



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO JOÃO DEL-REI
PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE GRADUAÇÃO
BACHARELADO EM ENGENHARIA AGRONÔMICA
CAMPUS SETE LAGOAS**

BRUNO HENRIQUE MINGOTE JULIO

**SELEÇÃO DE LINHAGENS RESTAURADORAS DE SORGO
GRANÍFERO**

SETE LAGOAS - MG

2021

BRUNO HENRIQUE MINGOTE JULIO

**SELEÇÃO DE LINHAGENS RESTAURADORAS DE SORGO
GRANÍFERO**

Trabalho de Conclusão apresentado ao Curso de Engenharia Agrônômica da Universidade Federal de São João del-Rei, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Agrônômica.

Orientador: Prof. Nádya Nardely Lacerda Durães Parrella

Coorientador: Cícero Beserra de Menezes

SETE LAGOAS - MG

2021

BRUNO HENRIQUE MINGOTE JULIO

**SELEÇÃO DE LINHAGENS RESTAURADORAS DE SORGO
GRANÍFERO**

Trabalho de Conclusão apresentado ao Curso de Engenharia Agrônômica da Universidade Federal de São João del-Rei, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Agrônômica.

Sete Lagoas, 13 de agosto de 2021.

Banca avaliadora:

Prof. Dra. Nádia Nardely Lacerda Durães Parrella, Orientadora — UFSJ

Dr. Cícero Beserra de Menezes — EMBRAPA

Mestre Crislene Vieira dos Santos

Agradecimentos

Agradeço primeiramente a Deus por ter me guiado nesse caminho, me iluminar e me protegendo de todo mal, dando força para enfrentar todas as dificuldades que passei.

À minha mãe, Izilde de Fátima, pelo incentivo e por me apoiar em todos o momento, sempre estando ao meu lado, fazendo de tudo e o impossível para me ajudar.

Ao meu pai, Paulo, meus irmãos, Vanessa, Ariane, que sempre estiveram do meu lado, me apoiando e me ajudando nessa minha caminhada.

Ao meu irmão Marcos, que tenho uma enorme admiração e que me ajudou a conseguir estágio na Embrapa Milho e Sorgo e por ter conhecido o galpão de melhoramento de sorgo, pela sua paciência em seus ensinamentos, por estar sempre à disposição, pelo companheirismo, além de estar sempre comigo nas horas boas e nas ruins.

Agradeço a família do galpão de melhoramento de sorgo, aos amigos estagiários, funcionários e técnicos do galpão pelos ensinamentos e companheirismo.

Agradeço ao meu orientador Cicero por me receber e pela ajuda no estágio na Embrapa, por compartilhar seu conhecimento, pela confiança, por ser uma pessoa incrível e que se tornou um grande amigo, pelos ensinamentos profissionais e pessoais, sempre me apoiando e pela sua excelente orientação.

Agradeço ao José Avelino pela primeira oportunidade de estágio que me deu na Embrapa Milho e Sorgo, pela sua confiança, , seus ensinamentos, paciência e por estar sempre a disposição.

Agradeço a Crislene e a Karla pela excelente orientação, pelo apoio, pela paciência e disponibilidade de sempre me ajudar.

À Prof. Dra. Nádia Nardely pela disponibilidade de me orientar, pelo apoio, confiança e a todos os professores pelos ensinamentos e paciência.

Sumário

1. Introdução.....	8
2. Material e Métodos.....	9
3. Resultados e Discussão	10
4. Conclusão	14
5. Referências bibliográficas	14

NORMAS PARA FORMATAÇÃO

A formatação seguiu o padrão “artigo científico publicável”, de acordo com o periódico Revista Brasileira de Milho e Sorgo que é uma revista científica, publicada pela Associação Brasileira de Milho e Sorgo, em formato digital (ISSN online: 1980-6477). As normas para formatação deste Trabalho de Conclusão de Curso estão disponíveis em “Diretrizes do autor” no link:

<http://rbms.cnpms.embrapa.br/index.php/ojs/about/submissions#authorGuidelines>

SELEÇÃO DE LINHAGENS RESTAURADORAS DE SORGO GRANÍFERO

O melhoramento de sorgo tem por objetivo o desenvolvimento de híbridos mais produtivos e estáveis. Assim o objetivo desse estudo foi realizar a identificação e seleção de linhagem R de sorgo granífero que se mostraram mais promissoras para desenvolvimento de híbridos. O experimento foi constituído de 360 linhagens R com duas testemunhas CMSXS180R e 9503062R, que se repetiram a cada bloco no experimento, totalizando um total de 420 entradas. O delineamento experimental utilizado foi de blocos aumentados, sem repetição, constituídas por uma linha de 5 m. As características avaliadas foram altura de plantas, dias para florescimento, avaliação de doença Hemintosporiose/ Antracnose, massa de mil grãos e produtividade de grãos. Na análise de variância a interação entre as linhagens e as testemunhas foi significativa para todas as características avaliadas. As características apresentaram herdabilidade superior a 70%, exceto para massa de mil grãos que foi abaixo de 60%. Nesse trabalho as linhagens que obtiveram as melhores médias entre todas as características avaliadas foram L57 e L74, sendo mais precoces com respectivos 66 e 68 dias de florescimento, com altura de planta de 95 e 90 cm, junto com uma alta produtividade de respectivamente 7,65 e 8,78 t.ha⁻¹, superior as das testemunhas.

Palavras-chave: *Sorghum bicolor* (L.) Moench. Melhoramento de plantas, Desenvolvimento de linhagens. Melhoramento de sorgo.

SELECTION OF GRAIN SORGHUM RESTORER LINES

Sorghum breeding aims to develop more productive and stable hybrids. Thus, the aim of this study was to identify and select the grain sorghum R strain that proved to be the most promising for hybrid development. The experiment consisted of 360 R lines with two controls CMSXS180R and 9503062R, which were repeated in each block in the experiment, totaling 420 entries. The experimental design used was enlarged blocks, without repetition, consisting of a 5 m line. The characteristics evaluated were plant height, days to flowering, evaluation of Hemintosporiosis/Anthracnose disease, thousand grain mass and grain yield. In the analysis of variance, the interaction between strains and controls was significant for all characteristics evaluated. The traits presented heritability higher than 70%, except for the mass of a thousand grains, which was below 60%. In this work, the lines that obtained the best averages among all the evaluated traits were L57 and L74, being precocious with their respective 66 and 68 days of flowering, with plant height of 95 and 90 cm, along with a high productivity of respectively 7, 65 and 8.78 t.ha⁻¹, higher than those of the controls.

Keywords: *Sorghum bicolor* (L.) Moench. Plants breeding. Lines development. Sorghum improvement.

1. Introdução

O sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) é o quinto cereal mais importante do mundo, depois do trigo, milho, arroz e cevada (Menezes et al., 2015). A produtividade média de sorgo granífero em 2019/2020 foi de 2.49 milhões de toneladas, em uma área de aproximadamente 835,2 mil hectares (Conab 2020).

O sorgo é uma planta de clima tropical, apresenta o seu máximo potencial produtivo entre as temperaturas de 20 a 33 °C. O continente africano é o centro de origem e de diversidade, o que lhe conferiu mecanismos adaptativos e certa rusticidade, como a tolerância ao déficit hídrico superior do que outras plantas, como exemplo o milho (Guimarães; Landau 2015).

Nos últimos anos o sorgo granífero aumentou a produção brasileira de grãos, sendo muito utilizado como cultura de segunda safra, no plantio em sucessão ao cultivo da soja (Ramalho et al., 1993; Cruz et al., 2012). No Brasil vem sendo utilizado para a alimentação animal, pois apresenta um baixo custo de implantação, e maior resistência ao estresse hídrico, que a cada ano vem se tornando mais severo, devido as mudanças climáticas. Desta forma, o sorgo é uma ótima opção como complementação nas formulações das rações para alimentação animal (Rodrigues et al., 2014).

De maneira geral, o desenvolvimento de linhagens é uma importante etapa do programa de melhoramento genético do sorgo. A partir do melhoramento das linhagens é possível o desenvolvimento de cultivares mais resistentes, e tolerantes aos fatores bióticos e abióticos. Através do cruzamento de linhagens há obtenção de novos híbridos, mais resistentes e produtivos (Santos et al. 2005). Contudo, isso só foi possível com a descoberta da macho esterilidade genética, com herança materna, que possibilitou o desenvolvimento de híbridos de maneira mais eficiente, e que ainda hoje permite o uso do sistema de linhagens A (Macho estéril), B (Mantenedora) e R (Restauradora). Isto porque, anteriormente à descoberta das fontes de macho esterilidade em sorgo, os cruzamentos somente eram realizados pela emasculação manual das linhagens, que seriam genitores femininos e o posterior cruzamento dessa planta emasculada com um genitor masculino, doador de pólen (Schertz, 1973; Secrist & Atkins, 1989).

Durante a etapa de combinação entre as linhagens é importante realizar o estudo da capacidade geral e específica de combinação, para o estudo dos melhores híbridos (Paterniani & Campos, 2005; Ramalho et al., 2012). Dessa forma, o desafio do melhorista é, *a priori*, o desenvolvimento de linhagens parentais A e B (genitores

feminino) e R (genitor masculino), com ótimo desempenho agrônomo para características de interesse, que possam resultar em bons pais. Com isso, a possibilidade de se fazer a geração de híbridos mais produtivos e vigorosos é ampliada.

A obtenção e seleção de linhagens R é um importante processo no programa de melhoramento, para a restauração da fertilidade da linhagem A (macho-estéril) e o grupo que apresenta mais características de interesse para o programa de melhoramento, por possuir maior variabilidade (Kenga et al., 2004; Menezes et al., 2014; Menezes et al., 2017; Oliveira et al., 2019).

Diante do exposto, o objetivo do presente estudo foi realizar a identificação e seleção de linhagem R de sorgo granífero mais promissoras para desenvolvimento de híbridos, com base em caracteres de interesse agrônomo.

2. Material e Métodos

O experimento foi conduzido no ano agrícola de 2020, na estação experimental da Embrapa Milho e Sorgo, situada em Sete Lagoas-MG, 19° 27' 57" de latitude Sul e 44° 14' 49" de longitude Oeste, altitude de 732 metros.

Foram avaliadas 360 linhagens R com duas testemunhas, CMSXS180R e 9503062R, já utilizados como parentais masculinos no programa de melhoramento de sorgo granífero, que se repetiram em cada um dos 30 blocos do experimento, totalizando 420 entradas. O delineamento experimental utilizado foi de blocos aumentados, sem repetição, constituídas por linhas de 5 m, com espaçamento de 0,5 m entre linhas, sendo a semeadura realizada em março de 2020.

A semeadura foi realizada de forma mecanizada, com 10 a 12 plantas por metro, e estande final de 180.000 mil plantas por hectares. Antes da semeadura foi realizada uma aplicação de 400 Kg.ha⁻¹ de adubo 8-28-16 (NPK) com FPT, e 25 dias depois da emergência foi aplicado 160 kg.ha⁻¹ de ureia, em cobertura. Após a semeadura foi realizada uma aplicação de herbicida pós-emergente (Atrásina), na dosagem de 3 L.ha⁻¹. E os tratos foram realizados de acordo com a necessidade da cultura. No experimento foi utilizada a irrigação por aspersão para suplementar a necessidade de água da cultura, de acordo com a recomendação técnica de aproximadamente 450 mm.

Foram avaliadas as características de: altura de plantas (Alt), medida desde a base da planta na superfície do solo, até a ponta da panícula; florescimento (Flor) em

que é anotado no dia em que terço médio da panícula do sorgo apresenta flores abertas e pólen, e com 50% da parcela florida; as avaliações das doenças hemintosporiose (*Helminthosporium turcicum*) (Ht) e antracnose (*Colletotrichum graminicola*) (Ant) foram efetuadas por meio da classificação visual por notas de 1 a 5 (1 = Resistente e 5 = suscetível), e transformadas utilizando \sqrt{x} ; massa de mil grãos (P1000) escolhidos aleatoriamente após a trilha e pesados; e produtividade de grãos (PG), calculado pelo peso total dos grãos, quantidade de panículas, e, posteriormente, extrapolada para 180.000 plantas, com resultado em t.ha⁻¹.

O modelo estatístico de análise de blocos aumentados foi :

$$Y_{iyk} = \mu + E_i + B_{(i)j} + G_k + \varepsilon_{ijk}$$

Y_{iyk} é o valor observado do tratamento k , no bloco j , do experimento i ; E_i é o efeito do experimento i ; $B_{(i)j}$ é o efeito do bloco j , $j=1...30$, dentro do experimento i ; G_k é $T_{k'} + T_{(j)k}$, sendo G_k o efeito do tratamento. $T_{k'}$ é o efeito fixo do tratamento comum, $k'=1...2$; $T_{k'}$: efeito fixo do tratamento comum, $k' = 1$; $T_{(j)k}$ é o efeito aleatório do tratamento regular k dentro do bloco j , sendo $k=1...420$; $T_{(j)k} \sim \text{NID}(0, \sigma^2)$. ε_{ijk} é o efeito do erro experimental.

As análises estatísticas foram realizadas por meio do programa computacional R versão 3.1.1, pacote *augmented RCBD*, sendo realizadas as análises de variância (R CORE TEAM, 2014).

Além disso, foram gerados gráficos com agrupamento das linhagens, de acordo com as médias, para algumas características.

3. Resultados e Discussão

Na análise de variância apresentada na Tabela 1, foi observado que o efeito de das Linhagens vs testemunha foi significativo a 1% de probabilidade para todas as características avaliadas indicando que houve diferença entre os materiais avaliados. E de acordo com a avaliação somente das Testemunhas, podemos notar a significância de 1% para todas as características avaliadas e de 5% para Alt e exceto para P1000 que foi não significativo. A avaliação dos blocos foi não significativa para todas as características avaliadas. De acordo com a classificação proposta por Pimentel-Gomes (2009), o Coeficiente de variação (CV) abaixo de 20% é um padrão satisfatório para

todas as características avaliadas em campo. Considerando este parâmetro, pode-se dizer que as características Altura de planta (Alt) 3.64%, Antracnose (Ant) 5.39%, Florescimento (Flor) 6.67%, Helmintoporiose (Ht) 15.56%, Massa de mil grão (P1000) 15.53% e para Produção de grão (PG) 16.52% apresentaram um CV que demonstra precisão experimental e confiabilidade nos resultados obtidos.

Na Figura 1 está representada a herdabilidade para todas as características avaliadas no experimento, distribuídas entre as categorias baixa, média, e alta. A herdabilidade é a parte herdável da variância genética, que pode ser passada para a geração seguinte, e, com isso, é interessante que as características apresentem alta herdabilidade, tornando o progresso genético viável. Com isso é possível obter um maior ganho genético com a seleção dessas linhagens R como parentais masculinos. Dessa forma, a característica que apresenta maior herdabilidade é resistência à Ht, apresentando um ganho de 95%, logo em seguida a Alt com 84%, Flor com 80%, PG com 73% e resistência Ant com 73%. Esses valores de herdabilidade são semelhantes aos obtidos por da Silva et al. (2016) que obtiveram resultados de 87,21% para Flor, 85,50 para Alt, 75,67% PG e 79,94% para Ant trabalhando com sorgo granífero. Em relação ao P1000 a herdabilidade foi de 59%, em que esse resultado demonstra haver uma correlação com as outras variáveis sendo necessária a seleção conjunta. Já, no trabalho realizado sobre sorgo por Cruz & Regazzi (1997) valores mais altos que 70% para todas as características demonstram melhor oportunidade de obter sucesso na seleção desses genótipos por tais características.

A figura 2 apresenta a produtividade de grãos em toneladas por hectares, de todas as 362 linhagens, que foram distribuídas em 10 grupos de produtividade. Assim, pode-se observar que as duas testemunhas estão no grupo 5 e 6, apresentando estatisticamente a mesma produtividade, com média de 7 t.ha⁻¹. Dessa forma, as linhagens que estão no grupo 8 até o 10 foram as que superaram as duas testemunhas, tendo uma produtividade acima de 7 t.ha⁻¹ e as piores linhagens foram as que apresentaram produtividade abaixo de 4 t.ha⁻¹, que são as linhagens que estão no grupo 1. Esse agrupamento de genótipos também foi realizado por Perazzo (2012), em cultivares de sorgo no semiárido, formando 5 grupos, sendo possível observar a existência de variabilidade entre os genótipos que mais se destacaram.

Na figura 3 estão representadas todas as 362 linhagens, divididas em 10 grupos com diferentes médias de florescimento. Dessa forma, as linhagens que se apresentam mais precoce são as que estão incluídas no grupo 1 até o grupo 3, que tiveram florescimento abaixo de 75 dias, que foi a média de dias apresentada pelas duas testemunhas. O florescimento é uma importante fase do ciclo do sorgo, estando este mais sensível ao estresse hídrico neste estágio de desenvolvimento reprodutivo. Nas sementeiras realizadas em meados de março, o florescimento ocorre aproximadamente em maio/junho, coincidindo com um período de baixa precipitação, e, dessa forma, quanto mais precoce for o sorgo, menor vai ser o tempo de exposição deste ao estresse hídrico, e, portanto, maior a possibilidade de escape (Menezes et al., 2015). Nesse agrupamento é possível observar um grande número de linhagens precoces, incluídas nos grupos G1 e G2, que apresentaram médias de florescimento entre 60 e 67 dias, respectivamente. Além disso, essas linhagens dos grupos G1 e G2 foram mais precoces do que as testemunhas, que floresceram aos 75 e 80 dias.

A massa de mil grãos das 362 linhagens está representada na figura 4, que mostra a distribuição desses genótipos em 9 grupos de P1000. As duas testemunhas estão representadas no grupo 4 com P1000 médio de 22 gramas e as linhagens que apresentaram P1000 estatisticamente superior as testemunhas são os genótipos que estão contidos nos grupos de 5 até 9 com P1000 superior a 25 g. No trabalho realizado por Heckler (2002) com híbridos de sorgo granífero ele obteve resultados similares, que variaram entre 23,4 a 32,3 g, mostrando que as linhagens avaliadas no presente estudo demonstraram massa de mil compatível com o de híbridos, que em teoria tende a ser superior ao de linhagens parentais.

A tabela 2 apresenta as 21 melhores linhagens quanto a Ht, Ant, Flor, Alt, PG e P1000. Estas linhagens foram selecionadas pela combinação das características. Os principais parâmetros foram a fitossanidade e a produtividade de grãos. Observando o florescimento (Flor), as linhagens que se apresentaram como as mais precoces que ambas as testemunhas tiveram média de 76 dias para florescimento, sendo as linhagens L57, L74 e L88, com respectivos dias de florescimento de 66, 68 e 68 dias em que no trabalho realizado por Guedes et al. (2007) obteve média de 69 dias para as linhagens de sorgo granífero avaliadas.

A altura de planta (Alt) das linhagens selecionadas variou entre 90 a 130 cm. Para as testemunhas a altura oscilou entre 78 a 98 cm, o que demonstra que as alturas

das linhagens estão dentro da recomendada, segundo Menezes et al. (2015). As alturas de plantas foram menores que a obtida por Guedes et al. (2007) que obteve média de altura de 140 cm nas linhagens de sorgo granífero. Para a resistência a Ht dentre as 21 linhagens selecionada todas apresentaram nota 1, demonstrando resistência a essa doença. De acordo com Craig & Odvody (1992), o meio mais eficiente de se controlar a doença é por meio da resistência genética, sendo o método mais eficiente e barato para se controlar essa doença. Atualmente existem 8 produtos certificados para controle de helmintosporiose e antracnose no sorgo, sendo fungicidas sistêmicos como o *Cercobin*. Contudo, a maioria dos híbridos existentes no mercado já apresentam alta resistência à estas doenças, sendo, portanto, a resistência genética, o método mais eficiente de controle da doença. Tendo o controle químico como uma estratégia importante, mas de segundo plano.

Para a resistência à antracnose (Ant) podemos observar que as linhagens que apresentaram melhor resistência que as testemunhas foram as linhagens L18, L28, L44, L99, que obtiveram nota 1. Segundo Costa et al. (2008), a antracnose é uma doença que pode afetar diretamente a qualidade dos grãos e a sua produtividade, chegando a uma perda superior a 80% na lavoura.

Em relação a PG, as linhagens que obtiveram média de produtividade acima das testemunhas L361 e L362 com produtividades de 6,49 t.ha⁻¹, e de 6,91 t.ha⁻¹, respectivamente, foram os tratamentos L86 (9,23 t.ha⁻¹), L74 (8,78 t.ha⁻¹), L92 (8,10 t.ha⁻¹) e o L352 (7,80 t.ha⁻¹), que apresentaram médias de produtividade superiores à produção nacional, que, em 2019/2020 que foi de 2,99 t.ha⁻¹ (CONAB 2020). No trabalho realizado por Guedes et. al (2007) ele obteve produtividade média de 5 t.ha⁻¹ demonstrando que as linhagens avaliadas no presente trabalho tiveram produtividade acima dessas outras linhagens de sorgo.

Em relação ao P1000 todas as 21 linhagens selecionadas apresentaram média superior a 22 g, que foi a média das duas testemunhas (L361 e L362) sendo as linhagens L74 e L50 que tiveram maior P1000, de 31,52 e 31,31 g, respectivamente. Isso demonstra que, as 21 linhagens selecionadas possuem um peso de grão superior às testemunhas, e superior aquelas obtidas por Silva et al. (2009), que foram de 17,97 g que avaliou o cultivo de híbridos de sorgo granífero na safrinha.

4. Conclusão

Foi possível selecionar linhagens restauradoras R com desempenho superior ao das testemunhas já utilizadas como parentais no programa de sorgo granífero. O estudo apresentou variabilidade entre as linhagens avaliadas. As linhagens possuem média a alta herdabilidade para todas as características, e que, o progresso genético é um objetivo alcançável para os híbridos descendentes dessas linhagens.

As linhagens L57 (7,65 t. ha⁻¹) e L74 (8,78 t. ha⁻¹) foram as que mais se destacaram entre as 362 avaliadas, apresentando uma maior precocidade, baixa altura de plantas, junto com uma alta produtividade, que foi superior às das testemunhas, além de apresentar resistência à helmintosporiose e antracnose. Além disso, as linhagens L86, L92, L300 e L352 também se mostraram promissoras nas características avaliadas, superando as testemunhas em todas as características avaliadas.

5. Referências bibliográficas

- COSTA, R. V.; CASELA, C. R.; ZAMBOLIM, L.; SANTOS, F. G.; FERREIRA, A. S. Controle genético da resistência do sorgo à antracnose foliar (*Colletotrichum sublineolum*). Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2008. Comunicado técnico 162.
- CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Acomp. safra bras. grãos, v. 7 - Safra 2019/20 - Décimo segundo levantamento, Brasília, p. 1-68, setembro 2020.
- CRAIG, J. & ODVODY, G.N. Current status of sorghum downy mildew control. In: de MILLIANO, W. A. J.; FREDERIKSEN, R. A. & BERGSTON, G. D. (eds.). Sorghum and millet diseases: a second world review. Patancheru, Índia: Internacional Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics, p.213- 217. 1992.
- CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J. Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético. Viçosa: Editora da UFV, 1997. 390 p
- CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, P. C. S. Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético. Viçosa: UFV, Imprensa universitária, v.1, 2012.
- DA SILVA, K. J., Teodoro, P. E., Zanatto, I. B., Sponchiado, S., de Menezes, C. B., & Tardin, F. D. Predição de ganhos genéticos em híbridos de sorgo granífero. In: Embrapa Milho e Sorgo-Artigo em anais de congresso (ALICE). In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 31., 2016, Bento Gonçalves. Milho e sorgo:

inovações, mercados e segurança alimentar: anais. Sete Lagoas: Associação Brasileira de Milho e Sorgo, 2016.

GUEDES, F. L., Tardin, F. D., de Magalhães, J. V., NASCIMENTO, J., dos SANTOS, F. G., & SCHAFFERT, R. Avaliação fenotípica de linhagens de sorgo granífero quanto a tolerância a seca em pós-florescimento. In: Embrapa Milho e Sorgo-Artigo em anais de congresso (ALICE). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO DE PLANTAS, 4., 2007, São Lourenço. Melhoramento de plantas e agronegócio: Anais... Lavras: UFLA: SBMP,2007.

HECKLER, J. C. Sorgo e girassol no outono-inverno, em sistema plantio direto, no Mato Grosso do Sul, Brasil. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 32, n. 3, p. 517-520, 2002.

KENGA, R.; Alabi, S.O.; Gupta, S.C. Combining ability studies in tropical sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). *Field Crops Research*, Amsterdam, v. 88, n. 2/3, p. 251-260. 2004.

MENEZES, C. B.; SALDANHA, D. C.; SANTOS, C. V.; ANDRADE, L. C.; JULIO, M. P. M.; PORTUGAL, A. F.; TARDIN, F. D. Evaluation of grain yield in sorghum hybrids under water stress. *Genetics and Molecular Research*, Ribeirão Preto, v. 14, n.4, p. 12675-12683, 2015.

MENEZES, C.B.; Carvalho Júnior, G.A.; Silva, L.A.; Bernardino, K.C.; Souza, V.F.; Tardin, F.D.; Schaffert, R.E. Combining ability of grain sorghum lines selected for aluminum tolerance. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, Viçosa, MG, v.14, n. 1, p. 42-48. 2014. DOI: 10.1590/S1984-70332014000100007.

MENEZES, C.B.; Santos, C.V.; Saldanha, D.C.; Júlio, M.P.M.; Silva, K.J.; Silva, C.H.T.; Rodrigues, J.A.S. Capacidade combinatória de linhagens e seleção de híbridos de sorgo granífero. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, Sete Lagoas, v. 16, n. 3, p. 509-523. 2017.

OLIVEIRA, I. C. M., Marçal, T. D. S., Bernardino, K. D. C., Ribeiro, P. C. D. O., Parrella, R. A. D. C., Carneiro, P. C. S., ... & Carneiro, J. E. D. S. Combining Ability of Biomass Sorghum Lines for Agroindustrial Characters and Multitrait Selection of Photosensitive Hybrids for Energy Cogeneration. *Crop Science*, v. 59, n.4, p.1554-1566.2019.

- PATERNIANI, E. E.; CAMPOS, M. S. Melhoramento do milho. In: BORÉM, A. (Ed.). Melhoramento de espécies cultivadas. 2. ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 2005. p. 491-552.
- PIMENTEL-GOMES, F. Curso de estatística experimental. 15. ed. Piracicaba: FEALQ, 2009, 451 p.
- PERAZZO, A, F.; Avaliação agronômica de cultivares de sorgo no semiárido. Dissertação para obtenção do título de Mestre em Zootecnia da Universidade Federal da Bahia 2012. 56p
- RAMALHO, M.A.P; SANTOS, J.B.; ZIMMERMANN, M.J.O. Genética quantitativa em plantas autógamas: aplicações ao melhoramento do feijoeiro. Goiânia: UFG, 1993. 271 p.
- RAMALHO, M.A.P. et al. Aplicações da Genética Quantitativa no Melhoramento de Plantas Autógamas. Lavras: UFLA, 2012. 522p
- R CORE TEAM (R version 3.1.1). The R project for statistical computing. Disponível em: < <http://www.r-project.org/index.html>>. Acesso em: 10 jul. 2014.
- RODRIGUES, J. A. S. Híbridos de sorgo forrageiro: onde estamos? Para onde vamos? VII Simpósio Sobre Manejo Estratégico da Pastagem. Viçosa, MG. Anais... p. 301- 328. 2014
- SANTOS, F.G.; CASELA, C.R.; WAQUIL, J.M. Melhoramento de Sorgo. In: BORÉM, A. Melhoramento de espécies cultivadas. Viçosa: Editora UFV – Universidade Federal de Viçosa. 2ª ed., p.605-658. 2005.
- SILVA, K. J. D. (2016) Diversidade genética entre linhagens de sorgo granífero utilizando descritores morfoagronômicos e marcadores moleculares. Viçosa: Editora UFV – Universidade Federal de Viçosa. 2016.
- SILVA AG, Barros AS, Silva LHCP, Moraes EB, Pires R, Teixeira IR. Avaliação de cultivares de sorgo granífero na safrinha o sudoeste do estado de Goiás. Pesquisa Agropecuária Tropical. 2009; 39 (2): 168- 174.
- SECRIST, R.R.; Atkins, R.E. Pollen Fertility and Agronomic Performance of Sorghum Hybrids with Different Male-Sterility-Inducing Cytoplasms. Journal of Iowa Academic Science, v.96, n.3, p.99-103. 1989.

SCHERTZ, K.F. Possible new cytoplasmic-genic sterility systems in sorghum. Proceedings of Annual Corn and Sorghum Research Conference, Am. Seed Trade Assoc. v.28, p.7-14. 1973.

Tabela 1. Análise de variância das médias para Altura de planta em cm (Alt), Antracnose (Ant), Florescimento (Flor), Helminthoporióse (Ht), Massa de mil grãos em gramas (P1000) e Produção de grão em t.ha⁻¹ (PG), para 362 genótipos de sorgo granífero, Sete Lagoas-MG.

Fonte de variação	GL	Alt	Ant	Flor	Ht	P1000	PG
Testemunhas	1	3925.01 **	0.8 *	1713.53 **	1.36 **	7.49 ns	104.75 x 10 ⁻⁶ **
Linhagens vs testemunhas	359	165.97 **	0.44 **	36.24 **	0.11 **	31.51 **	2.85 x 10 ⁻⁶ **
Bloco	29	35.76 ns	0.15 ns	2.83 ns	0.01 ns	15.62 ns	8.46 x 10 ⁻⁵ ns

Fonte de variação	GL	Alt	Ant	Flor	Ht	P1000	PG
Resíduo	29	28.18	0.13	7.47	0.01	12.93	8.20 x 10 ⁻⁵
C. V.(%)		3.64	5.39	6.67	15.56	15.53	16.52

ns P > 0.05; * P <= 0.05; ** P <= 0.01

Tabela 2. Índice de seleção de 5% sob as linhagens R avaliadas para as características; altura de plantas (Alt), antracnose (Ant), florescimento (Flor), helmintosporiose (Ht), peso de 1000 grãos (P1000), produtividade de grãos (PG), destacando as testemunhas CMSXS 180R (L361) e 9503062R (L362).

Linhagem	Flor (Dias)	Alt (cm)	Ht (1-5)	Ant (1-5)	PG (t.ha ⁻¹)	P1000 (g)
L18	72	95	1.0	1.0	6.30	29.26
L28	72	120	1.0	1.0	5.22	27.92
L38	72	110	1.0	2.0	5.40	29.40
L44	77	120	1.0	1.0	5.94	26.90
L50	77	110	1.0	2.0	5.63	31.32
L57	66	95	1.0	2.0	7.65	30.88
L73	72	110	1.0	2.0	5.10	30.78
L74	68	90	1.0	2.0	8.78	31.52
L86	72	110	1.0	2.0	9.23	27.12
L87	72	90	1.0	2.0	5.18	27.52
L88	68	110	1.0	2.0	6.12	25.96
L91	77	100	1.0	2.0	6.00	26.68
L92	72	105	1.0	2.0	8.10	27.32
L99	77	105	1.0	1.0	5.63	28.88
L100	72	95	1.0	2.0	5.70	25.46
L109	72	110	1.0	2.0	7.20	27.76
L114	72	105	1.0	2.0	6.12	28.76
L217	77	100	1.0	2.0	7.20	28.98
L220	77	115	1.0	2.0	5.40	25.04
L300	72	130	1.0	2.0	7.65	29.72
L352	72	105	1.0	2.0	7.80	25.68
L361	75	98	1.0	2.0	6.49	20.62
L362	78	78	1.0	2.5	6.91	23.33

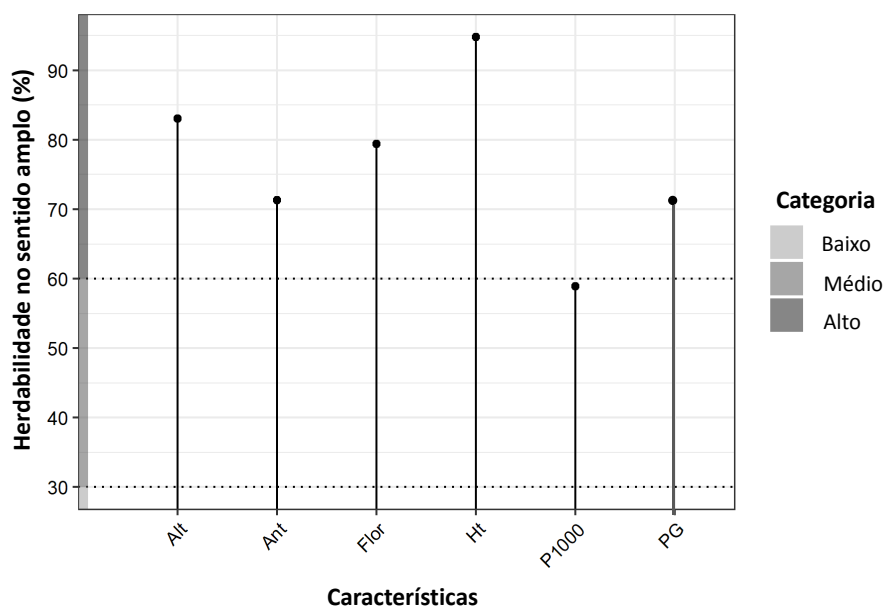


Figura 1. Herdabilidade para as características; Altura de planta em cm (Alt), Antracnose (Ant), Florescimento (Flor), Helmintoporirose (Ht), Massa de mil grãos em gramas (P1000) e Produção de grão em $t.ha^{-1}$ (PG) e suas respectivas categorias (baixa, média e alta).

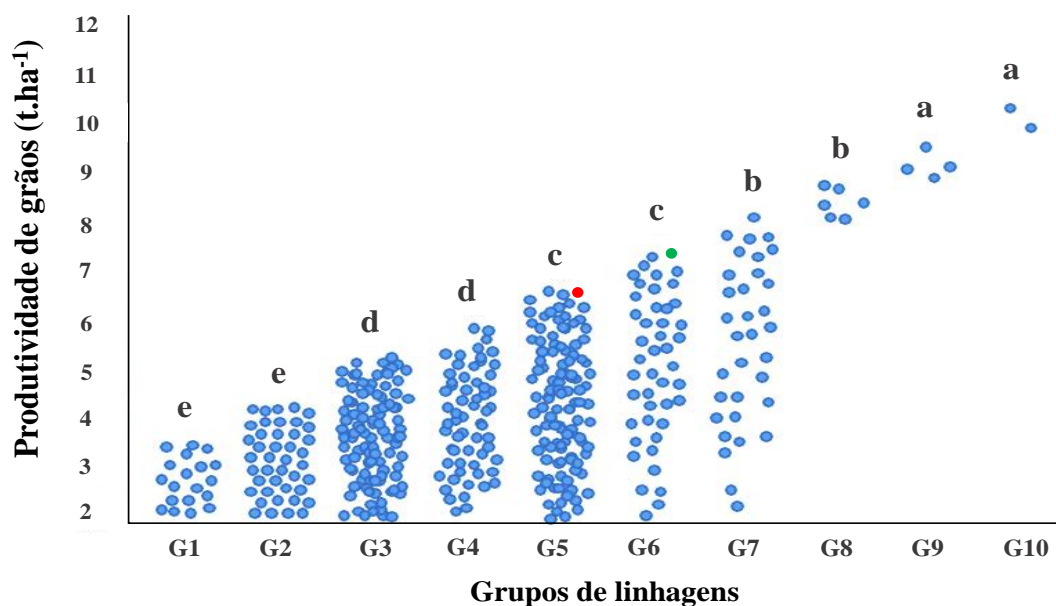


Figura 2. Produtividade grãos (PG t.ha⁻¹) das 362 linhagens classificadas em 10 grupos de produtividade, destacando as testemunhas CMSXS 180R (L361) (vermelho) e 9503062R (L362) (verde).

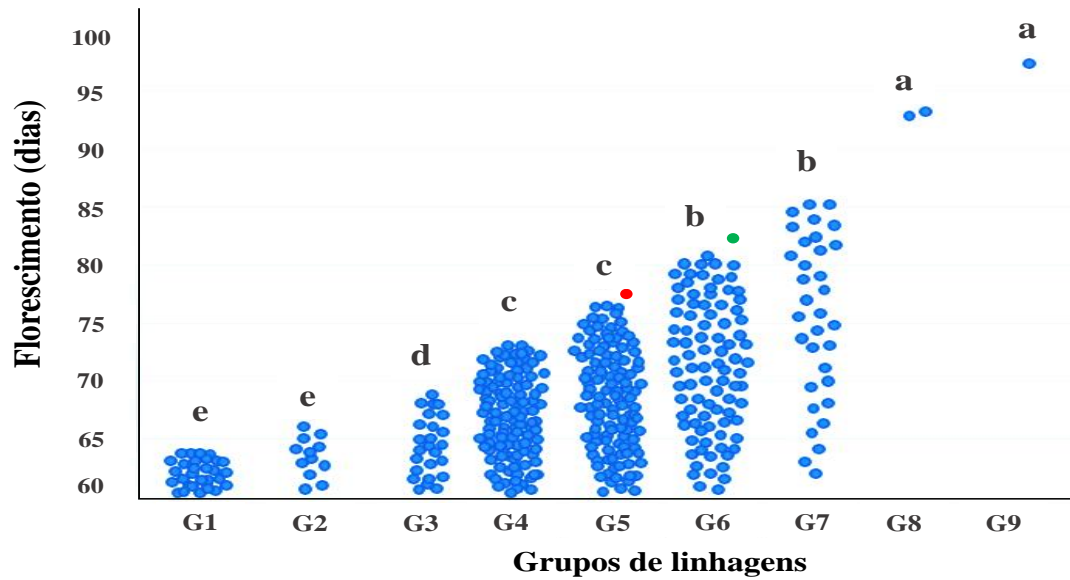


Figura 3. Florescimento (Flor) das 362 linhagens classificadas em 9 grupos de produtividade (t.ha⁻¹) destacando as testemunhas CMSXS 180R (L361) (vermelho) e a testemunha 9503062R (L362) (verde).

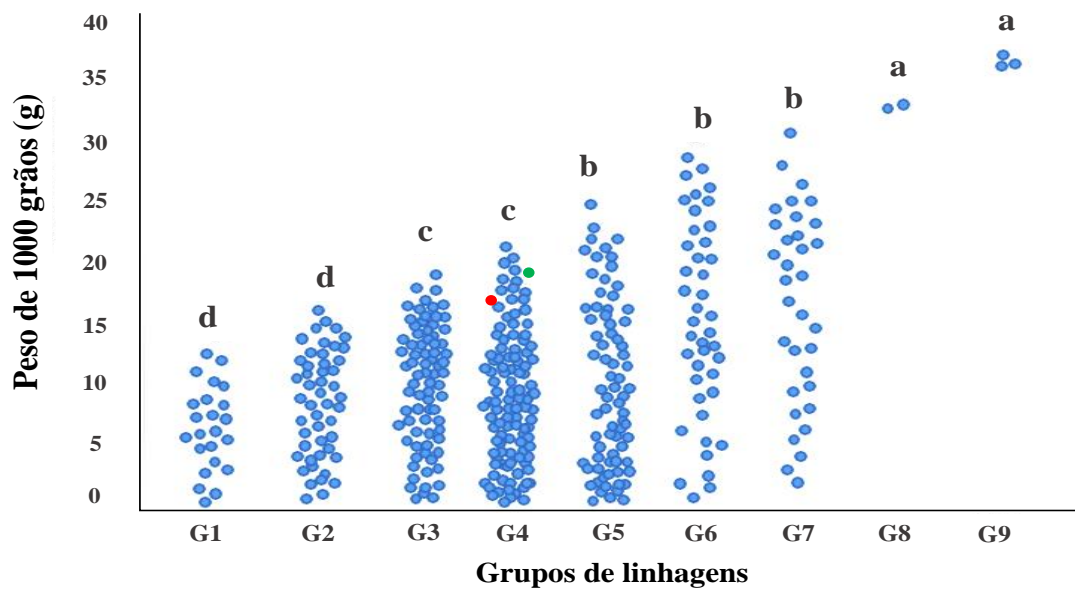


Figura 4. Massa de 1000 grão (P1000) em gramas das 362 linhagens classificadas em 9 grupos de produtividade, destacando as testemunhas CMSXS 180R (L361) (vermelha) e 9503062R (L362) (verde).