altos, indicando baixíssima precisão.

Valores de CV% que variam entre 14,1 e 33,4 foram encontrados por Chielle et al. (2013), quando avaliaram 23 cultivares de sorgo silageiro. Neumann et al. (2010) obtiveram um CV% de 10,34% para FDA e 3,49 para FDN. Enquanto isso, Albuquerque et al. (2010) verificaram um coeficiente de variação de 6,93%, para avaliação da altura de planta e 2,6%, para produtividade de matéria verde, resultados semelhantes aos constatados neste trabalho. Corroborando com os resultados, Macedo et al. (2012), ao estudarem a composição bromatológica de silagens de sorgo observaram CV de 14,5% para a variável PB.

Em relação ao número de dias para o florescimento, nota-se que todas as variedades apresentaram um período vegetativo maior na safra em relação à safrinha, com exceção das variedades 12F042224 e 12F042226, que não diferiram estatisticamente entre safra e safrinha (Tabela 6). Na safra, o número de dias para o florescimento oscilou de 49 a 82 dias, sendo que as variedades mais tardias foram 1141572, 12F042066 e 1141570, e as mais precoces, 12F042224 e 12F042226.

TABELA 6. Médias do número de dias para o florescimento de 25 variedades de sorgo silageiro cultivado em safra e safrinha.

Variedades	Florescimento (dias)	
	SAFRA	SAFRINHA
<b>9929036</b>	68,66 Ad	42,33 Bf
<b>9929030</b>	66,00 Ae	42,66 Bf
<b>12F042224</b>	49,00 Bh	52,66 Ac
<b>12F042150</b>	73,00 Ac	54,66 Bc
<b>FEPAGRO 18</b>	65,66 Ae	42,66 Bf
<b>FEPAGRO 19</b>	71,66 Ac	45,33 Be
<b>FEPAGRO 11</b>	68,00 Ad	43,00 Bf
<b>9929012</b>	67,66 Ad	42,33 Bf
<b>9929026</b>	64,00 Ae	43,00 Bf
<b>947216</b>	70,66 Ad	44,66 Bf
<b>947030</b>	67,66 Ad	44,00 Bf
<b>947254</b>	73,33 Ac	47,66 Be
<b>947072</b>	54,33 Ag	46,00 Be
<b>947252</b>	63,33 Ae	49,33 Bd
<b>SF15</b>	74,33 Ac	66,66 Ba
<b>SF 11</b>	78,66 Ab	67,33 Ba
<b>SF 25</b>	74,00 Ac	62,00 Bb
<b>PROG 134 IPA</b>	74,66 Ac	65,00 Ba
<b>1141572</b>	82,00 Aa	52,33 Bc
<b>12F042066</b>	81,00 Aa	47,66 Be
<b>12F042226</b>	49,00 Ah	47,33 Ae
<b>1141570</b>	81,00 Aa	52,33 Bc
<b>1141562</b>	78,33 Ab	48,33 Be
<b>BRS 506</b>	60,66 Af	54,66 Bc
<b>BRS Ponta Negra</b>	59,33 Af	53,33 Bc

Letras iguais, maiúscula na linha e minúscula na coluna pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott Knott a 0,05 de significância

Chielle et al. (2013) avaliaram 23 cultivares de sorgo silageiro no Rio Grande do Sul safra 2011/12 e encontraram valores de florescimento entre 65 dias, na variedade BR304, e 84 dias, na variedade FEPAGRO 18 (média de 77 dias).

Na safrinha, o número de dias para florescimento oscilou entre 42,33 e 67,33. As variedades mais precoces significativamente foram 9929036, 9929030, FEPAGRO 18, FEPAGRO 11, 9929012, 9929026, 947216 e 947030, e as mais tardias, PROG 134 IPA, SF15 e SF 11, resultados também encontrados por Pereira et al. (2013), ao avaliarem 95 cultivares de sorgo forrageiro, em que houve plantas com ciclo mais precoce, a quantidade de dias para o florescimento da maioria dos genótipos oscilou de 54 a 70.

Em relação à altura de planta pode-se observar que todas as variedades apresentaram maiores médias quando semeadas em novembro (safra), com exceção das

variedades 12F042226, 12F042224 e PROG 134 IPA que não diferiu significativamente entre as duas épocas (Tabela 7).

As variedades de sorgo cultivadas na safrinha foram mais precoces e com alturas mais baixas comparativamente à semeadura em safra. Esse fato pode ser explicado pela influência do fotoperíodo quanto à indução ao florescimento e, consequentemente, à paralisação do crescimento da planta. Os resultados de altura de planta nessa época oscilaram entre 1,26 e 3,46 m, sendo as variedades mais altas SF15, SF 11 e SF 25, e as de menor porte, 9929030 e 9929026.

TABELA 7. Médias da altura de planta (m) de 25 variedades de sorgo silageiro cultivado em safra e safrinha.

Variedades	Altura de planta (m)	
	SAFRA	SAFRINHA
<b>9929036</b>	2,93 Ac	1,63 Be
<b>9929030</b>	2,13 Ae	1,30 Bf
<b>12F042224</b>	1,81 Af	1,86 Ad
<b>12F042150</b>	2,93 Ac	2,13 Bc
<b>FEPAGRO 18</b>	3,36 Ab	2,00 Bd
<b>FEPAGRO 19</b>	3,78 Aa	2,10 Bc
<b>FEPAGRO 11</b>	3,30 Ab	2,00 Bd
<b>9929012</b>	2,33 Ae	1,70 Be
<b>9929026</b>	1,95 Af	1,26 Bf
<b>947216</b>	2,50 Ad	1,63 Be
<b>947030</b>	2,46 Ad	1,53 Be
<b>947254</b>	2,60 Ad	1,86 Bd
<b>947072</b>	2,33 Ae	1,66 Be
<b>947252</b>	2,26 Ae	1,50 Be
<b>SF15</b>	3,73 Aa	3,43 Ba
<b>SF 11</b>	3,81 Aa	3,36 Ba
<b>SF 25</b>	3,96 Aa	3,46 Ba
<b>PROG 134 IPA</b>	2,80 Ac	3,06 Ab
<b>1141572</b>	3,68 Aa	2,16 Bc
<b>12F042066</b>	3,78 Aa	1,70 Be
<b>12F042226</b>	1,71 Af	1,83 Ad
<b>1141570</b>	3,83 Aa	2,20 Bc
<b>1141562</b>	3,90 Aa	2,23 Bc
<b>BRS 506</b>	2,83 Ac	2,30 Bc
<b>BRS Ponta Negra</b>	2,16 Ae	1,63 Be

Letras iguais, maiúscula na linha e minúscula na coluna pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott Knott a 0,05 de significância

Já na safra, no que concerne às variedades semeadas em novembro, época em que os dias ainda são mais longos que as noites, observou-se maiores alturas de planta, com oscilações entre 1,71 e 3,96 m. As variedades que apresentaram menor porte

significativamente foram 12F042226, 9929026 e 12F042224, e as de maiores alturas, FEPAGRO 19, SF15, SF 11, SF 25, 1141572, 12F042066, 1141570 e 1141562. Esses resultados foram superiores aos encontrados por Chielle et al. (2013), que verificaram oscilações na altura de planta entre 1,13 e 2,54 m, quando avaliaram 23 cultivares de sorgo silageiro no Rio Grande do Sul na safra 2011/12; e aos constatados por Silva et al. (2007) que, ao avaliarem cultivares de sorgo forrageiro em Goiás, notaram valores médios de altura de plantas de 1,21 a 1,55 m.

Em relação à matéria seca ( $t\ ha^{-1}$ ), pode-se observar que dez variedades não diferiram significativamente entre as épocas de semeadura, e as demais apresentaram maiores produtividades na safra em comparação com a safrinha (Tabela 8).

TABELA 8. Médias da produtividade de matéria seca ( $t\ ha^{-1}$ ) de 25 variedades de sorgo silageiro cultivado em safra e safrinha.

Variedades	Matéria Seca ( $t\ ha^{-1}$ )	
	SAFRA	SAFRINHA
<b>9929036</b>	13,99 Ab	4,35 Bc
<b>9929030</b>	11,16 Ab	4,69 Bc
<b>12F042224</b>	7,66 Ac	8,61 Ac
<b>12F042150</b>	11,70 Ab	10,37 Ab
<b>FEPAGRO 18</b>	13,04 Ab	4,81 Bc
<b>FEPAGRO 19</b>	9,17 Ac	3,91 Bc
<b>FEPAGRO 11</b>	13,56 Ab	5,99 Bc
<b>9929012</b>	8,15 Ac	6,88 Ac
<b>9929026</b>	7,87 Ac	3,95 Bc
<b>947216</b>	13,77 Ab	7,19 Bc
<b>947030</b>	9,44 Ac	5,15 Bc
<b>947254</b>	10,80 Ac	6,67 Bc
<b>947072</b>	10,66 Ac	9,08 Ac
<b>947252</b>	9,46 Ac	4,98 Bc
<b>SF15</b>	17,24 Aa	15,03 Aa
<b>SF 11</b>	17,94 Aa	15,81 Aa
<b>SF 25</b>	14,46 Ab	10,97 Ab
<b>PROG 134 IPA</b>	11,62 Ab	13,07 Ab
<b>1141572</b>	21,69 Aa	11,61 Bb
<b>12F042066</b>	17,37 Aa	6,45 Bc
<b>12F042226</b>	8,00 Ac	7,20 Ac
<b>1141570</b>	19,72 Aa	12,21 Bb
<b>1141562</b>	19,26 Aa	8,46 Bc
<b>BRS 506</b>	12,11 Ab	7,83 Bc
<b>BRS Ponta Negra</b>	9,40 Ac	9,83 Ab

Letras iguais, maiúscula na linha e minúscula na coluna pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott Knott a 0,05 de significância



Na safra, as produtividades oscilaram entre 7,66 e 21,69 t ha<sup>-1</sup>, sendo SF15, SF11, 1141572, 12F042066, 1141570 e 1141562 as cultivares mais produtivas.

Na safrinha, os resultados oscilaram entre 3,91 e 15,81 t ha<sup>-1</sup>, e as variedades que apresentaram maiores produtividades foram SF15 e SF11, que não foram influenciadas pelo ambiente. Silva et al. (2007), ao avaliarem as cultivares BR 700, 1F305, Volumax, VDH 422 e Nutrigrain de sorgo forrageiro em três locais, obtiveram uma média de 5,9 t ha<sup>-1</sup> de matéria seca, resultado bem abaixo do que foi encontrado neste trabalho.

Para Albuquerque et al. (2010), a produção de matéria seca de cultivares de sorgo forrageiro está relacionada diretamente com a altura da planta, em que as cultivares mais altas podem atingir maiores produtividades. Por outro lado, produtividade de MS t ha<sup>-1</sup> é um fator que está relacionado com o manejo adotado e a capacidade produtiva inerente à espécie ou variedade.

Com relação às análises bromatológicas, ao se compararem os valores de FDA (%) entre as duas épocas, foi observado que houve diferença significativa entre 11 variedades que apresentaram valores mais altos na safra do que na safrinha (Tabela 9). Isso ocorreu pelo fato de, na safra, algumas variedades obterem menor quantidade de grãos devido ao ataque de pássaros na área.

A avaliação da qualidade da silagem do sorgo é realizada a partir da porcentagem de grãos na matéria seca (ALBUQUERQUE et al., 2011), lembrando que, quanto menor o valor de FDA, melhor é para a qualidade da silagem.

TABELA 9. Teor médio de Fibra em Detergente Ácido (FDA %) de 25 variedades de sorgo silageiro cultivado em safra e safrinha.

Variedades	FDA (%)	
	SAFRA	SAFRINHA
<b>9929036</b>	47,98 Ab	29,85 Bb
<b>9929030</b>	34,40 Ac	37,15 Aa
<b>12F042224</b>	33,85 Ac	32,93 Ab
<b>12F042150</b>	52,15 Aa	33,60 Bb
<b>FEPAGRO 18</b>	36,13 Ac	33,68 Ab
<b>FEPAGRO 19</b>	47,89 Ab	40,71 Aa
<b>FEPAGRO 11</b>	36,53 Ac	32,98 Ab
<b>9929012</b>	47,08 Ab	43,97 Aa
<b>9929026</b>	36,97 Ac	39,03 Aa
<b>947216</b>	37,58 Ac	39,74 Aa
<b>947030</b>	37,26 Ac	33,40 Ab
<b>947254</b>	54,49 Aa	40,50 Ba
<b>947072</b>	46,22 Ab	38,52 Aa
<b>947252</b>	41,42 Ac	44,40 Aa

<b>SF15</b>	61,68 Aa	33,95 Bb
<b>SF 11</b>	46,08 Ab	35,72 Bb
<b>SF 25</b>	53,45 Aa	34,12 Bb
<b>PROG 134 IPA</b>	45,00 Ab	27,27 Bb
<b>1141572</b>	45,43 Ab	28,52 Bb
<b>12F042066</b>	47,11 Ab	34,56 Bb
<b>12F042226</b>	29,97 Ac	40,82 Aa
<b>1141570</b>	46,59 Ab	27,78 Bb
<b>1141562</b>	51,70 Aa	36,74 Ba
<b>BRS 506</b>	31,21 Ac	34,80 Ab
<b>BRS Ponta Negra</b>	39,72 Ac	37,61 Aa

Letras iguais, maiúscula na linha e minúscula na coluna pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott Knott a 0,05 de significância

Na safra, os valores médios de FDA variaram entre 29,97 e 61,68. Macedo et al. (2012) encontraram teores médios de FDA de silagens de sorgo em função de doses de nitrogênio variando de 48,69 a 55,19%, valores também acima do recomendado.

Tecnicamente, o estágio farináceo é o mais recomendado para a colheita, por apresentar maior produtividade acumulada de grãos na MS total da planta. Contudo, na prática, o sorgo deve ser colhido no estágio pastoso-farináceo, com o intuito de minimizar as perdas de grãos, caso haja eventuais problemas na ensilagem e ele venha a ser colhido em estádios mais tardios (ALBUQUERQUE et al., 2013).

Na safrinha, os valores de FDA variaram de 27,27 a 44,40%, algo próximo aos resultados obtidos por Cândido (2002). Teores de FDA em forragem fresca de sorgo, com variação de 28,7 a 45,6%, são relatados em diversos trabalhos, como o de Gontijo Neto (2000). Próximos aos valores encontrados no presente trabalho, Rodrigues Filho et al. (2006) encontraram diferença significativa na porcentagem de FDA entre quatro híbridos de sorgo cortados no estágio de grão pastoso, com valores de 33,82 a 41,48%. Albuquerque et al. (2011), ao pesquisarem sobre diferentes cultivares de sorgo forrageiro, encontraram valores de FDA entre 28,83 e 38,37%.

Com relação à FDN, as variedades 12F042150, SF15, SF 25, PROG 134 IPA e 1141570 apresentaram maiores valores na safra em relação à safrinha e, com exceção da variedade 9929030, que obteve valor maior na safrinha do que na safra, as demais não foram alteradas pelo ambiente (Tabela 10). Os valores médios de FDN na safra variaram de 58,25 a 80,17%, ao passo que, na safrinha, estiveram entre 54,86 e 81,36%.

A FDN representa a quantidade total de fibra na forragem expressada pela parede celular, composta por celulose, pectina, hemicelulose e lignina. Níveis elevados

de fibra de forragem limitam o consumo de matéria seca, resultando no não atendimento às exigências nutricionais e em maior demanda de alimentos concentrados.

TABELA 10. Teor médio de Fibra em Detergente Neutro (FDN%) de 25 variedades de sorgo silageiro cultivado em safra e safrinha.

Variedades	FDN (%)	
	SAFRA	SAFRINHA
<b>9929036</b>	70,47 Ab	68,07 Ab
<b>9929030</b>	71,37 Ba	81,36 Aa
<b>12F042224</b>	68,86 Ab	70,64 Aa
<b>12F042150</b>	77,86 Aa	58,99 Bb
<b>FEPAGRO 18</b>	62,66 Ab	66,50 Ab
<b>FEPAGRO 19</b>	67,32 Ab	71,31 Aa
<b>FEPAGRO 11</b>	67,66 Ab	66,61 Ab
<b>9929012</b>	75,86 Aa	75,45 Aa
<b>9929026</b>	73,84 Aa	78,77 Aa
<b>947216</b>	72,46 Aa	79,34 Aa
<b>947030</b>	76,43 Aa	74,77 Aa
<b>947254</b>	72,70 Aa	76,47 Aa
<b>947072</b>	73,46 Aa	75,69 Aa
<b>947252</b>	80,17 Aa	76,66 Aa
<b>SF15</b>	76,34 Aa	63,26 Bb
<b>SF 11</b>	70,05 Ab	63,59 Ab
<b>SF 25</b>	76,66 Aa	60,06 Bb
<b>PROG 134 IPA</b>	67,17 Ab	54,86 Bb
<b>1141572</b>	68,42 Ab	70,70 Aa
<b>12F042066</b>	71,67 Aa	64,95 Ab
<b>12F042226</b>	70,14 Ab	66,63 Ab
<b>1141570</b>	69,06 Ab	57,09 Bb
<b>1141562</b>	74,59 Aa	79,10 Aa
<b>BRS 506</b>	58,25 Ab	62,51 Ab
<b>BRS Ponta Negra</b>	73,48 Aa	69,37 Aa

Letras iguais, maiúscula na linha e minúscula na coluna pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott Knott a 0,05 de significância

Segundo Gontijo Neto (2000), são relatados em diversos trabalhos teores de FDN, em forragem fresca de sorgo, com variações de 51,6 a 67,4%. Nörnberg et al. (2001), ao avaliarem diferentes híbridos de sorgo para corte e pastejo, encontraram teores médios de FDN de 73,75% no primeiro corte, 68,56% no segundo e 73,41% no terceiro.

Neumann et al. (2010) constataram valores de FDN entre 66,58 e 70,01%, e Macedo et al. (2012) obtiveram teores médios de FDN de silagens de sorgo, em função de doses crescentes de nitrogênio, de 62,12 a 68,17%. Cumpre ressaltar que esses trabalhos corroboram com os resultados encontrados nesta pesquisa.

Para o teor de PB (%), 14 das 25 variedades foram significativamente superiores na safrinha em detrimento da safra, e as demais não diferiram significativamente entre si (Tabela 11). Na safrinha, os valores de PB variaram de 5,99 a 11,90%, e na safra, entre 4,34 e 9,64%.

TABELA 11. Teor médio de Proteína Bruta (PB%) de 25 variedades de sorgo silageiro cultivado em safra e safrinha.

Variedades	PB (%)	
	SAFRA	SAFRINHA
<b>9929036</b>	7,17 Bb	10,82 Aa
<b>9929030</b>	9,64 Ba	11,90 Aa
<b>12F042224</b>	8,57 Aa	10,23 Aa
<b>12F042150</b>	5,66 Ac	6,78 Ac
<b>FEPAGRO 18</b>	5,14 Bc	10,59 Aa
<b>FEPAGRO 19</b>	5,70 Bc	8,10 Ac
<b>FEPAGRO 11</b>	6,43 Bb	9,83 Ab
<b>9929012</b>	6,96 Bb	9,30 Ab
<b>9929026</b>	9,55 Aa	10,79 Aa
<b>947216</b>	9,04 Ba	11,44 Aa
<b>947030</b>	6,70 Bb	9,68 Ab
<b>947254</b>	6,91 Bb	9,15 Ab
<b>947072</b>	7,58 Ba	10,07 Ab
<b>947252</b>	9,00 Aa	9,14 Ab
<b>SF15</b>	4,34 Ac	5,99 Ac
<b>SF 11</b>	4,47 Bc	6,49 Ac
<b>SF 25</b>	5,12 Ac	6,24 Ac
<b>PROG 134 IPA</b>	7,01 Ab	7,37 Ac
<b>1141572</b>	6,65 Ab	8,27 Ac
<b>12F042066</b>	5,71 Bc	9,47 Ab
<b>12F042226</b>	9,03 Aa	10,57 Aa
<b>1141570</b>	5,21 Bc	8,54 Ac
<b>1141562</b>	5,62 Bc	8,73 Ab
<b>BRS 506</b>	5,44 Ac	7,30 Ac
<b>BRS Ponta Negra</b>	9,00 Aa	9,47 Ab

Letras iguais, maiúscula na linha e minúscula na coluna pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott Knott a 0,05 de significância

Macedo et al. (2012), ao pesquisarem sobre a composição bromatológica de silagens de sorgo em função da adubação nitrogenada, encontraram resultados de PB entre 3,92% e 6,49% (média de 5,59%). Enquanto isso, Albuquerque et al. (2011), ao abordarem diferentes cultivares de sorgo forrageiro, encontraram valores maiores de PB entre 7,68 e 9,16%, na safra 2006/07, e de 6,44 a 8,92%, na safra 2007/08, corroborando com os resultados encontrados neste trabalho.

Silva et al. (2005) averiguaram valores de proteína bruta entre 6,9 e 7,28% em função de inoculantes microbianos e períodos de fermentação e, segundo Keplin (1992, citado por MIZUBUTI, 2002), para ser considerada de boa qualidade, uma silagem deve apresentar de 7,1 a 8% de PB. Em contrapartida, Van Soest (1994) assevera que a concentração de proteína bruta mínima desejada para garantir a fermentação ruminal adequada é de 6%; por conseguinte, os resultados obtidos neste trabalho ficaram dentro dos índices considerados adequados para uma silagem de boa qualidade.

Para estimar a estabilidade dos genótipos, utilizou-se a metodologia de Annicchiarico (1992). Ao avaliar as variedades por meio desse método, em relação às características florescimento, altura de planta e matéria seca, as que apresentaram maior adaptabilidade e estabilidade foram SF15, SF 11, SF 25, PROG 134 IPA, 1141572, 1141570, 1141562 e 12F042150 (Tabela 12).

TABELA 12. Estimativa do parâmetro de estabilidade fenotípica por meio do método de Annicchiarico (1992) – índice de confiança ( $I_i$ ) de 25 variedades de sorgo silageiro cultivado em safra e safrinha.

Variedades	Ii (%)				
	Flores	Altura	MS	FDA	FDN
<b>9929036</b>	89,04	85,69	70,36	91,79	98,33
<b>9929030</b>	88,31	66,09	66,49	86,74	105,23
<b>12F042224</b>	81,61	70,90	73,79	82,24	98,05
<b>12F042150</b>	107,07	101,39	102,26	102,02	92,42
<b>FEPAGRO 18</b>	88,16	102,57	72,00	86,50	90,20
<b>FEPAGRO 19</b>	94,51	110,30	55,07	111,27	96,85
<b>FEPAGRO 11</b>	89,66	101,86	83,17	86,54	95,10
<b>9929012</b>	88,59	80,70	69,98	112,79	106,97
<b>9929026</b>	87,87	63,04	52,30	92,45	106,48
<b>947216</b>	93,15	81,14	93,84	94,02	105,39
<b>947030</b>	90,89	77,43	66,20	88,05	107,22
<b>947254</b>	98,48	89,51	82,33	117,07	104,35
<b>947072</b>	82,93	80,20	91,85	106,73	104,76
<b>947252</b>	94,05	74,21	64,82	104,14	111,08
<b>SF15</b>	115,73	139,72	149,76	109,42	96,03
<b>SF 11</b>	120,52	140,71	156,46	101,85	93,67
<b>SF 25</b>	112,55	145,76	119,50	103,95	92,97
<b>PROG 134 IPA</b>	115,06	112,09	111,93	84,69	83,70
<b>1141572</b>	108,78	111,49	150,20	87,41	97,65
<b>12F042066</b>	101,90	96,87	96,27	100,33	95,72
<b>12F042226</b>	78,36	68,03	70,36	82,82	96,74
<b>1141570</b>	108,33	114,19	150,56	86,79	86,74
<b>1141562</b>	101,63	116,01	117,77	107,80	107,35
<b>BRS 506</b>	94,61	101,49	95,02	79,63	84,16
<b>BRS Ponta Negra</b>	92,45	75,75	87,78	95,60	100,92

Já em relação aos caracteres bromatológicos FDA e FDN, as variedades com maior adaptabilidade e estabilidade foram 9929012, 947254, 947072, 947252 e 1141562. Cabe salientar que apenas a última cultivar obteve valores mais baixos, ou seja, ideais de fibra, o que influencia diretamente na qualidade da forragem (Tabela 12).

Almeida Filho et al. (2010), ao avaliarem o desempenho agrônômico e a estabilidade fenotípica de sorgo, também encontraram interação entre genótipo e ambiente e, ao pesquisarem acerca da estabilidade fenotípica, notaram que 15 genótipos dos 25 avaliados teriam rendimentos superiores à média ambiental. Conforme esses autores, tenciona-se obter uma cultivar com bom desempenho para que ela seja estável no decorrer dos anos, ou seja, tenha pouca passividade com os efeitos da interação de genótipos por ambientes, o que também é objetivo deste trabalho.

#### **4. CONCLUSÕES**

O florescimento das cultivares, a produtividade de matéria seca, a altura de plantas, a FDA, a FDN e a PB são afetados pelo ambiente e pela variedade. Em relação à produtividade e à qualidade da fibra, a cultivar SF11 se mostrou superior, independentemente do ambiente avaliado.

Quanto à estabilidade de rendimento de produtividade de matéria seca, se destacaram as variedades SF15, SF11, SF25, PROG 134 IPA, 1141572, 1141570 e 1141562. Já para a estabilidade da qualidade das fibras (FDA e FDN), sobressaiu-se a cultivar 1141562.

## REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE. C. J. B.; PINHO. R. G. V.; RODRIGUES. J. A. S.; BRANT. R. S.; Espaçamento entre fileiras e densidade de semeadura do sorgo forrageiro para a região norte de Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**. Lavras. v. 35. n. 3. p. 494- 501, 2011.
- ALBUQUERQUE. C. J. B.; GUIMARÃES. A. S.; FREITAS. R. S.; DANTAS. I. B.; TAVARES. R. M.; Sorgo para produção de silagem. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.34, n.277, p.7-18, nov./dez. 2013.
- ALBUQUERQUE. C. J. B.; PARRELA. R. A. C.; TARDIN. F. D.; BRANT. R. S.; SIMÕES. D. A.; FONSECA JÚNIOR. W. B.; OLIVEIRA R. M.; JESUS. K. M. Potencial forrageiro de cultivares de sorgo sacarino em diferentes arranjos de plantas e localidades de Minas Gerais. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO. 28.; SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE LAGARTA DO CARTUCHO, 4., 2010. **Anais...** Goiânia. ABMS. 2010. 1 CD-ROM.
- ALMEIDA FILHO, J. E.; TARDIN, F. D.; SOUZA, S. A.; GODINHO, V. C. P.; CARDOSO, M. J. Desempenho agrônômico e estabilidade fenotípica de híbridos de sorgo granífero. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 9, n. 1, p. 51-64, 2010.
- ANNICHIARICO. P. Variety adaptation and recommendation from alfalfa trials in Northern Italy. **Journal of Genetics of Breeding**, Rome, v. 46. n. 1. p. 269-278, Mar. 1992.
- CÂNDIDO. M.J.D.; OBEID. J.A.; PEREIRA. O.G.; CECON. P.R.; QUEIROZ. A.C.Q.; PAULINO. M.F.; NETO. M.M.G.. Valor Nutritivo de Silagens de Híbridos de Sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) sob Doses Crescentes de Adubação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Brasília, v.31 n.1 Viçosa jan./fev. 2002.
- CHIELLE. Z. G.; GOMES. J. F.; ZUCHI. J.; GABE. N. L.; RODRIGUES. L. R. Desempenho de genótipos de sorgo silageiro no Rio Grande do Sul na safra 2011/2012. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v.12. n.3. p. 260-269, 2013.
- CRUZ. C. D. **Programa genes**: biometria. Viçosa. MG: UFV. 2006. 382 p.
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. 2. ed. revista e ampliada. Brasília, DF: Embrapa informações tecnológica, 2009, 627p.
- FRANCO. A. A. N. **Marcha de absorção e acúmulo de nutrientes na cultura do sorgo**. 2011. 74f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal no Semi-Árido. Universidade Estadual de Montes Claros -Unimontes. Janaúba.
- GONTIJO NETO. M. M. **Rendimento e valor nutritivo de híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) sob níveis crescentes de adubação**. Viçosa. MG:

Universidade Federal de Viçosa. 2000. 68f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa. 2000.

MACEDO. C. H. O.; ANDRADE. A. P.; SANTOS. E. M.; SILVA. D. S. da; SILVA. T. C. da; EDVAN. R. L. Perfil fermentativo e composição bromatológica de silagens de sorgo em função da adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v. 13. n. 2. p. 371-382, 2012.

MACHADO. F.S.; RODRÍGUEZ. N.M.; GONÇALVES. L.C. et al. Consumo e digestibilidade aparente de silagens de sorgo em diferentes estádios de maturação. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v.63. p.1470-1478, 2011.

MAGALHÃES. P. C.; DURÃES F. O. M.; RODRIGUES. J. A. S. Ecofisiologia. In: RODRIGUES. J. A. S. (Ed.). Cultivo do sorgo. 8. ed. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo. 2012. (Boletim 2). Disponível em: <[http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Sorgo/CultivodoSorgo\\_5ed/ecofisiologia.htm](http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Sorgo/CultivodoSorgo_5ed/ecofisiologia.htm)> Acesso em: 27 jul. 2015.

MIRANDA. N. de O.; GÓES. G.B. de; ANDRADE NETO. R.C.; LIMA. A.S. Sorgo forrageiro em sucessão a adubos verdes na região de Mossoró. RN. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v.5, p.202-206, 2010.

MIZUBUTI. I.Y.; RIBEIRO. E.L.A.; ROCHA. M.A.; SILVA. L.D.F.; PINTO. A.P.; FERNANDES. W.C.; ROLIM. M.A. Consumo e Digestibilidade Aparente das Silagens de Milho (*Zea mays* L.). Sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) e Girassol (*Helianthus annuus* L.) **Revista Brasileira de Zootecnia**, Brasília, v.31, n.1, Viçosa jan./fev. 2002.

NEUMANN. M.; RESTLE. J.; SOUZA. A. N. M.; PELEGRINI. L. G.; ZANETTE. P. M.; NORNBORG. J. L.; SANDINI. I. E. Desempenho vegetativo e qualitativo do sorgo forrageiro (*Sorghum bicolor* x *Sorghum sudanense*) em manejo de cortes. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v.9. p.298-313, 2010.

NÖRNBERG. J. L.; SILVA. S. P.; MENEGAZ. A. L.; DALLA COSTA. L. P.; AZEVEDO. E. B.; CHIELLE.Z.G.;BRAUM. J. Sorgo forrageiro para corte ou pastejo: características bromatológicas e produtivas. In: REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DO MILHO. 46.; REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DO SORGO. 29. 2001. Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: EMATER/RS. 2001. CD-ROM.

PEREIRA. D. R. A.; ALBUQUERQUE. C. J. B.; TAVARES. R. M.; CRUZ. J. A. da; COELHO. A. T. Avaliação agrônômica de Híbridos e Variedades de sorgo silageiro para o Semiárido de Minas Gerais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO DE PLANTAS. 7., 2013. Uberlândia. **Variedade melhorada: a força da nossa agricultura: Anais...** Viçosa. MG: SBMP. 2013. p. 539 – 544.

PIMENTEL GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 14. ed. Piracicaba: Nobel, 2000. 477 p.

REZENDE. P. M.; ALCANTARA. H. P.; PASSOS. A. M. A.; CARVALHO. E.; BALIZA. D. P.; OLIVEIRA. G. T. M. Rendimento forrageiro da rebrota do sorgo em



sistema de produção consorciado com soja. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Pernambuco, v.6, n.2, p.362-368, 2011.

RODRIGUES FILHO. O.. FRANÇA. A.F.S.. OLIVEIRA. R.P.. OLIVEIRA. E.R.. ROSA. B.SOARES. T.V.; MELLO. S.Q.S. Produção e composição de quatro híbridos de sorgo forrageiro (*Sorghum bicolor* L. Moench) submetidos a três doses de nitrogênio. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v.7. n.1. p.37-48, 2006.

SILVA. A. G.; BARROS. A. S.; TEIXEIRA. I. R. Avaliação agronômica de cultivares de sorgo forrageiro no sudoeste do Estado de Goiás em 2005. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete lagoas, v. 6. n. 1. p. 116-127, 2007.

SILVA. A.V.; PEREIRA. O.G.; GARCIA. R. et al. Composição bromatológica e digestibilidade in vitro da matéria seca de silagens de milho e sorgo tratadas com inoculantes microbianos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Brasília, v.34, n.6, p.1881-1890, 2005.

SILVA. D.J.; QUEIROZ. A.C. **Análise de alimentos** (Métodos químicos e biológicos). 3.ed. Viçosa. MG: Universidade Federal de Viçosa. 2002. 235p.

SILVA. R.; SANTOS. A.; TABOSA. J. N.; GOMES. F.; ALMEIDA. C. Avaliação de diferentes genótipos de sorgo para forragem e silagem. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v.11, n.3, p. 225-233, 2012.

VAN SOEST. P. J. Nutritional **ecology of the ruminant**. 2. ed. Ithaca: Cornell University Press. 1994. 476p.

**CAPÍTULO 2. ANÁLISE AGRONÔMICA, BROMATOLÓGICA E  
ESTABILIDADE DE HÍBRIDOS DE SORGO SILAGEIRO EM DUAS SAFRAS  
EM UBERLÂNDIA-MG**

## 1. INTRODUÇÃO

A cultura do sorgo (*Sorghum bicolor*. L. Moench) tem sido destaque na agropecuária brasileira. Além de possuir características morfofisiológicas que lhe conferem adaptação a ambientes secos e quentes, é uma gramínea bastante energética e que apresenta alta digestibilidade e produtividade, podendo substituir outras espécies que seriam de difícil cultivo nesses ambientes. A planta é utilizada para vários fins, como, pastejo e grãos, silagem ou corte verde, consumo humano e rações animais.

Nesse contexto, a silagem de sorgo no Brasil representa, aproximadamente, de 10% a 15% da área total cultivada para ensilagem (AVELINO et al., 2011). Constitui uma opção viável para atender à demanda dos pecuaristas, em razão de suas características bromatológicas que, à semelhança do milho, possibilitam uma fermentação adequada e a consequente conservação sob a forma de silagem (ALBUQUERQUE et al., 2013).

Além disso, a cultura do sorgo permite obter altos rendimentos de forragem, com qualidade comparável à do milho, mas com a vantagem de ser mais tolerante a variações climáticas, como déficit hídrico, e de ser uma cultura que se adapta a uma ampla variação de ambientes (MAGALHÃES & DURÃES, 2009). Estima-se que cerca de 30% da área total de sorgo no país seja composta de cultivares de sorgo forrageiro (RODRIGUES et al., 2014).

O sorgo silageiro pode ser utilizado com segurança em variados sistemas produtivos, como opção forrageira econômica, viável e de excelente qualidade nutricional, desde que atendidos os critérios técnicos de produção e uso. A escolha de um bom híbrido de sorgo para silagem e do seu tipo comercial deve considerar uma elevada produção de MS digestível, boa produtividade de grãos e tolerância ao acamamento e fotoperíodo, este último em plantios mais tardios e/ou safrinha (ALBUQUERQUE et al., 2013).

Há no mercado híbridos e variedades de sorgo que se adaptam às diferentes regiões. O melhoramento genético tem ajudado a desenvolver esses híbridos mais adaptados, sobretudo por intermédio da Embrapa. Sabe-se que, mesmo com o avanço do melhoramento genético, existe uma carência de híbridos adaptados que, ao mesmo tempo, apresentem características desejáveis, como alta produção de forragem e elevado valor nutritivo – essa é a maior dificuldade enfrentada pelos pesquisadores. Dessa

forma, é preciso buscar materiais adaptados e que apresentem interações positivas com as condições ambientais locais.

Diante desse quadro, objetivou-se avaliar as características agronômicas e bromatológicas de híbridos simples de sorgo silageiro e sua adaptabilidade e estabilidade no município de Uberlândia, Minas Gerais.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### Descrição dos experimentos

Os experimentos foram realizados na Fazenda Experimental Capim Branco da Universidade Federal de Uberlândia (UFU), localizada no município de Uberlândia, Minas Gerais. A área experimental, situada no referido município, apresenta altitude de 843 m, latitude de 18° 54' 41" Sul e clima tropical com estação seca (classificação climática do Koppen: Aw). O solo da área é caracterizado como latossolo vermelho escuro distrófico de textura argilosa, e os atributos químicos do solo variaram entre a primeira época (safrinha) (Tabela 1) e a segunda (safra) (Tabela 2).

TABELA 1. Atributos químicos do solo no perfil 0-0.2 m no perfil, Uberlândia, 2014.

Camada	pH H <sub>2</sub> O	P	K	Al	Ca	Mg	H+Al	SB	t	T	V	m	MO
M	(1:2,5)	mg dm <sup>-3</sup>											
0-0,2	5,8	4,9	91	0	1,9	0,9	3,10	3,03	3,03	6,13	45	0	2,5

P, K = (HCl 0,05 mol L<sup>-1</sup> + H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,0125 mol L<sup>-1</sup>) P disponível (extrator Mehlich-1); Ca, Mg, Al, (KCl 1 mol L<sup>-1</sup>); H+Al = (Solução Tampão - SMP a pH 7,5); SB = Som de Bases; t = CTC efetiva; T = CTC a pH 7,0; V = Saturação por bases; m = Saturação por alumínio (EMBRAPA, 2009).

TABELA 2. Atributos químicos do solo no perfil 0-0.2 m no perfil, Uberlândia, 2014.

Camada	pH H <sub>2</sub> O	P	K	Al	Ca	Mg	H+Al	SB	t	T	V	m	MO
M	(1:2,5)	mg dm <sup>-3</sup>											
0-0,2	6,2	4,3	146	0	2,1	1,1	3,10	3,57	3,57	6,67	54	0	3,1

P, K = (HCl 0,05 mol L<sup>-1</sup> + H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,0125 mol L<sup>-1</sup>) P disponível (extrator Mehlich-1); Ca, Mg, Al, (KCl 1 mol L<sup>-1</sup>); H+Al = (Solução Tampão - SMP a pH 7,5); SB = Som de Bases; t = CTC efetiva; T = CTC a pH 7,0; V = Saturação por bases; m = Saturação por alumínio (EMBRAPA, 2009).

As variações na temperatura e na precipitação média por decêndio, durante a condução do experimento, também foram diferentes (Figura 1). Os experimentos seguiram o delineamento de blocos ao acaso, com três repetições, e as parcelas experimentais foram compostas por duas linhas de 5 m, com espaçamento de 0,7 m entre linhas, totalizando uma área útil da parcela de 7 m<sup>2</sup>.

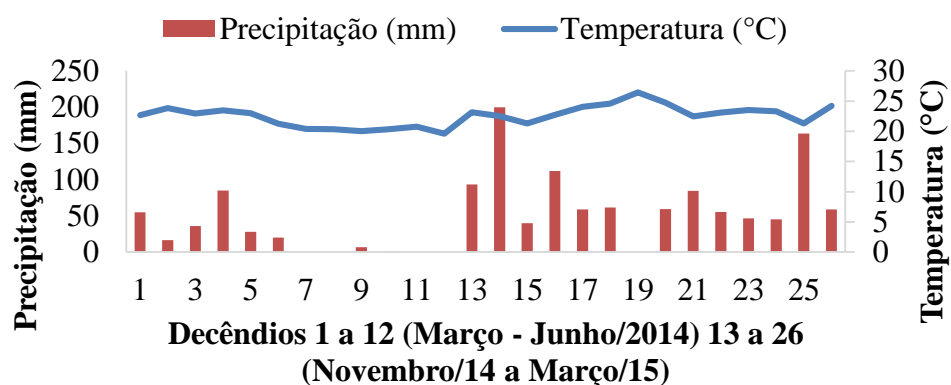


FIGURA 2. Variação de temperatura média (°C) e precipitação acumulada (mm) por decêndios, de Março a Junho de 2014 e de Novembro de 2014 a Março de 2015 em Uberlândia, MG.

Em ambos os experimentos, safra e safrinha, foram avaliados 25 híbridos simples de sorgo silageiro, sendo 24 provenientes do programa de melhoramento da Embrapa Milho e Sorgo e um híbrido comercial da Agrocere (testemunha), conforme a Tabela 3.

### Manejo

O solo foi preparado de modo convencional com duas arações e uma gradagem. Em seguida, realizou-se a adubação de semeadura, com 322 kg ha<sup>-1</sup> do formulado NPK 8-28-16. Na sequência, procedeu-se à semeadura manual na profundidade de 3 a 4 cm.

De 10 a 15 dias após a emergência das plantas, fez-se o desbaste, para manter a população de 100 mil plantas ha<sup>-1</sup>, e a adubação de cobertura, com 250 kg ha<sup>-1</sup> de ureia e 250 kg ha<sup>-1</sup> de cloreto de potássio (KCl). O controle de plantas daninhas foi feito por meio de herbicida (Atrazina) e cultivo manual (capina). Irrigou-se apenas para obter o estande inicial; depois, tal procedimento não foi feito, com vistas a proporcionar condições climáticas semelhantes às que ocorrem na safrinha. Vale ressaltar que, na safra, não foi necessária a irrigação.

O manejo de lagartas foi feito com inseticidas do grupo químico organofosforado ou piretroide, sendo que os produtos utilizados seguiram a dosagem recomendadas pelo fabricante. Enquanto isso, realizou-se o controle de pássaros com a cobertura das panículas e o auxílio de telas de nylon. Não foi efetuado o controle químico de doenças, uma vez que a principal medida de controle é o uso de cultivares resistentes.

TABELA 3. Descrição dos 25 híbridos simples utilizados no experimento.

<b>Tratamento</b>	<b>Descrição</b>	<b>EMPRESA</b>
<b>1</b>	<b>12F38019</b>	<b>EMBRAPA</b>
<b>2</b>	<b>12F38006</b>	<b>EMBRAPA</b>
<b>3</b>	<b>12F40006</b>	<b>EMBRAPA</b>
<b>4</b>	<b>12F40005</b>	<b>EMBRAPA</b>
<b>5</b>	<b>12F40019</b>	<b>EMBRAPA</b>
<b>6</b>	<b>12F37016</b>	<b>EMBRAPA</b>
<b>7</b>	<b>12F37005</b>	<b>EMBRAPA</b>
<b>8</b>	<b>12F37043</b>	<b>EMBRAPA</b>
<b>9</b>	<b>12F39006</b>	<b>EMBRAPA</b>
<b>10</b>	<b>12F39005</b>	<b>EMBRAPA</b>
<b>11</b>	<b>12F39019</b>	<b>EMBRAPA</b>
<b>12</b>	<b>12F38005</b>	<b>EMBRAPA</b>
<b>13</b>	<b>12F38007</b>	<b>EMBRAPA</b>
<b>14</b>	<b>12F37007</b>	<b>EMBRAPA</b>
<b>15</b>	<b>12F39007</b>	<b>EMBRAPA</b>
<b>16</b>	<b>12F40007</b>	<b>EMBRAPA</b>
<b>17</b>	<b>12F38014</b>	<b>EMBRAPA</b>
<b>18</b>	<b>12F37014</b>	<b>EMBRAPA</b>
<b>19</b>	<b>12F39014</b>	<b>EMBRAPA</b>
<b>20</b>	<b>12F40014</b>	<b>EMBRAPA</b>
<b>21</b>	<b>12F38009</b>	<b>EMBRAPA</b>
<b>22</b>	<b>12F02006</b>	<b>EMBRAPA</b>
<b>23</b>	<b>BRS 655</b>	<b>EMBRAPA</b>
<b>24</b>	<b>VOLUMAX</b>	<b>AGROCERES</b>
<b>25</b>	<b>12F03033</b>	<b>EMBRAPA</b>

As características avaliadas em campo foram: florescimento (número de dias), quando mais de 50% da parcela se encontravam com panículas com mais de 50% de liberação do pólen; altura de planta (m), que foi mensurada a partir da média das plantas da parcela, contando da inserção da panícula até o solo, com o auxílio de uma régua graduada após o florescimento das plantas e a matéria seca ( $t\ ha^{-1}$ ).

Nesse contexto, a colheita foi realizada manualmente, em que houve o corte no colmo a uma altura de 10 cm do solo e quando os grãos da panícula estavam no estágio de leitoso a farináceo. Nessas condições se consegue uma quantidade adequada de matéria seca e, conseqüentemente, uma qualidade melhor da silagem.

Dez plantas de cada parcela foram tomadas ao acaso e posteriormente trituradas em picadeira – depois de homogeneizadas manualmente, retirou-se uma subamostra, para determinar a matéria seca. Realizou-se a pesagem e, imediatamente, essas amostras foram levadas para a estufa de ventilação forçada a 65 °C, durante 72 horas, sendo posteriormente moídas em moinho tipo Willey (peneira de 1 mm), visando às análises bromatológicas.

Foram determinados os teores de PB, FDN e FDA, de acordo com técnicas descritas por Silva e Queiroz (2002). Realizaram-se as análises bromatológicas no Laboratório de Nutrição Animal (LAMRA) da Faculdade de Medicina Veterinária (FAMEV) da UFU.

### **Análises estatísticas**

A avaliação estatística dos dados foi realizada inicialmente com a análise de variância e o teste F, considerando apenas o ambiente onde houve a observação, de acordo com o seguinte modelo matemático para análise de variância:  $Y_{ij} = \mu + g_i + b_j + e_{ij}$ , em que:  $Y_{ij}$  = observação feita na parcela do i-ésimo tratamento no j-ésimo bloco;  $\mu$  = média geral;  $g_i$  = efeito do i-ésimo genótipo;  $b_j$  = efeito do j-ésimo bloco;  $e_{ij}$  = efeito dos fatores não controlados na parcela que recebeu o i-ésimo genótipo no j-ésimo bloco.

Para avaliar a interação G x A, foi realizada a análise de variância conjunta pelo seguinte modelo matemático:  $Y_{ijk} = \mu + g_i + a_j + g_{a_{ij}} + b_k / a_j + e_{ijk}$ , em que:  $Y_{ijk}$  = observação feita na parcela do i-ésimo tratamento no j-ésimo bloco;  $\mu$  = média geral;  $g_i$  = efeito do i-ésimo genótipo;  $a_j$  = efeito do j-ésimo ambiente;  $g_{a_{ij}}$  = efeito de interação do i-ésimo genótipo com o j-ésimo ambiente;  $b_k / a_j$  = efeito do k-ésimo bloco dentro do j-ésimo ambiente;  $e_{ijk}$  = efeito dos fatores não controlados na parcela que recebeu o i-ésimo genótipo no j-ésimo ambiente dentro do k-ésimo bloco.

As análises de variância e os testes F foram feitos com o auxílio do software Microsoft Excel, segundo Banzato & Kronka (1992). Para o agrupamento de médias das variedades, empregou-se teste de Scott e Knott (1976) por meio do programa Genes (CRUZ, 2006). Uma vez constatada a presença de interação GxA (teste F significativo), procedeu-se à análise de estabilidade fenotípica proposta por Annicchiarico (1992).

No tocante à aplicação dessa metodologia, primeiramente foram calculadas as médias dos ambientes e, em seguida, obtiveram-se as porcentagens das cultivares em relação às médias dos ambientes. Depois se calcularam as médias de cada variedade, em porcentagem, e o desvio padrão dessas médias.

Por sua vez, o parâmetro de estabilidade ( $I_i$ ) – ou índice de confiança – foi estimado pela seguinte equação:  $I_i = Y_i - Z_{(1-a)} s_i$ , em que:  $Y_i$  é o valor percentual médio do i-ésimo genótipo em relação à média do ambiente em questão; e  $Z_{(1-a)}$  é o valor na distribuição normal standardizada em que a função de distribuição acumulada atinge o valor (1-a). O “a” é o nível de significância que, nesse caso, é de 0,5, e  $s_i$  é o desvio padrão das porcentagens de cada genótipo.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi observada diferença significativa entre os híbridos nos ambientes avaliados, safra e safrinha, para as características analisadas: florescimento (Flor), altura de plantas (Altura), matéria seca (MS) e proteína bruta (PB), esta última apenas no ambiente safra, para as demais características não houve diferença significativa (Tabela 4).

TABELA 4. Resumo das análises de variância para os dados de florescimento (Flor), altura de plantas (Altura), matéria seca (MS), fibra em detergente ácido (FDA), fibra em detergente neutro (FDN) e proteína bruta (PB) de 25 híbridos de sorgo cultivados nos ambientes safra e safrinha.

FV	Gl	Quadrado Médio					
		Flor		Altura		MS	
		Safra	Safrinha	Safra	Safrinha	Safra	Safrinha
Cultivar	24	40,90*	5,27*	0,40*	0,08*	42,46*	5,68*
Bloco	2	86,77	13,77	0,02	0,07	4,84	23,791
Resíduo	48	7,162	1,88	0,02	0,01	15,18	2,30
CV (%)		3,98	3,15	5,88	5,85	28,53	21,33
		Quadrado Médio					
		FDA		FDN		PB	
		Safra	Safrinha	Safra	Safrinha	Safra	Safrinha
Cultivar	24	28,51 <sup>ns</sup>	55,07 <sup>ns</sup>	32,06 <sup>ns</sup>	57,53 <sup>ns</sup>	2,72*	0,86 <sup>ns</sup>
Bloco	2	23,80	221,94	69,13	84,80	3,78	1,43
Resíduo	48	46,41	68,73	28,30	55,32	1,00	0,78
CV (%)		15,32	20,78	6,86	9,73	14,60	9,32

FV: Fonte de Variação; Gl: Grau de Liberdade; ns e \*: Não significativo e significativo a 0,05 de significância pelo teste de F, respectivamente

Como a razão entre o maior e o menor quadrado médio do resíduo foi inferior a sete, foi possível analisar a variância conjunta (BANZATO & KRONCA, 1992). Nesta foi observada a interação entre genótipos e ambientes ( $p < 0,01$ ) para todas as características avaliadas, com exceção da FDA e da FND, bem como diferenças significativas entre os genótipos para Flor, Altura, MS, FDN e PB e entre os ambientes para Flor, Altura, MS, FDA e PB ( $p < 0,01$ ) (Tabela 5).



TABELA 5. Resumo da análise de variância conjunta para os dados de florescimento (Flor), altura de plantas (Altura), matéria seca (MS), fibra em detergente ácido (FDA), fibra em detergente neutro (FDN) e proteína bruta (PB) de 25 híbridos de sorgo em diferentes ambientes.

FV	Gl	Quadrado Médio					
		Flor	Altura	MS	FDA	FDN	PB
Cultivar	24	30,77*	0,37*	34,73*	36,93 <sup>ns</sup>	65,37*	2,31*
Ambiente	1	21027,8*	25,05*	1602,30*	784,32*	47,81 <sup>ns</sup>	260,35*
Cul x Amb	24	15,40*	0,10*	13,41*	46,65 <sup>ns</sup>	24,22 <sup>ns</sup>	1,28*
Bloco	2	19,48	0,01	3,72	152,64	11,80	4,51
Resíduo	96	4,52	0,01	8,74	57,57	41,81	0,89
CV (%)		3,83	5,97	28,46	17,98	8,39	11,55

FV: Fonte de Variação; Gl: Grau de Liberdade; ns e \*: Não significativo e significativo a 0,05 de significância pelo teste de F, respectivamente

A precisão experimental avaliada pelo coeficiente de variação (CV%) apresentou valores entre 3,8 e 28,46%, valores esses dentro do aceitável. Albuquerque et al. (2013) encontraram o coeficiente de variação de 18,59% para avaliação da matéria seca e 5,82% para altura de planta. No mesmo trabalho relataram CV% variando de 8,61 a 25,37% para proteína bruta de colmo, folha, panícula e planta inteira de sorgo, resultados estes próximos aos encontrados neste trabalho.

Macedo et al. (2012) estudando a composição bromatológica de silagens de sorgo relataram CV% de 5,37% para FDN e 5,16% para FDA e 5,35% para MS. Valores de CV% variando entre 14,1 e 33,4 foram encontrados por Chielle et al. (2013) avaliando 23 cultivares de sorgo silageiro. Alcântara et al. (2011) encontraram valores de CV% de 12,15% para massa seca e 11,00% para proteína bruta.

Em relação ao número de dias para o florescimento, verificou-se que todos os híbridos apresentaram um período vegetativo maior na safra em relação à safrinha, ou seja, mais tardios na safra e mais precoces na safrinha (Tabela 6).

Na safra, as médias do número de dias para o florescimento oscilaram entre 58 e 72,6 dias, sendo que os híbridos mais tardios foram Volumax e 12F03033, e o mais precoce, BRS 655. Na safrinha, os resultados de florescimento variaram entre 41,66 e 46,66 dias, sendo que não houve diferença significativa entre os híbridos analisados.

Cunha & Lima (2010), ao analisarem 29 genótipos de sorgo forrageiro, encontraram, em termos de dias para a floração inicial, uma média de 73,48 dias. Foram reunidos 23 genótipos com número médio de 70 a 83,33 dias, classificados como

materiais tardios, ao passo que o grupo dos materiais precoces agregou seis genótipos com médias de 50,67 a 68 dias.

TABELA 6. Médias do número de dias para o florescimento de 25 híbridos de sorgo silageiro cultivado em safra e safrinha.

<b>Híbridos</b>	<b>Florescimento (dias)</b>	
	<b>SAFRA</b>	<b>SAFRINHA</b>
<b>12F38019</b>	69,33 Ab	44,00 Ba
<b>12F38006</b>	65,66 Ac	42,00 Ba
<b>12F40006</b>	66,33 Ac	44,33 Ba
<b>12F40005</b>	70,66 Ab	44,33 Ba
<b>12F40019</b>	70,66 Ab	44,66 Ba
<b>12F37016</b>	66,33 Ac	43,33 Ba
<b>12F37005</b>	69,00 Ab	44,00 Ba
<b>12F37043</b>	71,00 Ab	45,33 Ba
<b>12F39006</b>	66,66 Ac	44,33 Ba
<b>12F39005</b>	69,00 Ab	43,66 Ba
<b>12F39019</b>	67,66 Ab	45,00 Ba
<b>12F38005</b>	70,00 Ab	42,33 Ba
<b>12F38007</b>	68,00 Ab	42,33 Ba
<b>12F37007</b>	67,00 Ac	45,00 Ba
<b>12F39007</b>	62,33 Ad	42,00 Ba
<b>12F40007</b>	63,00 Ad	42,00 Ba
<b>12F38014</b>	64,00 Ac	42,00 Ba
<b>12F37014</b>	64,66 Ac	42,00 Ba
<b>12F39014</b>	62,00 Ad	41,66 Ba
<b>12F40014</b>	65,66 Ac	44,00 Ba
<b>12F38009</b>	68,66 Ab	42,66 Ba
<b>12F02006</b>	67,33 Ab	46,66 Ba
<b>BRS 655</b>	58,00 Ae	42,66 Ba
<b>Volumax</b>	75,00 Aa	44,66 Ba
<b>12F03033</b>	72,66 Aa	43,66 Ba

Letras iguais, maiúscula na linha e minúscula na coluna pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott Knott a 0,05 de significância

Em relação à altura de planta (m), pode-se observar que todos os híbridos apresentaram maiores médias na safra (semeados em novembro) do que na safrinha, ao comparar esses dois ambientes (Tabela 7).

Os híbridos de sorgo cultivados na safrinha foram mais precoces e apresentaram alturas mais baixas comparativamente à semeadura em safra. Esse fato pode ser explicado pela influência do fotoperíodo quanto à indução ao florescimento e, consequentemente, à paralisação do crescimento da planta – os resultados de altura de planta nessa época oscilaram entre 1,53 a 2,16 m. Os híbridos que obtiveram maior porte foram 12F02006 e 12F03033, e os de menores portes, os demais, com exceção dos

híbridos 12F39014, 12F37014, 12F39006, 12F37043, 12F37016 e 12F40006, que tiveram valores intermediários.

TABELA 7. Médias de altura de planta (m) de 25 híbridos de sorgo silageiro cultivado em safra e safrinha.

<b>Híbridos</b>	<b>Altura de planta (m)</b>	
	<b>SAFRA</b>	<b>SAFRINHA</b>
<b>12F38019</b>	2,40 Ad	1,70 Bc
<b>12F38006</b>	2,66 Ac	1,73 Bc
<b>12F40006</b>	2,90 Ab	1,86 Bb
<b>12F40005</b>	2,30 Ae	1,53 Bc
<b>12F40019</b>	2,23 Ae	1,70 Bc
<b>12F37016</b>	2,83 Ab	1,93 Bb
<b>12F37005</b>	2,63 Ac	1,66 Bc
<b>12F37043</b>	2,43 Ad	1,86 Bb
<b>12F39006</b>	2,66 Ac	1,83 Bb
<b>12F39005</b>	2,60 Ac	1,53 Bc
<b>12F39019</b>	2,26 Ae	1,60 Bc
<b>12F38005</b>	2,50 Ad	1,56 Bc
<b>12F38007</b>	2,23 Ae	1,53 Bc
<b>12F37007</b>	2,43 Ad	1,73 Bc
<b>12F39007</b>	2,36 Ae	1,70 Bc
<b>12F40007</b>	2,23 Ae	1,70 Bc
<b>12F38014</b>	2,40 Ad	1,56 Bc
<b>12F37014</b>	2,53 Ad	1,86 Bb
<b>12F39014</b>	2,20 Ae	1,83 Bb
<b>12F40014</b>	2,10 Ae	1,60 Bc
<b>12F38009</b>	2,76 Ab	1,70 Bc
<b>12F02006</b>	3,46 Aa	2,16 Ba
<b>BRS 655</b>	2,13 Ae	1,56 Bc
<b>Volumax</b>	2,93 Ab	1,76 Bc
<b>12F03033</b>	3,50 Aa	2,03 Ba

Letras iguais, maiúscula na linha e minúscula na coluna pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott Knott a 0,05 de significância

Na safra, as médias de altura de planta variaram entre 2,10 e 3,50 m, sendo 12F02006 e 12F03033 os híbridos mais altos e, os mais baixos, 12F38007, 12F40005, 12F40019, 12F39007, 12F40007, 12F39014, 12F40014, 12F39019 e BRS 655. Albuquerque et al. (2013), ao analisarem sete genótipos de sorgo em dois locais do semiárido mineiro, encontraram médias de altura da planta entre 2,09 e 2,96 m. Nesse contexto, Botelho et al. (2010) constataram valores médios de altura de planta de 1,77 a 2,35 m, resultados próximos aos encontrados neste trabalho. Os sorgos do tipo forrageiro, entre 2 e 3 m, são adaptados para produção de silagem e para corte e pastejo (RODRIGUES et al., 2014).

Em relação à matéria seca ( $t\ ha^{-1}$ ), verificou-se que os híbridos 12F38019, 12F40006, 12F40019, 12F37016, 12F38007 e 12F40014 não diferiram estatisticamente entre as épocas de semeadura. Os demais apresentaram maiores produtividades na safra do que na safrinha (Tabela 8).

TABELA 8. Médias de produtividade de matéria seca ( $t\ ha^{-1}$ ) de 25 híbridos de sorgo silageiro cultivado em safra e safrinha.

<b>Híbridos</b>	<b>Matéria Seca (<math>t\ ha^{-1}</math>)</b>	
	<b>SAFRA</b>	<b>SAFRINHA</b>
<b>12F38019</b>	10,25 Ac	6,48 Aa
<b>12F38006</b>	12,83 Ab	7,22 Ba
<b>12F40006</b>	8,740 Ac	6,60 Aa
<b>12F40005</b>	10,99 Ac	4,93 Ba
<b>12F40019</b>	7,733 Ac	7,50 Aa
<b>12F37016</b>	10,98 Ac	8,24 Aa
<b>12F37005</b>	14,23 Ab	8,41 Ba
<b>12F37043</b>	14,23 Ab	8,07 Ba
<b>12F39006</b>	19,28 Aa	7,95 Ba
<b>12F39005</b>	14,50 Ab	6,24 Ba
<b>12F39019</b>	10,35 Ac	5,21 Ba
<b>12F38005</b>	13,95 Ab	6,58 Ba
<b>12F38007</b>	10,74 Ac	5,95 Aa
<b>12F37007</b>	13,09 Ab	6,93 Ba
<b>12F39007</b>	21,57 Aa	8,53 Ba
<b>12F40007</b>	11,71 Ab	5,96 Ba
<b>12F38014</b>	13,31 Ab	6,20 Ba
<b>12F37014</b>	16,21 Aa	8,32 Ba
<b>12F39014</b>	17,46 Aa	8,50 Ba
<b>12F40014</b>	7,253 Ac	4,49 Aa
<b>12F38009</b>	16,20 Aa	7,16 Ba
<b>12F02006</b>	18,31 Aa	9,37 Ba
<b>BRS 655</b>	12,53 Ab	5,30 Ba
<b>Volumax</b>	20,10 Aa	8,90 Ba
<b>12F03033</b>	14,84 Ab	8,92 Ba

Letras iguais, maiúscula na linha e minúscula na coluna pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott Knott a 0,05 de significância

Na safra, as médias de matéria seca ( $t\ ha^{-1}$ ) variaram entre 7,25 e 21,57, e os híbridos que atingiram produtividades mais elevadas foram 12F39006, 12F39007, 12F37014, 12F39014, 12F38009, Volumax e 12F02006.

Diante disso, o híbrido 12F02006 foi um dos que apresentou maior altura, mostrando a relação entre altura de planta e produtividade de matéria seca. Albuquerque et al. (2010) citam que a produção de matéria seca de cultivares de sorgo forrageiro está relacionada diretamente com a altura da planta; logo, cultivares mais altas tendem a

obter maiores produtividades. Além disso, a produtividade de MS t ha<sup>-1</sup> se liga ao manejo adotado e à capacidade produtiva inerente à espécie ou híbrido.

Na safrinha, com médias entre 4,49 e 9,37 t ha<sup>-1</sup>, não houve diferença significativa entre os materiais analisados, mas o de maior valor absoluto foi também o híbrido 12F02006. Albuquerque et al. (2013), ao analisarem a produtividade de matéria seca em função dos anos agrícolas e das densidades, encontraram na safra 2006/07 uma média de 19,88 t ha<sup>-1</sup>, e na de 2007/08, de 11,77 t ha<sup>-1</sup>. Enquanto isso, Botelho et al. (2010) constataram médias de matéria seca t ha<sup>-1</sup>, na rebrota do sorgo, de 9,34 a 12,73 t ha<sup>-1</sup>, e no sorgo do ano, de 13,33 a 17,52 t ha<sup>-1</sup>, valores acima dos que foram observados na safrinha.

Em relação à FDA, não houve interação significativa entre cultivar e ambiente, sendo significativa apenas a fonte de variação ambiente – os híbridos 12F03033, BRS 655 e 12F38014 apresentaram diferença significativa e valores inferiores na safrinha em comparação com a safra. Na safrinha, os índices oscilaram entre 29,91 e 46,93%, e na safra, de 39,66 a 53,03% (Tabela 9).

Em contrapartida, Machado et al. (2011), ao analisarem híbridos de sorgo forrageiro, encontraram no estágio farináceo médias de FDA% entre 31,19 e 34,96%. Neumann et al. (2010), ao avaliarem o desempenho vegetativo e qualitativo do sorgo forrageiro, encontraram valores de FDA, para a planta inteira, de 33,25 a 39,12%.

TABELA 9. Teor médio de Fibra em Detergente Ácido (FDA%) de 25 híbridos de sorgo silageiro cultivado em safra e safrinha.

Híbridos	FDA (%)	
	SAFRA	SAFRINHA
12F38019	41,88 A	43,42 A
12F38006	42,21 A	39,36 A
12F40006	45,05 A	38,60 A
12F40005	45,68 A	35,56 A
12F40019	46,71 A	38,52 A
12F37016	46,71 A	42,58 A
12F37005	45,72 A	46,66 A
12F37043	47,46 A	42,30 A
12F39006	43,02 A	40,57 A
12F39005	45,10 A	41,36 A
12F39019	41,51 A	34,40 A
12F38005	39,66 A	47,51 A
12F38007	46,83 A	36,36 A
12F37007	41,59 A	40,54 A
12F39007	42,87 A	31,71 A
12F40007	41,14 A	37,74 A

<b>12F38014</b>	50,29 A	37,24 B
<b>12F37014</b>	43,94 A	42,74 A
<b>12F39014</b>	45,80 A	41,42 A
<b>12F40014</b>	43,39 A	41,76 A
<b>12F38009</b>	42,42 A	40,43 A
<b>12F02006</b>	40,48 A	46,93 A
<b>BRS 655</b>	43,68 A	29,91 B
<b>Volumax</b>	45,39 A	39,03 A
<b>12F03033</b>	53,03 A	40,58 B

Letras iguais na linha pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott Knott a 0,05 de significância

Para a variável FDN, não houve diferença significativa na interação cultivar x ambiente, apenas para a fonte de variação da planta, mas, pelo teste de média, não se detectou essa diferença. As médias oscilaram entre 68,39 e 84,14% na safra e entre 64,22 e 84,96% na safrinha, sendo que, nos dois ambientes, o híbrido Volumax obteve o menor valor absoluto (Tabela 10).

TABELA 10. Teor médio de Fibra em Detergente Neutro (FDN%) de 25 híbridos de sorgo silageiro cultivado em safra e safrinha.

<b>Híbridos</b>	<b>FDN (%)</b>	
	<b>SAFRA</b>	<b>SAFRINHA</b>
<b>12F38019</b>	79,78 a	75,56 a
<b>12F38006</b>	80,34 a	78,15 a
<b>12F40006</b>	79,78 a	78,87 a
<b>12F40005</b>	76,26 a	75,55 a
<b>12F40019</b>	77,65 a	79,20 a
<b>12F37016</b>	76,05 a	76,23 a
<b>12F37005</b>	78,12 a	79,39 a
<b>12F37043</b>	78,96 a	78,39 a
<b>12F39006</b>	75,01 a	79,39 a
<b>12F39005</b>	79,41 a	84,96 a
<b>12F39019</b>	76,63 a	75,43 a
<b>12F38005</b>	77,28 a	76,31 a
<b>12F38007</b>	75,30 a	79,88 a
<b>12F37007</b>	74,44 a	77,00 a
<b>12F39007</b>	78,44 a	83,61 a
<b>12F40007</b>	81,10 a	72,06 a
<b>12F38014</b>	79,97 a	76,03 a
<b>12F37014</b>	76,51 a	74,76 a
<b>12F39014</b>	84,14 a	81,39 a
<b>12F40014</b>	77,89 a	73,82 a
<b>12F38009</b>	75,14 a	72,26 a
<b>12F02006</b>	74,49 a	69,13 a
<b>BRS 655</b>	83,48 a	73,30 a
<b>Volumax</b>	68,39 a	64,22 a
<b>12F03033</b>	74,57 a	76,00 a

Letras iguais na coluna pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott Knott a 0,05 de significância

Com valores mais baixos em relação aos obtidos nesta pesquisa, Albuquerque et al. (2011) apresentaram resultados de FDN% entre 49,96 e 62,53%, e Machado et al. (2011), ao analisarem híbridos de sorgo forrageiro em diferentes estádios de maturação, encontraram médias de FDN% de 54,99 a 63,90%.

Para a variável PB, todos os híbridos apresentaram maiores médias na safrinha do que na safra, com exceção dos híbridos 12F40006 e 12F37007. Na safrinha, os resultados obtidos oscilaram entre 8,56 e 10,33%, mas não diferiram significativamente entre si. Já na safra, os valores variaram entre 4,10 e 8,34%, em que 12F40019, 12F02006, Volumax e 12F03033 conseguiram os menores valores de proteína bruta (Tabela 11).

TABELA 11. Teor médio de Proteína Bruta (PB%) de 25 híbridos de sorgo silageiro cultivado em safra e safrinha.

<b>Híbridos</b>	<b>PB (%)</b>	
	<b>SAFRA</b>	<b>SAFRINHA</b>
<b>12F38019</b>	8,18 Ba	10,26 Aa
<b>12F38006</b>	7,00 Ba	9,36 Aa
<b>12F40006</b>	7,12 Aa	8,63 Aa
<b>12F40005</b>	6,65 Ba	9,59 Aa
<b>12F40019</b>	5,36 Bb	8,80 Aa
<b>12F37016</b>	6,68 Ba	9,68 Aa
<b>12F37005</b>	6,37 Ba	9,84 Aa
<b>12F37043</b>	6,53 Ba	8,71 Aa
<b>12F39006</b>	6,70 Ba	8,66 Aa
<b>12F39005</b>	7,22 Ba	10,23 Aa
<b>12F39019</b>	7,31 Ba	10,02 Aa
<b>12F38005</b>	8,27 Ba	10,33 Aa
<b>12F38007</b>	7,07 Ba	9,76 Aa
<b>12F37007</b>	8,34 Aa	8,92 Aa
<b>12F39007</b>	6,43 Ba	9,70 Aa
<b>12F40007</b>	7,71 Ba	9,80 Aa
<b>12F38014</b>	7,61 Ba	9,18 Aa
<b>12F37014</b>	6,61 Ba	9,63 Aa
<b>12F39014</b>	6,73 Ba	9,35 Aa
<b>12F40014</b>	6,87 Ba	9,68 Aa
<b>12F38009</b>	6,90 Ba	9,13 Aa
<b>12F02006</b>	5,64 Bb	8,56 Aa
<b>BRS 655</b>	7,90 Ba	10,11 Aa
<b>Volumax</b>	5,86 Bb	9,39 Aa
<b>12F03033</b>	4,10 Bb	9,69 Aa

Letras iguais, maiúscula na linha e minúscula na coluna pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott Knott a 0,05 de significância

Albuquerque et al. (2013) corroboram com os resultados da safra. Ao analisarem genótipos de sorgo em dois locais do semiárido mineiro, encontraram médias de proteína bruta entre 3,79 e 6,96%, em Leme Prado, e de 5,51 a 7,20%, em Nova Porteirinha. Enquanto isso, com índices acima daqueles obtidos neste estudo, Neumann et al. (2010) verificaram o desempenho vegetativo e qualitativo do sorgo forrageiro em manejo de cortes, em que encontraram valores de proteína bruta, para a planta inteira, entre 13,82 e 17,22%.

Para estimar a estabilidade dos genótipos, utilizou-se a metodologia de Annicchiarico (1992). Ao avaliar os híbridos por meio desse método e em relação às características florescimento, altura de planta e matéria seca, os que apresentaram maior adaptabilidade e estabilidade foram 12F02006, Volumax e 12F03033 (Tabela 12).

Já no tocante ao caractere bromatológico PB, os híbridos 12F38019, 12F39005, 12F39019, 12F38005, 12F38007, 12F37007, 12F40007, 12F38014, 12F40014 se sobressaíram (Tabela 12).

TABELA 12. Estimativa do parâmetro de estabilidade fenotípica por meio do método de Annicchiarico (1992) – índice de confiança ( $I_i$ ) de 25 híbridos de sorgo silageiro cultivado em safra e safrinha.

Híbridos	Ii			
	Flores	Altura	MS	PB
12F38019	101,68	95,37	79,95	111,63
12F38006	96,82	101,46	96,25	99,80
12F40006	99,63	109,60	72,80	94,98
12F40005	102,82	89,04	72,71	98,31
12F40019	103,35	90,83	71,58	82,76
12F37016	98,92	111,28	91,23	98,93
12F37005	101,53	98,39	108,45	96,38
12F37043	104,56	99,22	107,00	92,98
12F39006	99,97	104,98	120,73	93,36
12F39005	101,00	92,65	93,31	106,17
12F39019	101,47	89,97	74,02	106,05
12F38005	99,33	92,78	95,38	112,57
12F38007	98,42	87,88	80,18	103,07
12F37007	100,78	96,86	96,32	102,54
12F39007	93,86	94,46	131,55	96,51
12F40007	94,55	90,83	84,32	106,23
12F38014	95,58	91,58	90,25	101,23
12F37014	96,27	101,94	117,42	98,10
12F39014	93,28	92,29	121,96	98,40
12F40014	98,71	85,44	56,18	100,91
12F38009	99,25	101,33	106,16	97,63
12F02006	102,30	128,43	132,41	84,78
BRS 655	89,86	85,75	79,77	109,31
Volumax	105,32	106,00	131,81	89,76
12F03033	102,67	123,49	113,78	72,87



Almeida Filho et al. (2010), ao avaliarem o desempenho agronômico e a estabilidade fenotípica de híbridos de sorgo, também encontraram interação entre genótipo e ambiente e, ao verificarem a estabilidade fenotípica, notaram que 15 genótipos dos 25 avaliados teriam rendimento superior à média ambiental. Ainda segundo esses autores, pretende-se obter uma cultivar com bom desempenho e que seja estável no decorrer dos anos, ou seja, tenha pouca passividade com os efeitos da interação de genótipos por ambientes, algo que também é objetivo deste trabalho.

#### **4. CONCLUSÕES**

O ambiente reduz a expressão dos caracteres “dias de florescimento”, “altura de plantas” e “produtividade de matéria seca”.

Dos 25 híbridos analisados em relação à produtividade e estabilidade do rendimento matéria seca, destacam-se sete, independentemente do ambiente avaliado: híbrido comercial Volumax e experimentais 12F39006, 12F39007, 12F37014, 12F39014, 12F38009 e 12F02006.

## REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, C. J. B.; JARDIM, R. R.; ALVES, D. D.; GUIMARÃES, A. S. ; PORTO, E. M. V. Características agronômicas e bromatológicas dos componentes vegetativos de genótipos de sorgo forrageiro em Minas Gerais. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 12, n.2, p.164-182, 2013.
- ALBUQUERQUE, C. J. B.; PINHO, R. G. V.; RODRIGUES, J. A. S.; BRANT, R. S.; Espaçamento entre fileiras e densidade de semeadura do sorgo forrageiro para a região norte de Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.35, n.3, p. 494- 501, 2011.
- ALBUQUERQUE, C. J. B.; GUIMARÃES, A. S.; FREITAS, R. S.; DANTAS, I. B.; TAVARES, R. M.; Sorgo para produção de silagem. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.34, n.277, p.7-18, nov./dez, 2013.
- ALBUQUERQUE, C. J. B.; PARRELA, R. A. C.; TARDIN, F. D.; BRANT, R. S.; SIMÕES, D. A.; FONSECA JÚNIOR, W. B.; OLIVEIRA R. M.; JESUS, K. M. Potencial forrageiro de cultivares de sorgo sacarino em diferentes arranjos de plantas e localidades de Minas Gerais. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO. 28.; SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE LAGARTA DO CARTUCHO, 4., 2010. **Anais...** Goiânia. ABMS. 2010. 1 CD-ROM.
- ALCÂNTARA, H. P. de; CARVALHO, E. R.; REZENDE, P. M. de; SANTOS, J. P.; ANDRADE, M. J. B. de. Rendimento e composição química da forragem de sorgo em diferentes épocas de semeadura. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 4, p. 728-734, jul./ago., 2011.
- ALMEIDA FILHO, J. E.; TARDIN, F. D.; SOUZA, S. A.; GODINHO, V. C. P.; CARDOSO, M. J. Desempenho agrônomo e estabilidade fenotípica de híbridos de sorgo granífero. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 9, n. 1, p. 51-64, 2010.
- AVELINO, P. M. et al. Composição bromatológica de silagens de híbridos de sorgo cultivados em diferentes densidades de plantas. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.42, n. 1, p. 208-215, jan./mar., 2011.
- ANNICHIARICO, P. Variety adaptation and recommendation from alfalfa trials in Northern Italy. **Journal of Genetics of Breeding**, Rome, v.46, n.1, p. 269-278, Mar. 1992.
- BOTELHO, P. R. F.; PIRES, D. A. A.; SALES, E. C. J.; ROCHA JÚNIOR, V. R.; JAYME, D. G.; REIS, S. T. Avaliação de genótipos de sorgo em primeiro corte e rebrota para produção de silagem. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 9, n. 3, p. 287-297, 2010.
- CHIELLE, Z. G.; GOMES, J. F.; ZUCHI, J.; GABE, N. L.; RODRIGUES, L. R. Desempenho de genótipos de sorgo silageiro no Rio Grande do Sul na safra 2011/2012. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete lagoas, v.12, n.3, p. 260-269, 2013.

CRUZ. C. D. **Programa genes**: biometria. Viçosa. MG: UFV. 2006. 382 p.

CUNHA, E. E.; LIMA, J. M. P. Caracterização de genótipos e estimativa de parâmetros genéticos de características produtivas de sorgo forrageiro. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Brasília, v.39, n.4, p.701-706, 2010.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. 2. ed. revista e ampliada. Brasília, DF: Embrapa informações tecnológica, 2009, 627p.

MACEDO. C. H. O.; ANDRADE. A. P.; SANTOS. E. M.; SILVA. D. S. da; SILVA. T. C. da; EDVAN. R. L. Perfil fermentativo e composição bromatológica de silagens de sorgo em função da adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v.13, n.2, p. 371-382, 2012.

MACHADO. F.S.; RODRÍGUEZ. N.M.; GONÇALVES. L.C. et al. Consumo e digestibilidade aparente de silagens de sorgo em diferentes estádios de maturação. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v.63, p.1470-1478, 2011.

MAGALHÃES. P. C.; DURÃES F. O. M.; RODRIGUES. J. A. S. Ecofisiologia. In: RODRIGUES. J. A. S. (Ed.). Cultivo do sorgo. 8. ed. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo. 2012. (Boletim 2). Disponível em: <[http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Sorgo/CultivodoSorgo\\_5ed/ecofisiologia.htm](http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Sorgo/CultivodoSorgo_5ed/ecofisiologia.htm)> Acesso em: 27 jul. 2015.

NEUMANN. M.; RESTLE. J.; SOUZA. A. N. M.; PELEGRINI. L. G.; ZANETTE. P. M.; NORBERG. J. L.; SANDINI. I. E. Desempenho vegetativo e qualitativo do sorgo forrageiro (*Sorghum bicolor* x *Sorghum sudanense*) em manejo de cortes. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v.9, p.298-313, 2010.

RODRIGUES, J. A. S.; TOMICH, T. R.; GONÇALVES, L. C.; ALBUQUERQUE, C. J. B.; GUIMARAES, A. de S.; FERNANDES, L. de O.; PAES, J. M. V. Sorgo forrageiro para silagem, corte e pastejo. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 35, n. 278, p. 50-62, jan./fev, 2014.