

UniRV - UNIVERSIDADE DE RIO VERDE
FACULDADE DE AGRONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PRODUÇÃO VEGETAL

**ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE DE HÍBRIDOS DE SORGO
GRANÍFERO NO SUDOESTE DE GOIÁS**

LUCIANA DOS SANTOS MARTINS
Magister Scientiae

RIO VERDE
GOIÁS – BRASIL
2015

LUCIANA DOS SANTOS MARTINS

**ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE DE HÍBRIDOS DE SORGO
GRANÍFERO NO SUDOESTE DE GOIÁS**

Dissertação apresentada à Unirv – Universidade de Rio Verde, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, para a obtenção do título de *Magister Scientiae*.

**RIO VERDE
GOIÁS – BRASIL
2015**

M333c Martins, Luciana dos Santos.

Adaptabilidade e estabilidade de híbridos de sorgo granífero no sudoeste de Goiás / Luciana dos Santos Martins. Rio Verde. - 2015.
46f.

Orientador: Prof. Dr. Gustavo André Simon.

Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Programa de Pós-graduação em Agronomia, Faculdade de Agronomia, Universidade de Rio Verde - UniRV, 2015.

Inclui índice de tabelas.

1. *Sorghum bicolor*. 2. Produtividade. 3. Safrinha. I. Título. II. Autor. III. Orientador.

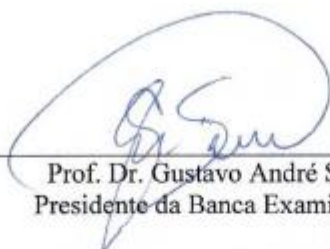
CDU: 633.174

LUCIANA DOS SANTOS MARTINS

**ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE DE HÍBRIDOS DE
SORGO GRANÍFERO NO SUDOESTE DE GOIÁS**

Dissertação apresentada à UniRV – Universidade de
Rio Verde, como parte das exigências do Programa de
Pós-Graduação em Produção Vegetal, para obtenção
do título de *Magister Scientiae*

APROVADO: 12 de fevereiro de 2015



Prof. Dr. Gustavo André Simon
Presidente da Banca Examinadora



Prof. Dr. Alessandro Guerra da Silva
Membro – FA/UniRV



Prof. Dr. Christian Luis Ferreira Berti
Membro – FA/UniRV



Dr. Cícero Beserra de Menezes
Membro/Embrapa Milho-Sorgo

DEDICATÓRIA

A todos que galgam a árdua carreira acadêmica, porém a mais nobre das profissões: a docência, que estão em constante estudo, pesquisa, no desafio do saber.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Divino Pai Eterno e toda sua equipe espiritual pela ajuda de sempre.

Ao mestre maior Jesus Cristo por suprir todas as nossas necessidades.

Aos meus amados pais, Pedro e Darci, os quais devo a vida, sobrevivência, ensinamentos, dedicação e ajuda sobretudo financeira.

Aos meus avós, Antônio e Ana, pelo acolhimento e ajuda financeira.

As minhas irmãs Helieny e Cinthia pelo apoio e ajuda.

Ao meu namorado Ernane pela dedicação, paciência, apoio e ajuda especialmente em meu deslocamento (transporte).

A toda família e amigos por tornar a vida mais colorida e feliz.

Ao meu querido orientador Professor Dr. Gustavo André Simon, por toda ajuda, paciência, apoio intelectual, psicológico e sobretudo amizade.

Ao Dr. Cícero Beserra de Menezes, pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo de Sete Lagoas-MG, pelo apoio, parceria e colaboração fundamental ao desenvolvimento da pesquisa.

Aos queridos professores Alberto Leão de Lemos Barroso, Alessandro Guerra da Silva, Antônio Joaquim Braga Pereira Braz, Carlos César Evangelista de Menezes, Hercules Diniz Campos, June Faria Scherrer Menezes e Maria Dolores Barbosa Lima, pela transmissão do conhecimento, disposição e amizade.

Aos colegas e amigos do mestrado pela ajuda e maravilhosa convivência.

Aos alunos da graduação da Agronomia pela amizade e importante ajuda no campo experimental e realização da pesquisa.

A todos que contribuíram para a realização da pesquisa.

A UniRV- Universidade de Rio Verde e todos seus colaboradores, pela oportunidade e suporte.

A FAPEG pela concessão da bolsa do mestrado no momento em que mais necessitei.

“Lembre-se de que você mesmo é o melhor secretário de sua tarefa, o mais eficiente propagandista de seus ideais, a mais clara demonstração de seus princípios, o mais alto padrão do ensino superior que seu espírito abraça e a mensagem viva das elevadas noções que você transmite aos outros. Não se esqueça, igualmente, de que o maior inimigo de suas realizações mais nobres, a completa ou incompleta negação do idealismo sublime que você apregoa, a nota discordante da sinfonia do bem que pretende executar, o arquiteto de suas aflições e o destruidor de suas oportunidades de elevação – é você mesmo”.

Francisco Cândido Xavier (Chico Xavier)

SUMÁRIO

| | |
|---|------|
| LISTA DE TABELAS..... | vii |
| RESUMO..... | viii |
| ABSTRACT..... | ix |
| 1 INTRODUÇÃO..... | 1 |
| 2 REVISÃO DE LITERATURA | 2 |
| 2.1 Cultura do sorgo | 2 |
| 2.2 Interação genótipos por ambientes | 6 |
| 2.3 Adaptabilidade e estabilidade fenotípica | 7 |
| 3 MATERIAL E MÉTODOS | 11 |
| 3.1 Local de condução dos experimentos | 11 |
| 3.2 Delineamento experimental e condução dos experimentos | 11 |
| 3.3 Características avaliadas e análise estatística | 12 |
| 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO | 14 |
| 5 CONCLUSÃO | 27 |
| REFERÊNCIAS | 28 |

LISTA DE TABELAS

| | | |
|-----------|---|----|
| TABELA 1 | Resumo da análise de variância para as características florescimento (FL) e porcentagem de plantas acamadas (ACA), de híbridos de sorgo granífero cultivados na safrinha de 2014 | 15 |
| TABELA 2 | Resumo da análise de variância para as características altura de plantas (AP) e produtividade de grãos (PG), de híbridos de sorgo granífero cultivados na safrinha de 2014 | 15 |
| TABELA 3 | Médias fenotípicas da característica florescimento (dias) de 22 híbridos de sorgo granífero cultivados na safrinha de 2014 | 16 |
| TABELA 4 | Médias fenotípicas da característica porcentagem de plantas acamadas (ACA) de 22 híbridos de sorgo granífero cultivados na safrinha de 2014 | 18 |
| TABELA 5 | Médias fenotípicas da característica altura de plantas (cm) de 22 híbridos de sorgo granífero cultivados na safrinha de 2014 | 19 |
| TABELA 6 | Médias fenotípicas da característica produtividade de grãos ($t\ ha^{-1}$) de 22 híbridos de sorgo granífero cultivados na safrinha de 2014 | 21 |
| TABELA 7 | Resumo da análise de variância da característica produtividade e grãos, com a decomposição da soma de quadrados de ambientes/híbridos, segundo metodologia de Eberhart & Russel (1966) | 23 |
| TABELA 8 | Estimativas dos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade para produtividade de grãos de 22 híbridos de sorgo granífero, obtidos pelo método de regressão linear de Eberhart & Russell (1966) | 23 |
| TABELA 9 | Estimativas dos parâmetros de estabilidade fenotípica geral (P_i), para ambientes favoráveis (P_{iF}) e para ambientes desfavoráveis (P_{iD}), para produtividade de grãos de 22 híbridos de sorgo granífero, obtidos pelo método não paramétrico de Lin & Binns (1988), adaptado por Carneiro (1998) | 25 |
| TABELA 10 | Estimativas do desdobramento do parâmetro P_i no componente atribuído ao desvio genético e no componente devido ao desvio da interação entre genótipos e ambientes, obtidos pelo método não paramétrico de Lin & Binns (1988) | 26 |

RESUMO

MARTINS, Luciana dos Santos. M.S. UniRV – Universidade de Rio Verde, janeiro de 2015. **Adaptabilidade e estabilidade de híbridos de sorgo granífero no sudoeste de Goiás.** Orientador: Prof. Dr. Gustavo André Simon. Co-orientadores: Prov. Dr. Alessandro Guerra da Silva e Dr. Cícero Beserra de Menezes.

O sorgo granífero é uma cultura de grande importância nos cultivos de segunda safra “safrinha” no Brasil Central, por apresentar expressiva tolerância ao estresse hídrico, o que afeta o rendimento de grãos de várias culturas. O objetivo do presente trabalho foi avaliar o comportamento e adaptabilidade e estabilidade de híbridos de sorgo granífero na safrinha em Rio Verde e Acreúna, Goiás. Foram instalados ensaios sob o sistema de plantio direto, na safrinha de 2014, no delineamento em blocos casualizados com três repetições. Foram avaliados 19 híbridos experimentais de sorgo granífero oriundos do programa de melhoramento genético da Embrapa Milho e Sorgo, e 03 híbridos comerciais utilizados como testemunha. Cada parcela constituiu-se de duas fileiras de 5,0 metros de comprimento, espaçadas de 0,5 metros entre si, utilizando população de 200.000 plantas por hectare. As características avaliadas foram florescimento, altura de plantas, porcentagem de plantas acamadas e produtividade de grãos. Os resultados obtidos permitiram constatar interação significativa entre genótipos x ambientes para todas as características avaliadas. Os híbridos 1167048, 1105661 e 1G244 associaram altas produtividades de grãos na maioria dos ambientes testados com aspectos favoráveis nas demais características avaliadas. Pelo método de Eberhart e Russel destacam-se os híbridos 1105653, 1168092, 1238020 e 1167048. A aplicação do método de Lin e Binns possibilitou identificar os híbridos 1168092, 1167048 e 1167017 como promissores.

Palavras-chave: produtividade de grãos, safrinha, *Sorghum bicolor*.

ABSTRACT

MARTINS, Luciana dos Santos. M.S. UniRV – Universidade de Rio Verde, January 2015. **Adaptability and stability of grain sorghum hybrids in southwestern Goiás.** Adviser: Gustavo André Simon. Co-adviser: Alessandro Guerra da Silva and Cícero Beserra de Menezes.

The grain sorghum is a very important crop in the second crop “Safrinha” in Central Brazil, by presenting significant tolerance to hydric stress, that affects the grain yield of many cultures. The aim of this work was to evaluate the behavior, adaptability and stability of grain sorghum hybrids in the second crop in Rio Verde and Acreúna, Goiás. Trials were installed under direct drilling system, in second crop of 2014, at the randomized blocks design with three replications. Nineteen experimental hybrids of grain sorghum were evaluated coming from the breeding program of Embrapa Maize and Sorghum, and 03 commercial hybrids used as check. Each plot consisted of two rows of 5 meter long, spaced of 5 meters apart, using population of 200,000 plants per hectare. The traits evaluated were flowering, plant height, percentage of bended plants and grain yield. The results revealed significant interaction between genotypes and environments for all evaluated features. The hybrids 1167048, 1105661 and 1G244 associated high grain yield in most environments tested with favorable aspects in the other evaluated parameters. By Eberhart and Russel’s method emphasizes the hybrid 1105653, 1168092, 1238020 and 1167048. The application of Lin and Binns’ method enabled the identification of hybrids 1168092, 1167048 and 1167017 as promising.

Keywords: grain yield, second crop, *Sorghum bicolor*.

1 INTRODUÇÃO

O sorgo (*Sorghum bicolor*, Moench) é uma planta de clima tropical, apresentando características xerófitas e mecanismos eficientes de tolerância à seca. Possui cultivares adaptadas a diferentes zonas climáticas, inclusive a temperaturas baixas, desde que nesses locais ocorra estação estival quente com condições capazes de permitir o desenvolvimento da cultura.

Atualmente, o sorgo é considerado o quinto cereal mais produzido no mundo, depois do milho, trigo, arroz e cevada, com produção mundial em 2012 de 57,0 milhões de toneladas, em uma área de 38,2 milhões de hectares (FAO, 2014).

A estimativa da área cultivada de sorgo na safra 2013/2014 no Brasil foi de 731,0 mil hectares, o que representa 8,8% de redução em comparação à safra anterior, com média de produtividade de grãos 1,3% inferior à safra 2012/2013, que corresponde a 2,587 t ha⁻¹ (CONAB, 2014). O Centro Oeste é a principal região sorgueira, responsável por aproximadamente 60,0% da produção nacional e 50,0% da área cultivada no Brasil. O estado de Goiás é o maior produtor deste cereal, e representa 37,4% da produção total brasileira em área cultivada de 206,9 mil hectares (CONAB, 2014).

Para ser recomendado, um genótipo deve apresentar desempenho consistentemente superior em uma série de ambientes. Portanto, no estágio final de um programa de melhoramento, torna-se fundamental a avaliação do comportamento dos genótipos obtidos em vários anos e locais.

Uma dificuldade, frequentemente observada em ensaios de competição de cultivares, é a resposta desigual dos genótipos diante da variação ambiental, tornando a recomendação de cultivares um desafio, pois o desempenho superior de um genótipo não se mantém em todos os ambientes. Para lidar com esse percalço, uma estratégia importante para minimizar o efeito da interação genótipos por ambiente, é o uso de genótipos com adaptabilidade geral e estabilidade agronômica.

Diante do exposto o objetivo do presente trabalho foi avaliar o comportamento e a adaptabilidade e estabilidade de híbridos de sorgo granífero na safrinha de 2014 nos municípios de Rio Verde e Acreúna, Goiás.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Cultura do sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench]

A planta de sorgo é uma gramínea rústica originária do centro da África e parte da Ásia (Melo, 2006; Carvalho et al., 2000). A grande maioria dos materiais genéticos de sorgo requer temperaturas superiores a 21°C para um bom crescimento e desenvolvimento (Landau & Sans, 2008).

De uma forma geral, a literatura internacional tem mostrado que temperaturas superiores a 38°C ou inferiores a 16°C limitam o desenvolvimento da maioria das cultivares. Um aumento de 5°C em relação à temperatura ótima noturna pode implicar uma redução de até 33% da produtividade, uma vez que ocorre um aumento da taxa de respiração noturna. A cada 1 grau centígrados de aumento da temperatura noturna, a respiração aumenta em torno de 14% (Embrapa, 2008).

O sorgo suporta elevados níveis de radiação solar, e responde com altas taxas fotossintéticas, minimiza a abertura dos estômatos e conseqüente perda d'água. Assim, o aumento da intensidade luminosa implica maior produtividade, sempre que as demais condições sejam favoráveis (Embrapa, 2008).

O sorgo é resistente à baixa umidade devido ao seu sistema radicular fibroso e muito extenso, e pode atingir 1,5m de profundidade, valor este normalmente 50% maior que o do milho, e características foliares das xerófitas como a serosidade e a ausência de pilosidade, mecanismos eficientes que reduzem a perda de água da planta, e proporciona maior tolerância ao déficit hídrico e altas temperaturas (Fontes & Moura Filho, 1979).

Em gramíneas como o sorgo, a sílica fica armazenada na forma de corpos silicosos, sendo depositada principalmente nas células epidérmicas, silicosas e buliformes, e nos estômatos e tricomas foliares (Currie & Perry, 2007).

Além disso, em diversas espécies pode ser encontrada abaixo da cutícula uma densa camada formada pela deposição de sílica, que tem sido de grande importância quando as plantas encontram condições de estresse biótico e abiótico, e isso contribui para reduzir a perda de água por meio do processo de transpiração, além de aumentar a eficiência no uso da água (Nwugo & Huerta, 2008).

O sorgo consegue diminuir sua atividade metabólica, e cessa o desenvolvimento sob estresse, e retorna o desenvolvimento quando as condições ótimas são retomadas (Silva 2001; Magalhães & Durães, 2003; Magalhães et al., 2009). Sendo este um dos mecanismos mais importantes para a expansão do cultivo, com diversos híbridos que foram desenvolvidos ao longo dos anos para superar as dificuldades de cultivo, em diferentes solos e climas (Rodrigues, 2011).

O sorgo apresenta dois mecanismos de adaptação a déficit hídrico: escape e tolerância. O escape através de um sistema radicular profundo e ramificado o qual é eficiente na extração de água do solo. Já a tolerância está relacionada ao nível bioquímico (Embrapa, 2008).

Como a assimilação do nitrogênio é reduzida sob tais condições, pode-se supor que tais compostos originam-se da rotatividade de proteínas. São neste contexto que as enzimas envolvidas na incorporação de amônia a compostos orgânicos, os quais podem agir como precursores para diferentes metabólitos, podem ter importante papel na sobrevivência de plantas durante estresse (Ferreira et al., 2002).

O cultivo do sorgo tem maior expressão em regiões tropicais e subtropicais do mundo (Marchezan, 1987) de até cerca de 1.800 m de altitude (Melo, 2006) em regiões geralmente propícias ao déficit hídrico, irregularidade de chuvas, calor excessivo ou baixa fertilidade do solo, condições em que o trigo e milho não resultariam em boa produtividade (Mokrane et al., 2010).

O sorgo é uma cultura tolerante a diversas condições de solo, e pode ser cultivado satisfatoriamente em solos que variam de argilosos a ligeiramente arenosos. Embora sobreviva melhor que outros cereais em solos arenosos e de baixa fertilidade, tem preferência por solos bem preparados, com acidez corrigida, ricos em matéria orgânica, pH entre 5,5 e 6,5, topografia plana e sem excesso de umidade. Assim, apresenta maior produtividade nos solos ricos em matéria orgânica, profundos, de boa drenagem e com topografia plana e, ou declividade inferior a 5% (Embrapa, 2008).

Os solos aluviais prestam-se muito bem ao cultivo do sorgo, desde que adequadamente preparados. Os solos mal drenados são os únicos que não se recomendam para esta cultura (Embrapa, 2008).

Por conseguinte, vem sendo cultivado principalmente em zonas áridas e semiáridas, tornando-se um alimento básico, por apresentar um elevado potencial de produção, grande versatilidade e potencial de adaptação a regiões mais secas (Botelho, 2010; Neumann et al., 2004).

Tem se transformado em uma alternativa para alimentação animal, especialmente em regiões de baixa disponibilidade de água, por apresentar sementes ricas em proteínas, vitaminas, hidrato de carbono e sais minerais (Carvalho et al., 2000).

Por sua versatilidade e facilidade de produção (Dicko et al., 2006) o cereal tem sido utilizado basicamente na alimentação animal (Itavo et al., 2009; Menezes et al., 2009), com potencial a ser explorado também na alimentação humana (Rodrigues Ferreira et al., 2009; Schober et al., 2007).

O sorgo apresenta-se como uma cultura alternativa ao consumo dos cereais de maior produção, como arroz, milho, trigo e cevada. Outra vantagem é a capacidade de rebrota, sendo importante lembrar que o valor nutricional do sorgo dependerá da escolha do híbrido e do estágio em que será colhido (Silva et al., 2003).

O sorgo apresenta grande variabilidade morfológica e em decorrência disso, existem diferentes propósitos para seu cultivo, e se destaca o granífero, sacarino, vassoura, biomassa e forrageiro (Almeida Filho, 2012) sendo o sorgo granífero mais cultivado no mundo (Duarte, 2010).

O sorgo granífero demonstra porte baixo e adaptação à colheita mecanizada, adapta-se a uma ampla gama de ambientes, com uma boa tolerância à seca, à geada e ao encharcamento. As cultivares de sorgo granífero, híbridos ou variedades, estão aptas para produção de grãos, forragem ou cobertura de solo, desde que a temperatura e umidade do solo sejam favoráveis ao seu desenvolvimento (Facchinello et al., 2012).

O sorgo pode ser utilizado para formação de palhada para a cultura principal, devido à sua produção elevada de fitomassa ou mesmo como safrinha em sucessão à soja (Silva et al., 2009). Destaca-se, também, o auxílio da palhada do sorgo na redução da incidência de plantas daninhas na cultura subsequente (Souza et al., 1999).

O espaçamento utilizado na semeadura do sorgo tem influência direta sobre sua capacidade de formar massa vegetal. É de conhecimento que a diminuição do espaçamento do sorgo para 0,50 m acarreta em incremento dessa produção (Coelho et al., 2002; Mantovani, 2003).

Assim, definir a densidade de semeadura e o espaçamento entre linhas deve ser prioridade para otimizar também a produtividade de grãos (Mantovani, 2003; Lopes et al., 2005).

O sorgo granífero é cultivado sob três sistemas de produção. No Rio Grande do Sul, planta-se na primavera e colhe-se no outono. No Brasil Central, a semeadura é feita em

sucessão às culturas de verão, principalmente a soja. No Nordeste, a cultura é plantada na estação das chuvas (Teixeira & Teixeira, 2004).

O emprego de grãos de sorgo na composição de rações de aves e suínos encontra-se em expansão na região Centro-Oeste, e pode proporcionar redução nos custos de produção, em virtude do preço ser de aproximadamente 20 a 25% inferior ao do milho (CONAB, 2014). A substituição pelo sorgo para essa demanda é muito interessante, pois reduz o custo das rações sem perda da qualidade nutricional (Globesso et al., 2008).

Com a elevação do preço das sementes de milho, em função dos eventos transgênicos, e com o avanço dos programas de melhoramento de sorgo para aumento de produtividade, a cultura do sorgo tornou-se de grande interesse para o produtor como uma alternativa de cultivo na safrinha, e permite a utilização da mesma estrutura empregada para o cultivo de soja e milho (Bevilaqua et al., 2014).

Em programas de melhoramento de plantas, a seleção e recomendação de genótipos são precedidas por ensaios em vários ambientes, pois em geral, observa-se que o genótipo mais adequado em um ambiente específico não necessariamente é o mais adequado em outro (Cruz et al., 2012).

Por esse fato, empresas, juntamente com a Embrapa Milho e Sorgo, vêm desenvolvendo trabalhos de pesquisa no intuito de visar à introdução, adaptação e ao desenvolvimento de cultivares, e podem estes, serem lançados, e permitem a melhoria do desempenho da cultura de sorgo nas condições predominantes de cultivo nas regiões produtoras (Portal do Agronegócio, 2014).

Para auxiliar nessa escolha, são realizados ensaios de competição de cultivares de sorgo granífero, como os trabalhos realizados por Mariguele & Silva (2002); Silva et al. (2009), Cysne & Pitombeira (2012); Almeida Filho et al. (2014).

As contribuições dos setores público e privado na oferta de cultivares adaptadas às diversas condições de cultivo e de alto potencial de produção têm possibilitado um grande número de pesquisas que visam ao aumento da produtividade média nacional (Facchinello et al., 2012).

A demanda de grãos no Brasil vem aumentando sistematicamente e parte dessa demanda poderia ser suprida pelo sorgo, se este não fosse cultivado em áreas marginais, sem adoção de tecnologia em ambientes inadequados para a agricultura moderna e, de forma geral, cultivado em sucessão às culturas de verão (Coelho et al., 2002).

2.2 Interação genótipos por ambientes

Para a seleção de cultivares superiores, é necessário considerar a interação genótipos x ambiente (Bach et al., 2012), a qual é definida como a resposta diferencial dos genótipos à variação do ambiente (Crossa, 2012; Bach et al., 2013). Evidencia-se assim, a dependência entre os efeitos genéticos e ambientais (Molina, 2007).

O fenótipo é o produto dos efeitos genéticos com o ambiente, que na maioria das vezes não são independentes, e que resulta então na falta de consistência de um ambiente para o outro (Carneiro, 1998). Assim, uma variedade extremamente produtiva em um ambiente pode não se sobressair em outro (Gonçalves, 2009).

Para que o genótipo ideal possa ser identificado, é necessária a realização de experimentos em diferentes locais contrastantes, em que vários genótipos são avaliados (Cargnin et al., 2006).

O estudo das interações genótipos por ambientes é de grande importância tanto para os agricultores quanto para as empresas de sementes, principalmente quando se avaliam anos e locais. Interessa ao agricultor o material genético que exponha o mínimo de interação com os vários anos, de tal forma a diminuir os riscos da produção agrícola e assegurar a receita, e para a empresa produtora de sementes é importante as interações manifestadas com os anos e com os locais de cultivo (Cruz et al., 2012).

Ramalho et al. (1993) enfatizam que a interação não só interfere na recomendação dos genótipos, mas também dificulta o trabalho do melhorista na seleção dos melhores genótipos. Há, também, a necessidade de identificar cultivares adaptadas às condições específicas de cada ambiente. Uma cultivar de sucesso deve apresentar, em diferentes condições de ambiente, alta produtividade, e sua superioridade deve ser estável (Borém, 2001).

Um conceito bem aceito foi proposto por Becker (1981). Conforme este autor, a estabilidade pode ser no sentido biológico, quando o genótipo não possui variação na sua resposta ao longo dos ambientes e no sentido agrônomico, quando o genótipo apresenta resposta paralela à melhoria ambiental.

Quanto maior a diversidade genética entre os genótipos e entre os ambientes, maior será a importância da interação genótipos por ambientes (Borém, 2005), fato considerado como o principal complicador do trabalho do melhorista, exigindo que o melhoramento seja realizado nas condições em que o genótipo será utilizado.

Pela importância desta interação, cabe ao melhorista avaliar a sua magnitude e significância, quantificar seus efeitos sobre as técnicas de melhoramento e estratégias de difusão de tecnologia e ainda fornecer subsídios que possibilitem adotar procedimentos visando minimizar seu aproveitamento (Cruz et al., 2004).

Um dos problemas que tem limitado a expansão do cultivo de sorgo, está relacionado com a falta de genótipos adaptados (Cysne & Pitombeira, 2012). Assim, para minimizar os efeitos da interação genótipos por ambientes e ter maior previsibilidade de comportamento, é necessário identificar genótipos mais estáveis (Cargnelutti Filho et al., 2009).

O uso de cultivares de sorgo granífero adaptado aos sistemas de produção e às condições de ambiente encontradas nas regiões de produção, com planejamento e manejo adequado, constitui fator de grande importância para a obtenção de rendimentos elevados para a expansão da cultura, para o aumento da oferta de grãos e para estabilidade de produção (Rodrigues, 2009).

2.3 Adaptabilidade e estabilidade fenotípica

No melhoramento genético de plantas, quando o objetivo é selecionar ou recomendar genótipos, o estudo da interação genótipo x ambiente é de extrema importância. Entretanto, o estudo desta interação não fornece informações pormenorizadas sobre a resposta de cada cultivar diante das variações ambientais, tornando-se necessárias as análises de adaptabilidade e estabilidade (Cruz et al., 2012). A simples estimativa do componente da interação genótipo com ambiente, apesar de importante, não fornece informações sobre o comportamento dos genótipos em relação às variações de ambiente (Cruz & Regazzi, 1997).

Realizam-se análises pelas quais é possível identificar cultivares de comportamento previsível e que sejam responsivas às variações ambientais em condições específicas ou amplas de cultivo (Cruz & Carneiro, 2003).

A estabilidade está associada à previsibilidade do desempenho fenotípico e à adaptabilidade à capacidade de responder vantajosamente, às condições ambientais submetidas (Mariotti et al., 1976). Cruz & Carneiro (2006) relatam que a definição de Mariotti et al. (1976) é bem aceita por vários autores.

Para Eberhart e Russel (1966) a adaptabilidade refere-se à capacidade de os genótipos aproveitarem vantajosamente os estímulos do ambiente. Cruz et al. (2004) conceituaram

adaptabilidade da mesma forma e acrescentaram que estabilidade refere-se à capacidade de os genótipos mostrarem um comportamento altamente previsível, em função de mudanças ambientais.

Um conceito bem aceito foi proposto por Becker (1981). Conforme este autor, a estabilidade pode ser no sentido biológico, quando o genótipo não possui variação na sua resposta ao longo dos ambientes e no sentido agrônômico, quando o genótipo apresenta resposta paralela à melhoria ambiental.

Existem diversas metodologias empregadas em estudos de estabilidade, as quais são amplamente discutidas e distinguem-se pelos conceitos de estabilidade, adaptabilidade e princípios estatísticos empregados (Cruz & Carneiro, 2003). Molina (2007) ao estudar métodos estatísticos na avaliação de interação genótipo x ambiente, porém em linhagens de arroz apresentou as seguintes metodologias:

Métodos baseados em análise de variância: Plaisted & Peterson (1959); Wricke (1965); Shukla (1972); Annicchiarico (1992) e Magari & Kang (1997). Métodos baseados em análise de regressão linear simples: Finlay & Wilkinson (1963); Eberhart & Russell (1966); Perkins & Jinks (1968) e Tai (1971). Métodos baseados em análise de regressão linear bi-segmentada: Verma et al. (1978); Silva & Barreto (1986); Cruz et al. (1989) e Storck & Vencovsky (1994). Métodos baseados em análise de regressão quadrática: Brasil & Chaves (1994). Métodos baseados em análise não lineares: Chaves et al. (1989); Toler & Burrows (1998); Silva (1998) e Rosse & Vencovsky (2000). Métodos baseados em análises não paramétricas, como a ordem de classificação genotípica: Lin & Binns (1988); Huehn (1990) e Fox et al. (1990). Métodos baseados em análises multivariadas que integram a análise comum de variância (método univariado) com a análise de componentes principais (método multivariado): Método de análise da interação multiplicativa dos efeitos principais aditivos (AMMI), SREG, GREG, SHMM e COMM (Cornelius et al., 1996).

A adaptabilidade e estabilidade em sorgo de acordo com Almeida Filho (2012) foi verificada em alguns trabalhos. Oliveira et al. (2002) analisaram a estabilidade e adaptabilidade de cultivares comerciais de sorgo forrageiro com as metodologias de Wricke (1965), Lin e Binns (1988) e Eberhart e Russel (1966), além do método tradicional. Almeida Filho et al. (2010) estudaram a estabilidade de híbridos simples comerciais e pré-comerciais de sorgo granífero pela análise de Annicchiarico (1992).

A escolha de um método de análise depende dos dados experimentais, do número de ambientes disponíveis, da precisão requerida e do tipo de informação desejada. Dentre os

variados métodos de análise de adaptabilidade e estabilidade, é comum a utilização do Eberhart & Russel (1966) e Lin & Binns (1988).

De acordo com Cruz & Carneiro (2003) o método de Eberhart & Russell (1966) tem sido rotineiramente utilizado no melhoramento, especialmente para um número pequeno de ambientes, de três a sete. Esta técnica visa à identificação de genótipos a serem recomendados para uma região ou para áreas agrícolas específicas (Cruz, 2006).

Eberhart & Russell (1966) explicam que é um método baseado na análise de regressão linear simples. Por este método é considerado que um genótipo com coeficiente de regressão superior à unidade tem comportamento melhor em ambientes favoráveis, enquanto um que apresente esse valor abaixo da unidade tem seu comportamento avaliado com desempenho relativamente melhor que outros em ambientes desfavoráveis. Os autores consideram como genótipo ideal aquele que apresenta alta produção, coeficiente de regressão igual a um e os desvios da regressão menores possíveis.

Já a estabilidade é avaliada pela variância dos desvios da regressão linear, assim, os genótipos com alta previsibilidade apresentariam coeficiente igual a zero, e os que apresentam baixa previsibilidade coeficiente maior que zero (Pereira et al., 2009).

A metodologia proposta por Lin & Binns (1988) permite quantificar o quanto a cultivar está próxima do desempenho ideal, referenciado como sendo a de uma cultivar com a maior produção em todos os ambientes avaliados (Silva et al., 2014). Trata-se de um método não paramétrico para avaliação da estabilidade e adaptabilidade de um grupo de cultivares.

Neste caso, quantifica-se a estatística denominada P_i , que é proporcional à distância Euclidiana de uma determinada cultivar em relação ao ideal, considerada como aquela que produziria o valor correspondente máximo em cada ambiente. O parâmetro P_i pode ser interpretado como medida de adaptabilidade e de estabilidade de comportamento, pois expressa o potencial produtivo da cultivar, sua invariância fenotípica nos vários ambientes e sua capacidade de responder à melhoria do ambiente (Oliveira et al., 2002).

Os parâmetros estimados pelo método de Lin & Binns (1988) caracterizam os genótipos apenas com relação à adaptabilidade geral. Desta forma, uma adaptação sugerida por Carneiro (1998), onde se realiza a decomposição do parâmetro P_i nas partes devidas a ambientes favoráveis (P_{iF}) e devidas a ambientes desfavoráveis (P_{iD}), possibilita especificar a tendência de resposta de cada genótipo às variações ambientais (Pereira et al., 2009).

O parâmetro P_i obtido por esta metodologia, quantifica o desvio de um determinado genótipo em relação à produtividade máxima observada em cada um dos ambientes avaliados. Desta forma, quanto menor o valor desse parâmetro mais estável é o genótipo, que indica

superioridade na maioria dos ambientes. Além disso, como o componente atribuído ao desvio genético não é prejudicial ao melhoramento genético, enquanto que o componente atribuído aos desvios da interação entre genótipos e ambientes pode afetar a classificação dos genótipos, destaca-se aquele que associa baixos valores de P_i e maior influência do componente atribuído ao desvio genético (Daros & Amaral Júnior, 2000).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local de condução dos experimentos

Os ensaios foram conduzidos na região sudoeste do Estado de Goiás, nos municípios de Rio Verde e Acreúna, onde predominam os Latossolos Vermelhos e Latossolos Vermelho-Amarelos (Embrapa, 1999) no sistema de plantio direto durante a safrinha de 2014. Em Rio Verde, foram conduzidos quatro experimentos, sendo três no campo experimental da Universidade de Rio Verde-UniRV (Local 01) 17°47'S, 50°57'W e altitude de 768 m e um na Fazenda Cereal Ouro (Local 02) 17°42'S, 51°22'W e altitude de 880m. Em Acreúna (Local 03), à área experimental apresentou as coordenadas (17°23'S e 50°22'W e altitude de 542 m).

3.2 Delineamento experimental e condução dos experimentos

Todos os experimentos foram conduzidos no delineamento de blocos casualizados, com três repetições e 22 tratamentos. Foram avaliados 22 híbridos de sorgo granífero, sendo 19 experimentais desenvolvidos pela Embrapa Milho e Sorgo (1099034, 1099044, 1105653, 1167048, 1167093, 0729033, 0843009, 1096019, 1168092, 1168093, 1169054, 1167092, 1167053, 1169092, 1167017, 1170017, 1238020, 1170093, 1236020, 1105661, 1237020 e 1239020) e 03 comerciais (DKB 550, 1G244, BRS 330). Cada parcela constituiu-se de 02 fileiras de 5,0 m de comprimento espaçadas de 0,5 m entre si. Utilizou-se a densidade de 10 plantas por metro linear após o desbaste, correspondendo ao estande médio de 200.000 plantas ha⁻¹.

Na estação experimental da Universidade de Rio Verde – UniRV, em Rio Verde-GO realizaram-se três semeaduras, sendo a primeira no dia 12 de fevereiro de 2014 (ambiente 1), a segunda no dia 24 de fevereiro de 2014 (ambiente 2) e a terceira no dia 08 de março de 2014 (ambiente 3), e as colheitas foram realizadas nos dias 16 de junho, primeiro de julho e 11 de julho de 2014 respectivamente. A adubação de semeadura foi realizada com 130 kg ha⁻¹ de 08-20-18. Para a adubação de cobertura, utilizaram-se 80 kg ha⁻¹ de ureia, as quais foram aplicadas 29 dias após a emergência das plantas. Todos os tratamentos culturais foram realizados

conforme recomendação para a cultura. No ambiente 1, foi necessário realizar a proteção das panículas contra pássaros, através da utilização de sacos de papel kraft com capacidade de 5kg.

Na Fazenda Cereal Ouro (ambiente 4), localizada em Rio Verde-GO, a semeadura foi realizada no dia 04 de março de 2014 e a colheita realizada no dia 17 de julho de 2014. A adubação de semeadura foi realizada a lanço, aplicando 300 kg ha⁻¹ do formulado 08-20-18 e em cobertura, com duas aplicações de 45 kg ha⁻¹ de N utilizando como fonte a ureia nos dias 15 e 29 de março de 2014. Os tratos culturais foram realizados conforme recomendação para a cultura. No município de Acreúna-GO (ambiente 5), a semeadura foi realizada no dia 20 de fevereiro de 2014 e a colheita no dia 15 de julho de 2014. Para a adubação de semeadura utilizou-se 300 kg ha⁻¹ de 12-15-15.

Em todos os ambientes a colheita foi manual, de todas as panículas da parcela, quando as plantas estavam em senescência e, posteriormente foi realizada a trilhagem das panículas em trilhadeira estacionária.

3.3 Características avaliadas e análise estatística

Foram avaliadas as características de florescimento (FL) e porcentagem de plantas acamadas (ACA) somente nos experimentos conduzidos nos ambientes 1, 2 e 3, e altura de plantas (AP) e produtividade de grãos (PG) em todos os experimentos.

a) Florescimento, considerando o número de dias da semeadura até o florescimento, o qual foi definido quando na parcela, em mais de 50% das plantas as flores do terço médio da panícula entraram em antese (abertura);

b) Altura de plantas, em centímetros, medida, antes da colheita, da base do solo ao ápice da panícula. Essa medida foi obtida em quatro plantas na parcela e posteriormente estimado valor médio;

c) Porcentagem de plantas acamadas, a partir da avaliação realizada na colheita, onde foram contadas as plantas acamadas por parcela e estimada a porcentagem em relação ao estande final;

d) Produtividade de grãos, obtida a partir da colheita das panículas da parcela e posterior trilhagem e pesagem dos grãos, sendo os valores extrapolados para kg ha⁻¹ e

corrigidos a 13% de umidade, segundo a fórmula $M_c = M_o(100-u_0).87^{-1}$. Em que: M_c e M_o massa corrigida e observada, respectivamente; u_0 : umidade observada.

Os dados obtidos em todas as características avaliadas foram submetidos à análise de variância individual por ambiente, e constatando-se homogeneidade das variâncias residuais pelo teste de Bartlett (Ramalho et al., 2000) foi realizada a análise de variância conjunta, com exceção da característica porcentagem de plantas acamadas, para a qual, para possibilitar a realização da análise de variância conjunta, foi realizado ajuste dos graus de liberdade pelo método de Cochran (1954).

Para realização das análises de variância, foi considerado como fixo o efeito de híbridos e as demais fontes de variação como aleatórias. A análise de variância, para cada experimento, foi realizada segundo o modelo: $Y_{ij} = \mu + G_i + B_j + \varepsilon_{ij}$, sendo Y_{ij} : valor da determinada característica observada na parcela que recebeu o genótipo i , alocado no bloco j ; μ : constante geral; G_i : efeito fixo do i -ésimo genótipo; B_j : efeito aleatório do j -ésimo bloco; ε_{ij} : efeito aleatório do erro experimental observado na parcela ij ; $\varepsilon_{ij} \sim \text{NID}(0, \sigma^2)$. O modelo estatístico adotado para análise de variância conjunta, considerando todos os experimentos, foi: $Y_{ijk} = \mu + B_k(A_j) + G_i + A_j + G_iA_j + \varepsilon_{ijk}$; sendo $B_k(A_j)$ o efeito aleatório do bloco k no ambiente j ; A_j o efeito aleatório do j -ésimo ambiente; G_iA_j efeito aleatório da interação entre o genótipo i com o ambiente j e ε_{ijk} o efeito aleatório do erro experimental observado na parcela ijk ; $\varepsilon_{ij} \sim \text{NID}(0, \sigma^2)$ (Steel & Torrie, 1980). As médias foram comparadas pelo teste de Scott & Knott (1974) a 5% de probabilidade.

As análises de adaptabilidade e estabilidade foram realizadas empregando as metodologias de Eberhart & Russell (1966) e Lin & Binns (1988) adaptado por Carneiro (1998). Todas as análises estatísticas foram efetuadas com o auxílio do aplicativo computacional em genética e estatística GENES (Cruz, 2006).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resumos da análise de variância para todas as características avaliadas estão mostrados nas Tabelas 1 e 2. Constatou-se presença de efeito de híbrido significativo para todas as características avaliadas, bem como da interação entre genótipos e ambientes, e que demonstra que há variabilidade genética e conseqüentemente fenotípica entre os híbridos testados, as quais influenciaram no comportamento diferenciado quanto à produtividade de grãos de sorgo granífero, assim como também no comportamento diferencial dos genótipos em função dos ambientes testados.

A significância da interação para o caráter produtividade de grãos evidencia que as classificações dos genótipos não foram coincidentes nos ambientes de avaliação, semelhante ao que foi observado por Cardoso et al. (2009). As variações fenotípicas resultam da ação conjunta do genótipo, do ambiente e de sua interação, que se reflete em diferenças de sensibilidade dos genótipos às variações ambientais, e que afeta seu comportamento (Allard, 1999).

A existência de variabilidade entre genótipos e interação entre genótipos e ambientes para produtividade de grãos e outros caracteres na cultura do sorgo é muito relatada na literatura, em decorrência, principalmente, das diferenças na capacidade de adaptação dos híbridos e variedades (Silva et al., 2009; Cysne & Pitombeira, 2012; Almeida Filho et al., 2014).

Os valores de coeficientes de variação da maioria das características podem ser classificados como baixos, segundo a classificação proposta por Pimentel Gomes (2000), que demonstra haver alta precisão experimental nos resultados obtidos. Apenas para a característica porcentagem de plantas acamadas o coeficiente de variação apresentou valor classificado como alto, o que é comum para a característica em questão.

Tabela 1. Resumo da análise de variância para as características florescimento (FL) e porcentagem de plantas acamadas (ACA), de híbridos de sorgo granífero cultivados na safrinha de 2014

| FV | GL | Quadrados médios | |
|---------------|-----------------------|------------------|----------|
| | | FL | ACA |
| Rep/Amb | 6 | 5,79 | 898 |
| Híbridos (H) | 21 | 76,96 ** | 3.059 ** |
| Ambientes (A) | 2 | 378,93 ** | 6.717 * |
| H x A | 42 (33) ¹ | 4,57 ** | 823 ** |
| Resíduo | 126 (83) ¹ | 1,53 | 262 |
| Híbrido/A1 | 21 | 26,02 ** | 39 |
| Híbrido/A2 | 21 | 30,26 ** | 2.450 ** |
| Híbrido/A3 | 21 | 29,83 ** | 1864 ** |
| Média | | 64,93 | 14,67 |
| CV(%) | | 1,91 | 110,38 |

**, * Significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste de F. ¹ Graus de liberdade ajustados para porcentagem de plantas acamadas. A1 = ambiente 1, A2 = ambiente 2 e A3 = ambiente 3.

Tabela 2. Resumo da análise de variância para as características altura de plantas (AP) e produtividade de grãos (PG), de híbridos de sorgo granífero cultivados na safrinha de 2014

| FV | GL | Quadrados médios | |
|---------------|-----|------------------|---------------|
| | | AP | PG |
| Rep/Amb | 10 | 0,015 | 2.060.480 |
| Híbridos (H) | 21 | 0,251 ** | 2.233.680 ** |
| Ambientes (A) | 4 | 0,337 ** | 39.832.048 ** |
| HxA | 84 | 0,008 ** | 1.379.846 ** |
| Resíduo | 210 | 0,004 | 1.379.847 |
| Híbrido/A1 | 21 | 0,078 ** | 922.282 |
| Híbrido/A2 | 21 | 0,046 ** | 2.551.254 ** |
| Híbrido/A3 | 21 | 0,062 ** | 1.520.039 ** |
| Híbrido/A4 | 21 | 0,035 ** | 2.047.141 ** |
| Híbrido/A5 | 21 | 0,063 ** | 712.348 |
| Média | | 1,449 | 5.891,09 |
| CV(%) | | 4,59 | 14,89 |

**, * Significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste de F. A1 = ambiente 1, A2 = ambiente 2, A3 = ambiente 3, A4 = ambiente 4 e A5 = ambiente 5.

O florescimento variou de 58 dias (1096019) até 71 dias (DKB 550) no ambiente 1, de 58 dias (1096019) até 69 dias (1167017, 1167092, 1170017 e BRS 330) no ambiente 2, e de 55 dias (1096019) até 68 dias (1G244 e DKB 550) no ambiente 3 (Tabela 3).

O híbrido 1096019 apresentou florescimento significativamente inferior aos demais, sendo o mais precoce, tanto no ambiente 1 quanto no ambiente 3. No ambiente 2, o mesmo não diferiu significativamente dos híbridos 1167048 e 1169054, e demonstra haver consistência de comportamento do híbrido 1096019 em função da alteração do ambiente. Já

os genótipos mais tardios foram o 729033, 1167017, 1167092, 1168092 e 1170017, os quais não diferiram significativamente dos híbridos comerciais 1G244, BRS 330 e DKB 550. O comportamento de híbridos de sorgo granífero podem diferenciar em ciclo em função das diferentes épocas de semeadura.

Tabela 3. Médias fenotípicas da característica florescimento (dias) de 22 híbridos de sorgo granífero cultivados na safrinha de 2014

| Híbrido | Ambientes | | | Médias |
|---------|-----------|------|------|--------|
| | A1 | A2 | A3 | |
| 729033 | 69 f | 68 d | 64 d | 67 |
| 843009 | 64 c | 65 c | 60 c | 63 |
| 1096019 | 58 a | 58 a | 55 a | 57 |
| 1099034 | 66 d | 68 d | 61 c | 65 |
| 1099044 | 67 e | 65 c | 61 c | 64 |
| 1105653 | 66 d | 63 b | 60 c | 63 |
| 1105661 | 66 d | 63 b | 60 c | 63 |
| 1167017 | 70 f | 69 d | 64 d | 67 |
| 1167048 | 64 c | 61 a | 58 b | 61 |
| 1167053 | 67 d | 68 d | 62 c | 66 |
| 1167092 | 68 e | 69 d | 65 d | 67 |
| 1167093 | 67 e | 67 d | 63 d | 66 |
| 1168092 | 68 e | 68 d | 64 d | 67 |
| 1168093 | 66 d | 67 d | 61 c | 65 |
| 1169054 | 62 b | 60 a | 57 b | 59 |
| 1169092 | 68 e | 65 c | 61 c | 64 |
| 1170017 | 69 f | 69 d | 65 d | 68 |
| 1236020 | 68 e | 65 c | 63 d | 65 |
| 1238020 | 65 d | 68 d | 64 d | 66 |
| 1G244 | 69 f | 67 c | 68 e | 68 |
| BRS 330 | 69 f | 69 d | 65 d | 68 |
| DKB 550 | 71 f | 68 d | 68 e | 69 |
| Médias | 67 A | 66 B | 62 C | |

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade. A1 = ambiente 1, A2 = ambiente 2 e A3 = ambiente 3.

É importante que os agricultores tenham à disposição cultivares de sorgo granífero com diferentes necessidades de dias para o florescimento, pois, utilizando cultivares com diferentes ciclos no mesmo sistema produtivo, o produtor pode escalonar a operação de colheita, e otimizar o maquinário agrícola disponível para essa demanda (Silva et al., 2009).

A utilização de cultivares com diferentes épocas de florescimento é uma estratégia de manejo importante, pois, se um produtor for realizar semeadura antecipada, pode optar por uma cultivar que apresenta ciclo mais tardio, a qual geralmente é mais produtiva em decorrência do maior ciclo. Sobretudo, a utilização de genótipos precoces é relevante, pois é

imprescindível que a cultura permaneça menos tempo sujeita a um ambiente passível de estresse hídrico, como é o caso de cultivos de safrinha com semeadura tardia (Silva et al., 2009; Almeida Filho et al., 2014).

A busca por genótipos precoces é bastante válida, pois, em uma cultura sujeita a um ambiente onde o suprimento hídrico não é pleno, a utilização de materiais precoces é uma estratégia interessante, pois é uma forma da cultura ficar menos tempo passível a uma eventual condição adversa (Silva et al., 2009). Portanto o produtor deve começar plantando um híbrido mais tardio e finalizar com os mais precoces.

Em relação ao acamamento de plantas no ambiente 1, os híbridos não diferiram significativamente entre si (Tabela 4). No ambiente 2, 16 híbridos apresentam porcentagem de acamamento significativamente inferior aos demais, entre eles as testemunhas IG244 e DKB 550. No ambiente 3, foram 17 híbridos que se apresentaram menos suscetíveis ao acamamento. Os genótipos 843009, 1169054 e 1169092 demonstraram maior porcentagem de acamamento no ambiente 2, diferindo significativamente dos demais. Enquanto que no ambiente 3, além de ter coincidido o híbrido 843009, outros dois denotaram maior susceptibilidade ao acamamento, sendo eles o 1096019 e 1167053.

O acamamento de plantas pode afetar a produtividade de grãos diretamente por interferir no acúmulo de matéria seca, ou indiretamente, devido às dificuldades de colheita, além de afetar a qualidade dos grãos. Todavia, quando sabidamente uma cultivar expõe essa característica negativa, a cultura deve ser colhida o mais rápido possível após atingir o ponto de colheita. Evidentemente que a escolha de cultivares com maior tolerância a essas características é a medida mais eficaz (Freitas et al., 2011).

A resistência ao acamamento é uma característica que está relacionada à genética de cada híbrido, bem como associada a fatores do ambiente e de manejo que podem agravar ou diminuir a tendência ao acamamento. Destaca-se portanto o porte elevado da planta, susceptibilidade à doenças de colmo, peso de panícula e a resistência do colmo. Híbridos com menor susceptibilidade ao acamamento devem apresentar altura média entre 100 e 150 cm (Santos, 2003). Desta forma, é possível destacar que entre os cinco híbridos que apresentaram maior susceptibilidade ao acamamento, a média de altura de plantas de três híbridos superaram 150 cm, sendo eles o 1169054, 1096019 e 1167053, o que possivelmente possa ter contribuído na ocorrência de altas médias de porcentagem de acamamento nestes híbridos.

A altura de plantas variou de 118 cm até 181 cm no ambiente 1, de 126 cm até 169 cm no ambiente 2, de 120 cm até 174 cm no ambiente 3, de 120 cm até 157 cm no ambiente 4 e de 133 cm até 198 cm no ambiente 5 (Tabela 5). É interessante que cultivares de sorgo

granífero apresentem altura entre 100 e 150 cm (Santos, 2003), uma vez que a colheita é realizada com implementos adaptados de outras culturas. Além disso, no melhoramento do sorgo granífero, procura-se híbridos de porte menor para minimizar a probabilidade de ocorrência de acamamento de plantas nas lavouras (Almeida Filho et al., 2014).

Tabela 4. Médias fenotípicas da característica porcentagem de plantas acamadas (ACA) de 22 híbridos de sorgo granífero cultivados na safrinha de 2014

| Híbrido | Ambientes | | | Médias |
|---------|-----------|---------|---------|--------|
| | A1 | A2 | A3 | |
| 729033 | 0,62 a | 2,95 a | 4,04 a | 2,54 |
| 843009 | 13,13 a | 70,64 c | 59,76 c | 47,84 |
| 1096019 | 5,75 a | 50,27 b | 60,99 c | 39,00 |
| 1099034 | 4,55 a | 5,37 a | 23,68 a | 11,20 |
| 1099044 | 3,87 a | 7,82 a | 4,69 a | 5,46 |
| 1105653 | 0,58 a | 4,50 a | 10,54 a | 5,21 |
| 1105661 | 0,36 a | 3,27 a | 0,91 a | 1,51 |
| 1167017 | 0,00 a | 0,00 a | 0,35 a | 0,12 |
| 1167048 | 0,42 a | 2,78 a | 10,14 a | 4,45 |
| 1167053 | 7,69 a | 57,27 b | 56,15 c | 40,37 |
| 1167092 | 0,00 a | 0,67 a | 0,00 a | 0,22 |
| 1167093 | 0,69 a | 1,27 a | 0,00 a | 0,65 |
| 1168092 | 2,75 a | 2,86 a | 5,18 a | 3,60 |
| 1168093 | 0,77 a | 22,21 a | 28,76 a | 17,24 |
| 1169054 | 6,06 a | 87,80 c | 86,10 d | 59,99 |
| 1169092 | 10,03 a | 76,47 c | 36,58 b | 41,03 |
| 1170017 | 3,42 a | 1,08 a | 0,41 a | 1,64 |
| 1236020 | 0,87 a | 2,18 a | 0,99 a | 1,35 |
| 1238020 | 0,00 a | 4,15 a | 10,94 a | 5,03 |
| 1G244 | 1,50 a | 8,18 a | 1,14 a | 3,60 |
| BRS 330 | 3,89 a | 43,10 b | 21,81 a | 22,93 |
| DKB 550 | 0,37 a | 13,72 a | 9,19 a | 7,76 |
| Médias | 3,06 B | 21,30 A | 19,65 A | |

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade. A1 = ambiente 1, A2 = ambiente 2 e A3 = ambiente 3.

No ambiente 4, os híbridos 729033, 1167053 e 1238020 apresentaram maior porte em relação aos demais, enquanto que no ambiente 5 foi o híbrido 1167053 que se destacou com altura significativamente superior aos demais (Tabela 5). Os resultados são superiores aos observados por Silva et al. (2009) e sugerem que entre os híbridos avaliados, alguns apresentam porte que podem torna-los susceptíveis ao acamamento bem como, gerar dificuldades à colheita mecanizada.

O híbrido comercial 1G244 destacou-se em relação aos demais híbridos avaliados, por demonstrar menor porte em todos os ambientes avaliados, e entre os híbridos experimentais o

1167017 apresentou resultados muito semelhantes com porte baixo, característica favorável a híbridos de sorgo granífero.

Tabela 5. Médias fenotípicas da característica altura de plantas (cm) de 22 híbridos de sorgo granífero cultivados na safrinha de 2014

| Híbrido | Ambientes | | | | | Médias |
|---------|-----------|-------|-------|-------|-------|--------|
| | A1 | A2 | A3 | A4 | A5 | |
| 729033 | 163 b | 161 a | 161 a | 157 a | 168 b | 162 |
| 843009 | 134 d | 133 d | 132 d | 137 c | 155 c | 138 |
| 1096019 | 163 b | 156 b | 152 b | 145 b | 167 b | 156 |
| 1099034 | 135 d | 147 c | 130 d | 140 b | 148 c | 140 |
| 1099044 | 140 d | 145 c | 145 c | 142 b | 160 b | 146 |
| 1105653 | 149 c | 152 b | 145 c | 138 b | 162 b | 149 |
| 1105661 | 123 e | 141 c | 136 c | 120 d | 145 d | 133 |
| 1167017 | 133 d | 134 d | 132 d | 122 d | 142 d | 132 |
| 1167048 | 145 c | 144 c | 140 c | 133 c | 163 b | 145 |
| 1167053 | 181 a | 162 a | 174 a | 155 a | 198 a | 174 |
| 1167092 | 139 d | 127 d | 127 d | 130 c | 138 d | 132 |
| 1167093 | 132 d | 126 d | 120 d | 123 d | 147 c | 130 |
| 1168092 | 143 c | 141 c | 140 c | 137 c | 155 c | 143 |
| 1168093 | 137 d | 143 c | 143 c | 143 b | 160 b | 145 |
| 1169054 | 160 b | 162 a | 162 a | 148 b | 167 b | 160 |
| 1169092 | 145 c | 143 c | 143 c | 143 b | 162 b | 147 |
| 1170017 | 163 b | 151 b | 150 b | 140 b | 165 b | 154 |
| 1236020 | 136 d | 129 d | 125 d | 130 c | 145 d | 133 |
| 1238020 | 173 a | 169 a | 167 a | 155 a | 175 b | 168 |
| 1G244 | 118 e | 129 d | 126 d | 122 d | 133 d | 126 |
| BRS 330 | 132 d | 139 c | 138 c | 130 c | 153 c | 138 |
| DKB 550 | 136 d | 136 d | 136 c | 135 c | 140 d | 137 |
| Médias | 144 B | 144 B | 142 C | 137 D | 157 A | |

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade. A1 = ambiente 1, A2 = ambiente 2, A3 = ambiente 3, A4 = ambiente 4 e A5 = ambiente 5.

Quanto ao caráter produtividade de grãos, não houve diferença significativa entre os genótipos no ambiente 1, assim como no ambiente 3 (Tabela 6). As médias de produtividade de grãos no ambiente 1, foram as mais baixas entre os ambientes avaliados, possivelmente em decorrência da ocorrência de maior severidade de antracnose (*Colletotrichum gloesporioides*), incidência de pássaros e infestação de *Helicoverpa armigera* nas panículas, para a qual o controle não foi eficiente pela presença de sacos de papel *kraft*. Houve ainda a proliferação de fungos nas panículas em consequência do microclima criado pela cobertura das mesmas com sacos de papel *kraft*, o que pode ter limitado o desempenho de genótipos superiores. As condições edafoclimáticas favoráveis ocorridas no ambiente 5 possivelmente foram

responsáveis pelas maiores médias de produtividade de grãos ocorrida entre os ambientes avaliados, influenciando positivamente em todos os híbridos avaliados, e resulta em médias de produtividade de grãos semelhantes entre si.

No ambiente 2, os híbridos experimentais 729033, 1105661, 1170017, 1238020, 1105653, 1168092, 1167048 e 1167017 e os híbridos comerciais 1G244 e DKB 550 apresentaram médias de produtividade de grãos significativamente superiores aos demais (Tabela 6). No ambiente 3 destacaram-se os híbridos experimentais 729033, 1170017, 1169092, 1105653, 1105661, 1168093 e 1168092, e o híbrido comercial 1G244. No ambiente 4, 14 híbridos apresentaram produtividade de grãos significativamente superiores aos demais, dos quais, 12 são híbridos experimentais, além dos híbridos comerciais BRS 330 e 1G244 (Tabela 6). Destacam-se entre estes híbridos, o 1105653, 1168092 e 1G244, os quais se mantiveram no grupo que apresentou as maiores médias de produtividade de grãos em todos os ambientes em que ocorreu diferença significativa entre os genótipos. Os resultados sugerem que, além destes, os híbridos 1168093, 1238020, 1167048, 1105661, 1170017 e 729033 apresentam-se promissores, por terem se destacado na maioria dos ambientes avaliados.

As médias gerais de produtividade de grãos dos híbridos variaram de 4,881 t ha⁻¹ (1096019) a 6,594 t ha⁻¹ (1105653), no entanto, foram semelhantes as médias obtidas por Almeida Filho et al., (2014), que constataram variação entre 3,802 t ha⁻¹ para o híbrido experimental da EMBRAPA 307509 e 4,965 t ha⁻¹ para o híbrido 1G282.

Genótipos promissores para serem recomendados para cultivo são aqueles que associam alto potencial de produtividade de grãos a caracteres agronômicos. Salienta-se que os híbridos 1105653, 1168092, 1G244, 1168093, 1238020, 1167048, 1105661, 1170017 e 729033, além de altas médias de produtividade, apresentaram-se mais tolerantes ao acamamento. Entre estes, o híbrido 1167048 denotou ciclo mais precoce e os híbridos 1105661 e 1G244 demonstraram menor porte, caracteres que podem influenciar positivamente no cultivo do sorgo granífero.

Tabela 6. Médias fenotípicas da característica produtividade de grãos ($t\ ha^{-1}$) de 22 híbridos de sorgo granífero cultivados na safrinha de 2014

| Híbrido | Ambientes | | | | | Médias |
|---------|-----------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | A1 | A2 | A3 | A4 | A5 | |
| 729033 | 5,45 a | 7,51 a | 7,08 a | 4,98 b | 7,40 a | 6,48 |
| 843009 | 4,11 a | 5,77 b | 5,04 b | 6,94 a | 6,85 a | 5,74 |
| 1096019 | 3,59 a | 4,10 b | 4,42 b | 5,73 b | 6,53 a | 4,88 |
| 1099034 | 4,01 a | 5,99 b | 5,06 b | 7,32 a | 6,67 a | 5,81 |
| 1099044 | 4,19 a | 5,58 b | 5,43 b | 5,81 b | 7,11 a | 5,62 |
| 1105653 | 4,48 a | 7,12 a | 6,52 a | 7,67 a | 7,16 a | 6,59 |
| 1105661 | 4,75 a | 7,21 a | 6,48 a | 5,40 b | 6,35 a | 6,04 |
| 1167017 | 4,98 a | 6,27 a | 5,65 b | 6,29 a | 6,46 a | 5,93 |
| 1167048 | 4,79 a | 6,46 a | 5,75 b | 6,49 a | 6,42 a | 5,98 |
| 1167053 | 5,34 a | 5,49 b | 5,61 b | 7,47 a | 6,34 a | 6,05 |
| 1167092 | 4,83 a | 5,78 b | 5,90 b | 5,32 b | 6,49 a | 5,66 |
| 1167093 | 4,98 a | 6,04 b | 5,09 b | 6,46 a | 7,29 a | 5,97 |
| 1168092 | 5,04 a | 6,92 a | 6,02 a | 6,53 a | 7,17 a | 6,33 |
| 1168093 | 5,02 a | 4,87 b | 6,06 a | 6,72 a | 5,44 a | 5,62 |
| 1169054 | 4,35 a | 6,01 b | 5,39 b | 6,84 a | 6,42 a | 5,80 |
| 1169092 | 4,21 a | 5,52 b | 6,73 a | 4,99 b | 6,98 a | 5,68 |
| 1170017 | 4,41 a | 7,20 a | 7,06 a | 5,38 b | 6,29 a | 6,07 |
| 1236020 | 4,23 a | 5,45 b | 5,32 b | 6,47 a | 6,53 a | 5,60 |
| 1238020 | 5,24 a | 7,20 a | 5,80 b | 6,53 a | 6,87 a | 6,33 |
| 1G244 | 3,74 a | 6,29 a | 6,35 a | 6,37 a | 7,58 a | 6,07 |
| BRS 330 | 4,33 a | 4,61 b | 4,78 b | 6,51 a | 6,14 a | 5,27 |
| DKB550 | 5,62 a | 7,08 a | 5,73 b | 4,75 b | 6,65 a | 5,97 |
| Médias | 4,62 D | 6,11 B | 5,79 C | 6,22 B | 6,69 A | |

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si, pelo teste de Scott-Knott (1974) a 5% de probabilidade. A1 = ambiente 1, A2 = ambiente 2, A3 = ambiente 3, A4 = ambiente 4 e A5 = ambiente 5.

O resumo da análise de variância da produtividade de grãos, com a decomposição da soma de quadrados de ambientes dentro dos genótipos demonstra que houve efeito significativo para todas as fontes de variação, reafirmando a variabilidade existente entre os híbridos e o comportamento diferenciado em função dos ambientes (Tabela 7). Ressalta-se que a significância do componente linear da variabilidade ambiental sugere que variações significativas entre os locais de avaliação proporcionaram alterações nas médias de produtividade de grãos dos híbridos. A significância do componente linear da interação entre ambientes e híbridos, indica que diferenças genéticas contribuem para as respostas às variações ambientais através das diferenças entre os coeficientes de regressão (β_{ii}). Já em relação a significância do desvio combinado da regressão, evidencia-se que pelo menos um híbrido apresentou resposta não-linear à variação dos ambientes (Tabela 7).

As estimativas dos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade obtidos pelo método de Eberhart & Russel (1966) encontram-se na Tabela 8. Por este método, o efeito do ambiente pode ser desmembrado em dois componentes, sendo um linear e outro não-linear. O coeficiente de regressão ($\tilde{\beta}_{li}$) está associado ao componente linear, e indica a adaptabilidade do genótipo, ou seja, a capacidade de responder a melhoria do ambiente. Estimativas de coeficiente de regressão não significativas indicam que o genótipo apresenta adaptabilidade geral ou ampla adaptação, enquanto que as estimativas significativas maiores e menores que a unidade sugerem que o genótipo expõe adaptação a ambientes favoráveis ou desfavoráveis, respectivamente.

Os desvios da regressão ($\hat{\sigma}_{di}^2$) estão associados ao componente não-linear e indicam a estabilidade do genótipo, a qual está relacionada à previsibilidade de comportamento perante as variações ambientais entre os locais de cultivo. Estimativas não significativas de desvios da regressão indicam que o genótipo apresenta alta estabilidade de comportamento, característica que é reforçada quando o mesmo apresenta altos valores de coeficiente de determinação (R^2).

As estimativas dos coeficientes de regressão, parâmetro relacionado à adaptabilidade, obtidos para a maioria dos híbridos, não diferiram significativamente da unidade ($\tilde{\beta}_{li} = 1$), ou seja, estimativas não significativas, demonstrando desta forma adaptabilidade geral, significando que os mesmos se destacam tanto em ambientes favoráveis quanto em ambientes desfavoráveis.

Em relação aos desvios da regressão, parâmetro que possibilita distinguir os genótipos com maior estabilidade de comportamento, entre os 22 híbridos avaliados, 15 obtiveram estimativas não significativas, denotam maior estabilidade frente à variação ambiental que os demais.

As estimativas dos coeficientes de regressão sugerem que o híbrido 1G244 apresenta maior adaptação a ambientes favoráveis ($\tilde{\beta}_{li} > 1$), além de possuir alta estabilidade de comportamento em decorrência do desvio da regressão não ter sido significativo e obter alto valor de coeficiente de determinação (R^2). Isto demonstra que entre os híbridos avaliados, o 1G244 é o mais responsivo quando cultivado em ambientes com condições edafoclimáticas favoráveis à cultura do sorgo.

Tabela 7. Resumo da análise de variância da característica produtividade e grãos, com a decomposição da soma de quadrados de ambientes/híbridos, segundo metodologia de Eberhart & Russel (1966)

| FV | GL | Quadrados Médios |
|------------------|-----|------------------|
| Ambientes (A) | 4 | 39.832.049** |
| Híbridos (H) | 21 | 2.233.680** |
| A x H | 84 | 1.379.847** |
| A / H | 88 | 3.127.674** |
| A linear | 1 | 159.328.194** |
| A x H linear | 21 | 975.877* |
| Desvio combinado | 66 | 1.445.662** |
| Resíduo | 210 | 769.129 |

**, * Significativo a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste de F.

Tabela 8. Estimativas dos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade para produtividade de grãos de 22 híbridos de sorgo granífero, obtidos pelo método de regressão linear de Eberhart & Russell (1966)

| Híbrido | Médias | $\hat{\beta}_{1i}$ | $\hat{\sigma}_{di}^2$ | R ² (%) |
|---------|--------|--------------------|-----------------------|--------------------|
| 1105653 | 6.59 | 1,50 ns | 14.262 ns | 86,99 |
| 729033 | 6.48 | 0,71 ns | 1.206.609 ** | 21,58 |
| 1168092 | 6.33 | 1,05 ns | -193.263 ns | 93,34 |
| 1238020 | 6.33 | 0,88 ns | -29.496 ns | 73,41 |
| 1170017 | 6.07 | 0,91 ns | 930.016 ** | 35,74 |
| 1G244 | 6.07 | 1,77 * | -139.644 ns | 95,58 |
| 1167053 | 6.05 | 0,63 ns | 454.823 * | 31,08 |
| 1105661 | 6.04 | 0,78 ns | 497.074 * | 39,20 |
| 1167048 | 5.98 | 0,89 ns | -184.463 ns | 89,94 |
| 1167093 | 5.97 | 1,07 ns | 69.850 ns | 73,77 |
| DKB 550 | 5.97 | 0,35 * | 761.700 ** | 88,87 |
| 1167017 | 5.93 | 0,76 ns | -227.708 ns | 94,25 |
| 1099034 | 5.81 | 1,49 ns | 248.230 ns | 77,87 |
| 1169054 | 5.80 | 1,15 ns | -57.783 ns | 84,17 |
| 843009 | 5.74 | 1,42 ns | 56.254 ns | 83,84 |
| 1169092 | 5.68 | 1,04 ns | 680.073 * | 48,35 |
| 1167092 | 5.66 | 0,66 ns | -86.832 ns | 67,60 |
| 1099044 | 5.62 | 1,27 ns | -116.130 ns | 90,30 |
| 1168093 | 5.62 | 0,32 * | 449.051 * | 10,53 |
| 1236020 | 5.60 | 1,15 ns | -110.635 ns | 87,88 |
| BRS 330 | 5.27 | 0,91 ns | 354.230 ns | 52,42 |
| 1096019 | 4.88 | 1,29 ns | 385.022 ns | 67,53 |

**, * significativo a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste de t. $\hat{\beta}_{1i}$ - Coeficiente de regressão, $\hat{\sigma}_{di}^2$ - desvio de regressão, R² - coeficiente de determinação.

O genótipo ideal, pela metodologia de Eberhart & Russel (1966), é aquele que associa altas médias de produtividade de grãos, adaptabilidade ampla ($\beta_{li} = 1$) e alta estabilidade, ou seja, desvios da regressão não significativos associados a altos valores de coeficiente de determinação (Cruz et al., 2012). Neste caso, destacam-se os híbridos 1105653, 1168092, 1238020, 1167048 e 1167093, os quais apresentaram médias de produtividade de grãos elevadas na maioria dos ambientes, coeficientes de regressão igual a unidade e desvios da regressão não significativos, além de altos valores de coeficiente de determinação (Tabela 8).

As estimativas dos parâmetros obtidos pelo método de Linn & Binns (1988), o desdobramento para ambientes favoráveis e desfavoráveis proposto por Carneiro (1998) e estimativas atribuídas ao desvio genético e a interação entre genótipos e ambientes estão apresentadas nas Tabelas 9 e 10.

Os híbridos 1168092, 1167048 e 1167017 apresentaram menores valores de P_i geral, bem como maior influência do componente atribuído ao desvio genético, com estimativas superiores a 80%. Para caracterizar um híbrido com perfil ideal em relação adaptabilidade e estabilidade fenotípica, também deve associar altas médias de produtividade de grãos. Neste caso, destacam-se os híbridos 1168092, 1167048 e 1167017. É importante ressaltar que somente o híbrido 1168092 também foi classificado entre os menores valores de P_i tanto nos ambientes favoráveis quanto nos desfavoráveis, sugere demonstrar ampla adaptabilidade e alta estabilidade de comportamento fenotípico.

Apesar de exporem baixa previsibilidade, em virtude da pequena influência do componente atribuído ao desvio genético, os híbridos 1105653 e 1238020 obtiveram estimativas de P_i baixas em ambientes favoráveis, e sugerem que os mesmos possuam adaptação a ambientes específicos e não se sobressaiem em condições adversas de ambiente que possam proporcionar algum tipo de estresse às plantas.

Os cultivos de sorgo na safrinha, principalmente com semeadura em março, podem proporcionar condições de estresse hídrico no estágio de enchimento de grãos. Desta forma, a escolha de híbridos que denotam maior tolerância a condições adversas de ambiente torna-se importante para minimizar a redução da produtividade de grãos. Os híbridos 1105661, 1170017 e 729033, além de maior porcentagem genética, apresentaram estimativas baixas de P_i para ambientes desfavoráveis, caracterizando-os como pouco responsivos à melhoria ambiental, mas tolerantes a fatores que podem proporcionar algum estresse, como déficit hídrico e baixo nível tecnológico.

Tabela 9. Estimativas dos parâmetros de estabilidade fenotípica geral (P_i), para ambientes favoráveis (P_{iF}) e para ambientes desfavoráveis (P_{iD}), para produtividade de grãos de 22 híbridos de sorgo granífero, obtidos pelo método não paramétrico de Lin & Binns (1988), adaptado por Carneiro (1998)

| Híbrido | Médias | P_i | Híbrido | P_{iF} | Híbrido | P_{iD} |
|---------|--------|-----------|---------|-----------|---------|-----------|
| 1105653 | 6.59 | 195.324 | 1105653 | 54.772 | 729033 | 7.511 |
| 1168092 | 6.33 | 328.318 | 1168092 | 304.429 | 1105661 | 279.214 |
| 1238020 | 6.33 | 367.731 | 1238020 | 315.996 | 1168093 | 349.167 |
| 1167048 | 5.98 | 631.701 | 1G244 | 530.649 | 1168092 | 364.152 |
| 1167017 | 5.93 | 714.950 | 1099034 | 542.573 | 1170017 | 365.472 |
| 1G244 | 6.07 | 725.156 | 1167093 | 618.907 | 1105653 | 406.152 |
| 729033 | 6.48 | 730.165 | 1167048 | 643.626 | 1238020 | 445.334 |
| 1105661 | 6.04 | 788.587 | 843009 | 683.637 | DKB 550 | 451.360 |
| 1167053 | 6.05 | 788.640 | 1169054 | 715.123 | 1167092 | 503.866 |
| 1167093 | 5.97 | 806.673 | 1167017 | 784.775 | 1169092 | 528.236 |
| 1170017 | 6.07 | 849.298 | 1167053 | 941.952 | 1167053 | 558.673 |
| 1169054 | 5.80 | 874.200 | 1105661 | 1.128.170 | 1167017 | 610.212 |
| 1099034 | 5.81 | 990.133 | 1236020 | 1.133.353 | 1167048 | 613.813 |
| 843009 | 5.74 | 1.053.004 | 1170017 | 1.171.849 | 1G244 | 1.016.915 |
| DKB 550 | 5.97 | 1.135.129 | 729033 | 1.211.935 | 1167093 | 1.088.321 |
| 1167092 | 5.66 | 1.174.840 | 1099044 | 1.233.760 | 1169054 | 1.112.816 |
| 1236020 | 5.60 | 1.184.732 | DKB 550 | 1.590.975 | 1099044 | 1.190.787 |
| 1099044 | 5.62 | 1.216.571 | 1167092 | 1.622.156 | 1236020 | 1.261.799 |
| 1169092 | 5.68 | 1.363.271 | 1169092 | 1.919.962 | 843009 | 1.607.054 |
| 1168093 | 5.62 | 1.384.902 | BRS 330 | 1.975.175 | 1099034 | 1.661.472 |
| BRS 330 | 5.27 | 1.880.084 | 1168093 | 2.075.391 | BRS 330 | 1.737.446 |
| 1096019 | 4.88 | 2.764.449 | 1096019 | 2.747.338 | 1096019 | 2.790.114 |

Tabela 10. Estimativas do desdobramento do parâmetro P_i no componente atribuído ao desvio genético e no componente devido ao desvio da interação entre genótipos e ambientes, obtidos pelo método não paramétrico de Lin & Binns (1988)

| Híbrido | Desvio genético | Desvio GxA | % Genética |
|----------------|------------------------|-------------------|-------------------|
| 729033 | 185.156 | 545.009 | 25,36 |
| 843009 | 910.98 | 142.024 | 86,51 |
| 1096019 | 2.455.033 | 309.416 | 88,81 |
| 1099034 | 819.115 | 171.018 | 82,73 |
| 1099044 | 1.077.218 | 139.352 | 88,55 |
| 1105653 | 126.572 | 68.753 | 64,80 |
| 1105661 | 557.075 | 231.512 | 70,64 |
| 1167017 | 675.199 | 39.75 | 94,44 |
| 1167048 | 618.124 | 13.577 | 97,85 |
| 1167053 | 541.841 | 246.8 | 68,71 |
| 1167092 | 1.021.783 | 153.057 | 86,97 |
| 1167093 | 627.424 | 179.249 | 77,78 |
| 1168092 | 287.13 | 41.188 | 87,45 |
| 1168093 | 1.079.764 | 305.138 | 77,97 |
| 1169054 | 831.276 | 42.924 | 95,09 |
| 1169092 | 991.232 | 372.039 | 72,71 |
| 1170017 | 525.039 | 324.259 | 61,82 |
| 1236020 | 1.115.719 | 69.012 | 94,17 |
| 1238020 | 292.307 | 75.425 | 79,49 |
| 1G244 | 526.543 | 198.612 | 72,61 |
| BRS 330 | 1.654.744 | 225.339 | 88,01 |
| DKB 550 | 631.763 | 503.366 | 55,66 |

5 CONCLUSÕES

As maiores médias de produtividade de grãos foram obtidas com os híbridos 1105653, 1168092, 1G244, 1168093, 1238020, 1167048, 1105661, 1170017 e 729033.

Destacam-se pela metodologia de adaptabilidade e estabilidade de Eberhart & Russel (1966) os híbridos 1105653, 1168092, 1238020 e 1167048.

As estimativas dos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade de Linn & Binns sugerem como promissores os híbridos 1168092 e 1167048.

REFERÊNCIAS

- ALLARD, R. W. **Principles of plant breeding**. 2nd. New York: John Willey & Sons, 1999. 254p.
- ALMEIDA FILHO, J. E. **Avaliação agronômica e de estabilidade e adaptabilidade de híbridos de sorgo granífero**. 2012. 82f. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias, Campos dos Goytazes-RJ, 2012.
- ALMEIDA FILHO, J. E.; TARDIN, F. D.; DAHER, R. F.; SILVA, K. J.; XAVIER NETO, J. B.; BASTOS, E.; LOPES, V. S.; BARBÉ, T. C.; MENEZES, C. B. Avaliação agronômica de híbridos de sorgo granífero em diferentes regiões produtoras do Brasil. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.13, n.1, p.82-95, 2014.
- ALMEIDA FILHO, J. E.; TARDIN, F. D.; SOUZA, S. A.; GODINHO, V. P. C. CARDOSO, M. J. Desempenho agronômico e estabilidade fenotípica de híbridos de sorgo granífero. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.9, p.51-64, 2010.
- ANNICCHIARICO, P. Cultivar adaptation and recommendation from alfalfa trials in Northern Italy. **Journal of Genetics and Plant Breeding**, v.46, p.269-278, 1992.
- BACH, S.; YADA, R. Y.; BIZIMUNGU, B.; FAN, M.; SULLIVAN, J. A. Genotype by environment effects on Starch content and digestibility in potato (*Solanum tuberosum* L.). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.61, 3941-3948. 2013.
- BACH, S.; YADA, R. Y.; BIZIMUNGU, B.; SULLIVAN, J. A. Genotype by environment effects on fibre components in potato (*Solanum tuberosum* L.). **Euphytica**, v.187, n.44, p.77-86, 2012.
- BECKER, H. C. Correlation among some statistical measures of phenotypic stability. **Euphytica**, v.30, n.3, p.835-884, 1981.
- BEVILAQUA, L. K. A.; MOTA, J. H.; MENEZES, C. B.; LIMA, L. A. Desempenho Agronômico de Híbridos de Sorgo Granífero em Jataí-GO. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 30, 2014, Salvador. **Anais...** Salvador-BA: Associação Brasileira de Milho e Sorgo, 2014. CD-ROM.
- BORÉM, A. **Melhoramento de plantas**. 3. ed. Viçosa: UFV, 2001. 500 p.
- BORÉM, A. **Melhoramento de plantas**. 4 ed. Viçosa: UFV, 2005. 525p.

BOTELHO, P. R. F. **Avaliação agronômica e nutricional da rebrota anual de quatro genótipos de sorgo para produção de silagem na região norte de Minas Gerais.** 2010. 89f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual de Montes Claros, Unimontes, 2010.

BRASIL, E. M.; CHAVES, L. J. Utilización de um modelo cuadrático para el estudio de la resposta de cultivares a la variación ambiental. In: CONGRESSO LATIIONAMERICANO DE GENÉTICA, 11, 1994, Monterrey. **Memorias...** Monterrey: Asociación Latinoamericana de Genética, 1994. p. 616.

CARDOSO, M. J.; CARVALHO, H. W. L.; ROCHA, L. M. P.; PACHECO, C. A. P.; GUIMARÃES, P. E. O.; MELO, K. E. O.; FEITOSA, L. F. **Adaptabilidade e estabilidade de híbridos comerciais de milho no Meio-Norte brasileiro, na safra 2007-2008.** Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2009. 20p. (Embrapa. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 89).

CARGNELUTTI FILHO, A.; STORCK, L.; RIBOLDI, J.; GUADAGNIN, J. P. Associação entre métodos de adaptabilidade e estabilidade em milho. **Ciência Rural**, v.39, n.02, p.340-347, 2009.

CARGNIN, A.; SOUZA, M. A.; CARNEIRO, P. C. S.; SOFIATTI, V. Interação entre genótipos e ambientes e implicações em ganhos com seleção em trigo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, n.6, p.987-993, jun. 2006.

CARNEIRO, P. C. S. **Novas metodologias de análise da adaptabilidade e estabilidade de comportamento.** 1998. 155f. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1998.

CARVALHO, L. F.; MEDEIROS FILHO, S.; ROSSETTI, A. G.; TEÓFILO, E. A. Condicionamento osmótico em sementes de sorgo. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 22, n.1, p.185-192, 2000.

CHAVES, L. J.; VENCOVSKY, R.; GERALDI, I. O. Modelo não-linear aplicado ao estudo da interação genótipo x ambiente em milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.24, n.2, p.259-268, 1989.

COCHRAN, W. G. The combination of estimates from different experiments. **Biometrics**, v.10, p.101-129, 1954.

COELHO, A. M.; WAQUIL, J. M.; KARAM, D.; CASELA, C. R.; RIBAS, P. M. **Seja o doutor do seu sorgo.** Piracicaba: Potafos, 2002. 24p. (Encarte de Informações Agronômicas, 100).

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Sorgo**. 5º Levantamento da Safra. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/14_04_11_17_31_44_sorgomarco2014.pdf>. Acesso em: 28/11/2014.

CORNELIUS, P. L.; CROSSA, J.; SEYEDSADR, M. S. Statistical test and estimator of multiplicative model for genotype-by environment interaction. In: KANG, M. S.; GAUCH JUNIOR, H. G. (Ed.). **Genotype-byEnvironment Interaction**. New York: Boca raton, 1996. p.199-234.

CROSSA, J. From genotype x environment interaction to gene x environment interaction. **Current Genomics**, v.13, p.225-244, 2012.

CRUZ, C. D. **Programa Genes: biometria**. Viçosa: UFV, 2006. 382p.

CRUZ, C. D.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: UFV, 2006. 585p.

CRUZ, C. D.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 3.ed. Viçosa: UFV, 2003. 585p.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 2.ed. Viçosa: UFV, 1997. 390p.

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

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 4.ed. Viçosa: UFV, 2012. 514p.

CRUZ, C. D.; TORRES, R. A. de A.; VENCOVSKY, R. An alternative approach to the stability analysis proposed by Silva and Barreto. **Revista Brasileira de Genética**, v.12, n.2, p.567-580, 1989.

CURRIE, H. A.; PERRY, C. Silica in Plants: Biological, Biochemical and Chemical Studies. **Annals of Botany**, p.1-7, 2007.

CYSNE, J. R. B.; PITOMBEIRA, J. B. Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de sorgo granífero em diferentes ambientes do Estado do Ceará. **Revista Ciência Agronômica**, v.43, n.2, p.273-278, 2012.

DAROS, M.; AMARAL JÚNIOR, A.T. Adaptabilidade e estabilidade de produção de Ipomoea batatas. **Acta Scientiarum**, v.22, n.4, p.911-917, 2000.

DICKO, M.H.; GRUPPEN, H.; TRAORÉ, A.S.; VORAGEN, A.G.J.; BERKEL, W.J. H. Sorghum grain as human food in Africa: relevance of content of starch and amylase activities. **African Journal of Biotechnology**, v.5, n.5, p.384-395, 2006.

DUARTE, J. O. **Cultivo do sorgo: mercado e comercialização**. 2010. (Sistemas de Produção 2). Disponível em: <http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/sorgo_4_ed/mercado.htm>. Acesso em: 10/05/2013.

EBERHART, S.A.; RUSSELL, W.A. Stability parameters for comparing varieties. **Crop Science**, n.01, v.6, p.36-40, 1966.

EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Embrapa Produção de Informação, 1999. 412p.

EMBRAPA. **Sistemas de produção: cultivo do sorgo**. 4.ed. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2008.

FACCHINELLO, P.H.K.; EMYGDIO, B.M.; BARROS, L.M.; DOROSZ, W.M.; OLIVEIRA, A.C.B. Avaliação de cultivares de sorgo granífero no ensaio sul riograndense em terras baixas na safra 2010/2011. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 21; MOSTRA CIENTÍFICA, 4, 2012, Pelotas. **Anais...** Pelotas: UFPelotas, 2012.

FAO. Food and Agriculture Organization of The United Nations. **Coarse grains**. 2014. Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/010/ai466e/ai466e04.htm>>. Acesso em: 02/05/2014.

FERREIRA, V. M.; MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F. O. M.; OLIVEIRA, L. E. M.; PURCINO, A. A. C. Metabolismo do nitrogênio associado à deficiência hídrica e sua recuperação em genótipos de milho. **Ciência Rural**, v.32, n.1. Santa Maria, 2002.

FINLAY, K. W.; WILKINSON, G. N. The analysis of adaptation in a plant breeding programme. **Journal of Agricultural Research**, v.14 n.6, p.742-754, 1963.

FONTES, L.A.N.; MOURA FILHO, W. Calagem e adubação. **Informativo Agropecuário**, v.5, n.56, p.17-19, 1979.

FOX, P. N. et al. Yield and adaptation of hexaploid spring triticale. **Euphytica**, v.47, n.1, p.57-64, 1990.

FREITAS, R.S.; BORGES, W.L.B.; DUARTE, A.P.; TICELLI, M.; GALLO, P.B.; CAZENTINI FILHO, G.; MARTINS, F.M.; STRADA, W.; GOMES, E.N. Sorgo granífero no estado de São Paulo - Avaliação de cultivares. **Pesquisa & Tecnologia**, v.8, n.2, jul./dez. 2011.

GLOBESSO, A. A. O.; D'AURIA, E.; PREZOTTO, L. D.; RENNO, F. P. Substituição de milho por sorgo triturado ou extrusado em dietas para equinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, p.2011-2016, 2008.

GONÇALVES, G.M. **Adaptabilidade e estabilidade em cana-de-açúcar por algoritmos de regressão, estatística P₁ e modelagem mista**. 2009. 78f. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, 2009.

HUEHN, M. Nonparametric measures of phenotypic stability. Part 1 and 2: Theory and Applications. **Euphytica**, v.47, n.3, p.189-201, 1990.

ITAVO, C. C. B. F.; MORAIS, M. G.; ÍTAVO, L. C. V.; SOUZA, A. R. D. L.; DAVY, F. C. A.; BIBERG, F. A.; ALVES, W. B.; SANTOS, M. V. Consumo e digestibilidade de nutrientes de dietas com silagens de grãos úmidos de milho ou sorgo, em ovinos. **Arquivos Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 61, n. 2, 2009.

LANDAU, E. C.; SANS, L. M. A. **Clima na produção do sorgo**. 4.ed. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2008.

LIN, C. S.; BINNS, M. R. A superiority measure of cultivar performance for cultivar x location data. **Canadian Journal of Plant Science**, v.68, n.3, p.193-198, jan. 1988.

LOPES, S.J.; STORCK, L.; LÚCIO, A.D.; LORENTZ, L.H.; LOVATO, C.; DIAS, V. de O. Tamanho de parcela para produtividade de grãos de sorgo granífero em diferentes densidades de plantas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.40, p.525-530, 2005.

MAGALHÃES, P.C.; DURÃES, F.O.M. **Ecofisiologia da produção de sorgo**. Sete Lagoas: Embrapa, 2003. 4p. (Comunicado Técnico, 87).

MAGALHÃES, P.C.; DURÃES, F.O.M.; RODRIGUES, J.A.S. **Cultivo do sorgo: ecofisiologia**. 5.ed. Sete Lagoas: Embrapa, 2009. (Sistema de Produção, 2).

MAGARI, R.; KANG, M. SAS-STABLE: Stability analysis of balanced and unbalanced data. **Agronomy Journal**, v.89, p.929-932, 1997.

MANTOVANI, E. C. **Plantio e colheita do sorgo**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo. 2003. 6p. (Comunicado Técnico, 75).

MARCHEZAN, E. Resultados do Ensaio Nacional do Sorgo em Santa Maria, RS. In: REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DO SORGO, 16, 1987, Pelotas-RS. **Anais...** Pelotas-RS: UFSM, 1987.

MARIGUELE, K. H.; SILVA, P. S. L. Avaliação dos rendimentos de grãos e forragem de cultivares de sorgo granífero. **Caatinga**, n.1/2, v.15, p.13-18, 2002.

MARIOTTI, J. A; OYARZABAL, E. S; OSA, J. M; BULACIO, A. N. R; ALMADA, G. H. Análisis de estabilidad y adaptabilidad de genótipos de caña de azúcar. I. Interacciones dentro de una localidad experimental. **Revista Agronómica del Noroeste Argentino**, v.13, n.1/4, p.105-127, 1976.

MELO, D. A. **Avaliação de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench.) e milho (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Brown) sob diferentes níveis de água no solo**. 2006. 48f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Campina Grande, Patos-PB, 2006.

MENEZES, L. F. G.; SEGABINAZZI, L. R.; BRONDANI, I. L.; RESTLE, J.; ARBOITTE, M. Z.; KUSS, F.; PACHECO, P. S.; ROSA, J. R. P. Silagem de milho e grão de sorgo como suplementos para vacas de descarte terminadas em pastagem cultivada de estação fria. **Arquivos Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.61, n.1, p. 182-189, fev. 2009.

MOKRANE, H.; AMOURA, H.; BELHANECHÉ-BENSEMRA, N.; COURTIN, C. M.; DELCOUR, J. A.; NADJEMI, B. Assessment of Algerian sorghum protein quality [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] using amino acid analysis and in vitro pepsin digestibility. **Food Chemistry**, v.121, n.3, p.719-723, 2010.

MOLINA, L.M.R. **Um estudo sobre métodos estatísticos na avaliação de interação genótipo x ambiente em linhagens de arroz (*Oryza sativa* L)**. 2007. 68f. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP, Jaboticabal, 2007.

NEUMANN, M.; RESTLE, J.; NÖRNBERG, J. L.; ALVES FILHO, D. C.; MELLO, R. O.; SOUZA, A. N. M.; PELLEGRINI, L. G. Avaliação da qualidade e do valor nutritivo da silagem de híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench). **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.3, n.1, p.120-133, 2004.

NWUGO, C. C.; HUERTA, A. J. Effects of silicon nutrition on cadmium uptake, growth and photosynthesis of rice plants exposed to low-level cadmium. **Plant and Soil**, v.311, p.73-76, feb. 2008.

OLIVEIRA, J. S.; FERREIRA, R. P.; CRUZ, C. D.; PEREIRA, A. V.; BOTREL, M. A.; PINHO, R. G. V.; RODRIGUES, J. A. S.; LOPES, F. C. F.; MIRANDA, J. E. C. Adaptabilidade e estabilidade em cultivares de sorgo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.2, p.883-889, nov. 2002.

PEREIRA, H. S.; MELO, L. C.; PELOSO, M. J. D.; FARIA, L. C. D.; COSTA, J. G. C.; DÍAZ, J. L. C.; RAVA, C. A.; WENDLAND, A. Comparação de métodos de análise de adaptabilidade e estabilidade fenotípica em feijoeiro-comum. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.44, n.4, p.374-383, abr. 2009.

PERKINS, J. M.; JINKS, J. L. Environmental and genotype-environmental components of variability. **Multiple Lines and Crosses**, v.23, p.339-356, 1968.

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

PLAISTED, R. L.; PETERSON, L. C. A technique for evaluating the ability of selections to yield consistently on different locations and seasons. **American Potato Journal**, v.36, p.381-385, 1959.

PORTAL DO AGRONEGÓCIO. **Análise de mercado**. Disponível em: <<http://www.portaldoagronegocio.com.br/conteudo.php?id=23584>>. Acesso em: 26/04/2014.

RAMALHO, M. A. P.; FERREIRA, D. F.; OLIVEIRA, A. C. **Experimentação em genética e melhoramento de plantas**. Lavras: UFLA, 2000. 326p.

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

RODRIGUES FERREIRA, S. M.; LUPARELLI, P. C.; SCHIEFERDECKER, M. E. M.; VILELA, R. M. Cookies sem glúten a partir da farinha de sorgo. **Archivos Latinoamericanos de Nutricion**, v.59, n.4, p.433-440, 2009.

RODRIGUES, J. A. S. **Expansão da cultura do sorgo**. 2011. Disponível em: <www.grupocultivar.com.br/site/contentartigos/artigos.php?id=866> Acesso em: 14/10/2014.

RODRIGUES, J. A. S. **Sorgo uma opção rentável para a safrinha**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2009. (Sistemas de produção, n.2).

ROSSE, L. N.; VENCOVSKY, R. Modelo de regressão não-linear aplicado ao estudo da estabilidade fenotípica de genótipos de feijão no Estado do Paraná. **Bragantia**, v.59, n.1, p.99-107, 2000.

SANTOS, F. G. **Cultivares de sorgo**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2003. 3p. (Embrapa Milho e Sorgo, Comunicado Técnico, 77).

SCHOBER, T. J.; BEAN, S. R. ; BOYLE, D. L. Gluten-Free Sorghum Bread Improved by Sourdough Fermentation: Biochemical, Rheological, and Microstructural Background. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.55, p.5137-5146, 2007.

SCOTT, A. J.; KNOTT, M. A cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. **Biometrics**, v.30, n.3, p.507-512, 1974.

SHUKLA, G. K. Some statistical aspects of partitioning genotype-environment components of variability. **Heredity**, v.29, p.237-245, 1972.

SILVA, A. G.; BARROS, A. S.; SILVA, L. H. C. P.; MORAES, E. B.; PIRES, R.; TEIXEIRA, I. R. Avaliação de cultivares de sorgo granífero na safrinha no sudoeste do estado de Goiás. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.39, n.2, p.168-174, 2009.

SILVA, A. G.; REZENDE, P. M.; GRIS, C. F. Consórcio sorgo-soja. ix. Influência de sistemas de cortes na produção de forragens de sorgo e soja consorciados na linha e de sorgo em monocultivo. **Ciência Agrotécnica**, v.27, n.2, p.451-461, 2003.

SILVA, A. V. **Populações microbianas em plantas de milho e sorgo, produtos da fermentação e desempenho de bovinos de corte, suplementados com suas silagens, tratadas com inoculantes microbianos**. 2001. 122f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2001.

SILVA, J. G. C. Análise de adaptabilidade por regressão segmentada com estimação da junção dos segmentos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.33, n.7, p.1013-1029, 1998.

SILVA, J. G. C.; BARRETO, J. N. An application of segmented linear regression to the study of genotype x environment interaction. **Biometrics**, v.41, n.4, p.1093, 1986.

SILVA, K. J.; MENEZES, C. B.; SANTOS, C. V.; ANDRADE, L. C.; MAGALHÃES, A. G. F.; SALDANHA, D. C. Estabilidade Fenotípica do Sorgo granífero em ensaios regionais de Produtividade. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 30, 2014, Salvador/BA. **Anais...** Salvador/BA: CNMS, 2014. CD-ROM.

SOUZA, C. N. de; SOUZA, I. F. de; PASQUAL, M. Extração e ação do sorgo leone sobre o crescimento das plantas. **Ciência e Agrotecnologia**, v.23, n.2, p.331-338, 1999.

STEEL, R. G.; TORRIE, J. H. **Principles and procedures of statistics**. 2.ed. New York: McGraw-Hill, 1980. 633p.

STORCK, L.; VENCOSKY, R. Stability analysis based on a bi-segmented discontinuous model with measurement errors in the variables. **Revista Brasileira de Genética**, v.17, n.1, p.75-81, 1994.

TAI, G. C. C. Genotypic stability analysis and its application to potato trials. **Crop Science**, v.11, n.2, p.184-90, 1971.

TEIXEIRA, P. E. G.; TEIXEIRA, P. P. M. Potencial nutritivo da silagem de sorgo. In: WORKSHOP SOBRE PRODUÇÃO DE SILAGEM NA AMAZÔNIA, 1, 2004, Belém. **Anais ...** Belém: Universidade Federal Rural, 2004. p.83-100.

TOLER, J. E.; BURROWS, P. M. Genotypic performance over environmental arrays: a non-linear grouping protocol. **Journal of Applied Statistics**, v.25, n.1, p.131-143, 1998.

VERMA, M. M.; CHAHAL, G. S.; MURTY, B. R. Limitations of conventional regression analysis, a proposed modification. **Theoretical and Applied Genetics**, v.53, n.1, p. 89-91, 1978.

WRICKE, G. Zur berechnung der okovalenz bei sommerweizen und hafer. **Pflanzenzuchtung**, v.52, p.127-138, 1965.