

DESEMPENHO AGRONÔMICO E POTENCIAL DE PRODUÇÃO DE CULTIVARES DE MILHO PARA SILAGEM

Bruno Luiz dos Santos¹; Ricardo Machado da Silva^{1*}; Júlia Rossi Ferreira¹; Julia Varjão Nascimento¹; Julio Cesar Raposo de Almeida¹; Pedro Aldo Amadei²; Sergio Henrique Canello Schalch².

¹Departamento de Ciências Agrárias da Universidade de Taubaté,

²Unidade Regional de Pesquisa e Desenvolvimento de Pindamonhangaba (SP)

*Autor correspondente: ricardo.msilva@unitau.br

RESUMO

Através do melhoramento genético (*Zea mays* L.), todos os anos são disponibilizados diversos híbridos de milho com características específicas para diferentes propósitos. Com o objetivo de avaliar o desempenho de quatro cultivares de milho (AL-Piratininga, BM3063 Pro3, LG36700 Vip3 e SHS7940 Pro3) na produção de silagem e de grãos, foi instalado um experimento na Unidade Regional de Pesquisa e Desenvolvimento da Agência Paulista de Tecnologia para os Agronegócios (URPD - APTA Regional de Pindamonhangaba (SP), arranjado em delineamento inteiramente ao acaso com 4 repetições. Os resultados foram submetidos a análise de variância e as médias dos tratamentos foram comparadas com o teste Tukey (5%), utilizando o programa estatístico SISVAR. Ao atingir o estágio de grão pastoso, realizou-se o corte das plantas a 10 centímetros do solo, para determinação da produtividade de matéria verde e matéria seca de silagem, determinando-se também a altura da planta e da inserção de espiga. Ao final do ciclo determinou-se a produtividade de grãos. A variedade AL-Piratininga (2,5 m) apresentou porte mais alto, seguida pelas cultivares BM3063 e LG36700 (2,2 m) e SHS7940 (2 m). Em relação à inserção de espiga, verificou-se que as cultivares AL-Piratininga (1,40) e LG36700 (1,29) apresentaram inserção da espiga mais elevada que as cultivares amostras BM3063 (1,17 m) SHS7940 (1,15 m). Quanto à produtividade de matéria verde, verificou-se que as cultivares SHS7940 (50.168 kg ha⁻¹) e LG36700 (44.699 kg ha⁻¹) produziram mais produtivas que as cultivares AL-Piratininga (35.277 kg ha⁻¹) e BM3063 (35.258 kg ha⁻¹). Em relação à produtividade de matéria seca, constatou-se que as cultivares SHS7940 (17.577 kg ha⁻¹) e LG36700 (15.251 kg/ha⁻¹) apresentaram melhor desempenho que as cultivares BM3063 (12.416 kg ha⁻¹) e AL-Piratininga (11.591 kg ha⁻¹). No que se refere a produtividade de grãos verificou-se que as cultivares SHS7940 (7.910 kg ha⁻¹) e LG36700 (7.457 kg ha⁻¹) foram mais produtivas do que as cultivares BM3063 (4.090 kg ha⁻¹) e AL-Piratininga (3.516 kg ha⁻¹).

Palavras-chave: Zea Mays L, produtividade, melhoramento genético, interação genótipo ambiente.

Agronomic performance and silage production of maize cultivars

ABSTRACT

Every year Through plant breeding several corn hybrids are created for different purposes. The aim of this study was evaluating four corn cultivars (AL-Piratininga, BM3063 Pro3, LG36700 Vip3 and SHS7940 Pro3) for silage and grains productivity. The experiment was carried out at Unidade Regional de Pesquisa e Desenvolvimento da Agencia Paulista de Tecnologia para os Agronegócios (URPD - APTA Regional de Pindamonhangaba, SP, Brazil, in a completely randomized design with 4 replications. The results were compared with Tukey's test (5%) after the analysis of variance using the SISVAR statistical program. Plants were harvested to estimate the productivity of green and dry matter, plant height, ear insertion in the pasty grain stage and the grain productivity at the end of cycle. The AL-Piratininga variety (2.5 m) was higher than BM3063 and LG36700 (both with 2.2 m) that were higher than SHS7940 (2 m). The ear insertion height of AL-Piratininga (1.40m) and LG36700 (1.29 m) were superior to BM3063 (1.17 m) and LG36700 (1.15 m). The green matter production of cultivars SHS7940 (50,168 kg ha⁻¹) and LG36700 (44,699 kg ha⁻¹) were superior than cultivars AL-Piratininga (35,277 kg ha⁻¹) and BM3063 (35,258 kg ha⁻¹). Similarly, the dry matter productivity of SHS7940 (17,577 kg ha⁻¹) and LG36700 (15,251 kg ha⁻¹) showed higher productivity than BM3063 (12,416 kg ha⁻¹) and AL-Piratininga (11,591 kg ha⁻¹). The grain productivity of SHS7940 (7,910 kg ha⁻¹) and LG36700 (7,457 kg ha⁻¹) were higher than BM3063 (4,090 kg ha⁻¹). and AL-Piratininga (3,516 kg ha⁻¹).

Keywords: Zea Mays L, productivity, genetic improvement, genotype-environment interaction.

1. INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) é um cereal de grande importância agrícola, sendo o Brasil o terceiro maior produtor mundial, ficando apenas atrás dos Estados Unidos e a China. Nos últimos 22 anos a produção do milho aumentou aproximadamente 75% e para a safra 2023/24 estima-se que a área plantada será de mais de 21 milhões de hectares, com produção superior a 118 milhões de toneladas do grão e uma produtividade média de 5622kg/ha (CONAB, 2023).

Em função do bom rendimento de matéria verde e excelente qualidade bromatológica, o milho se destaca também como volumoso para alimentação de bovinos sob forma de silagem devido ao baixo custo operacional e boa aceitabilidade dos animais (EMBRAPA, 2021).

A qualidade de silagem de milho pode variar conforme as condições climáticas, tipo de solo, manejo cultural e especialmente em relação da escolha da cultivar. Segundo Durães (2023), o Brasil detém mais de 6.000 registros de cultivares de milho no Registro Nacional de Cultivares (RNC), de genética convencional, híbridos simples progenitor e linhagem parental e material experimental/pré-comercial – convencional e geneticamente modificados.

O resultado da interação entre seus potenciais genéticos e o meio ambiente resulta em uma boa performance do cultivar. Atendendo as necessidades do cultivar, melhorando as condições ambientais, permite aos genótipos maximizar a exploração do potencial genético das sementes comercializadas, proporcionando aumento de produtividade sem alterar custo na produção (PATERNIANI, 1988).

No Estado de São Paulo os cultivares são avaliados por região, de acordo com as principais características climáticas e os sistemas de produção. Poucos materiais se sobressaem em todas condições do Estado, com isso, para se fazer a recomendação do material para o produtor, torna-

se essencial conhecer as interações genótipos x ambiente é fundamental para a escolha correta do cultivar. A interação genótipo x ambiente, é definida como alterações de comportamento relativo de determinado cultivar, comparando com os demais em diferentes condições ambientais (COSTA, 2010).

Nesse sentido, o objetivo desse trabalho foi avaliar o desempenho de quatro cultivares de milho para silagem no Vale do Paraíba – SP.

2. MATERIAL E MÉTODO

O experimento foi realizado na Unidade Regional de Pesquisa e Desenvolvimento (URPD) em Pindamonhangaba – SP, situado a 549 metros de altitude, contendo as seguintes coordenadas geográficas: Latitude 22° 56' 47.15" Sul, Longitude 45° 26' 09.31" Oeste. Situado na região sudeste do Estado de São Paulo, o clima regional, segundo a classificação de Köppen, foi considerado como Cwa, com o verão quente e chuvoso, inverno seco ameno. Ao longo do período experimental compreendido entre a semeadura (29 de novembro de 2022) e a colheita dos grãos (12 de abril de 2023) as temperaturas mínimas, média e máxima registradas foram de 13,5°C, 24,1°C e 34,8°C, respectivamente (Figura 1).

O volume total de chuva acumulado durante os 135 dias de cultivo atingiu 938,8 mm, sendo precipitados em 96 dias: 215 mm (dezembro/22), 131,1 mm (janeiro/23), 274,6 mm (fevereiro/23), 273,8 mm (março/23) e 43,9 mm (12 dias de abril/23). Cabe destacar que no dia 10 de fevereiro ocorreu uma tempestade com rajadas de ventos fortes de 85 km/h, aproximadamente (VANGUARDA, 2023).

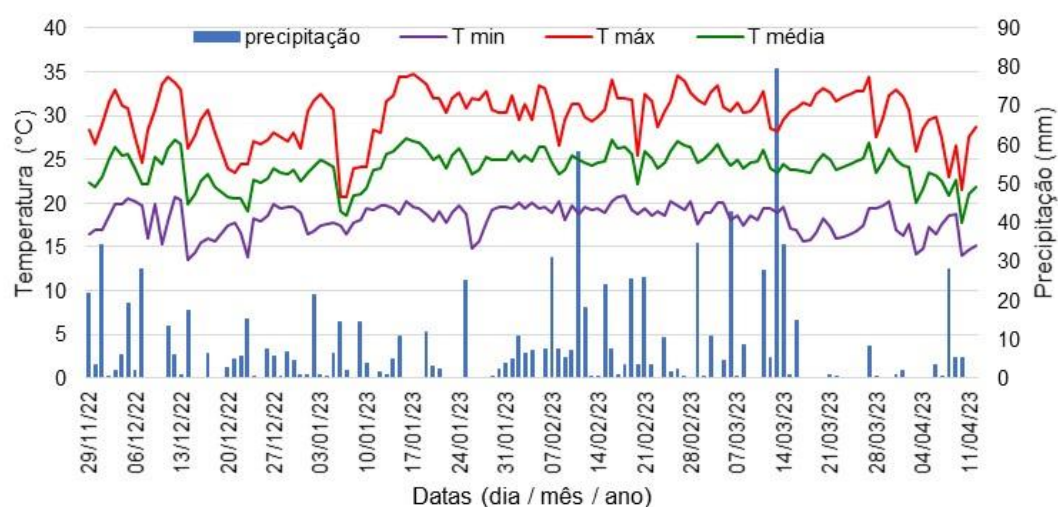


Figura 1. Precipitação pluvial e temperaturas máxima, média e mínima registradas durante o experimento, no período de 29 novembro de 2022 a 12 de abril de 2023, em Pindamonhangaba (SP). (Fonte: adaptado de IAC)

A topografia da área se caracteriza por terras de declividade suave. O solo segundo o sistema brasileiro de classificação do solo (EMBRAPA, 2006) é do tipo Latossolo Vermelho Amarelo distrófico.

O ensaio foi constituído por quatro tratamentos, sendo 3 híbridos e 1 variedade de milho. A relação dos materiais se encontra na Tabela 1.

Tabela 1. Relação dos materiais (híbridos e variedade), que constituíram o ensaio regional de cultivares de milho 2022/2023.

Empresa	Cultivar	
Biomatrix	BM3063 Pro3	Híbrido
CATI	AL-Piratininga	Variedade
LG	LG36700 Vip3	Híbrido
Santa Helena	SHS7940 Pro3	Híbrido

A instalação foi realizada de acordo com o delineamento inteiramente casualizado com 4 repetições. Os resultados foram submetidos a análise de variância utilizando-se o programa SISVAR e, em caso de teste F significativo ($p < 0,05$) fez-se a comparação das médias pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A parcela experimental foi constituída por 8 linhas de 6 metros, com espaçamento de 80 cm entre linhas e 5 sementes por metro. A parcela útil de avaliação foi constituída das 4 linhas centrais sendo que as 4 linhas das extremidades foram consideradas bordaduras.

O plantio foi realizado no dia 28 de novembro, de forma manual, com uma semente por cova e com uma profundidade de 2 cm. O estande foi correspondente a 66.250 plantas por hectare.

Os tratos culturais foram realizados seguindo as recomendações da cultura do milho para a região e em conjunto com a análise de solo para aplicação de adubação.

Na adubação de plantio, foi utilizado 350 kg ha⁻¹ de NPK 08 24 12. Na cobertura, foram utilizados 430kg de NPK 20 05 20 por hectare.

Para tratamento fitossanitário, foi aplicado 1 litro por hectare de Klorpan + 1,0 kg Prometa por hectare na primeira pulverização. Na segunda pulverização, foi aplicado 1 litro por hectare de Pirate + 250mL Platinum Neo por hectare + 600mL Troppa por hectare. Na terceira e última pulverização, realizada via drone, foi aplicado 4 litros ha⁻¹ de Atrazina + 1 litro Nicosulfuron/ ha⁻¹.

Avaliou-se o estande contando o número total de plantas de cada parcela útil. A estimativa da altura das plantas e das espigas foi realizada medindo-se dez plantas por parcela, do nível do solo até a folha bandeira e a inserção da primeira espiga.

Determinou-se a produtividade de matéria verde aos 103 dias após a emergência colhendo-se todas as plantas da parcela útil. Para a determinação da produtividade de matéria seca, uma amostra composta por 4 plantas escolhidas ao acaso, foi picada em ensiladeira de forragem e uma sub amostra foi secada em estufa por um período de 72 horas, para determinação do teor de matéria seca.

Ao final do ciclo de produção, a produtividade de grãos foi determinada colhendo-se todas as espigas da parcela útil, as quais foram secadas ao sol, debulhadas e pesadas em balança digital.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Altura da planta e da espiga

Verificou-se diferenças significativas ($p < 0,01$) entre as cultivares em relação à altura das plantas e a altura da inserção da espiga. Comparando-se as cultivares, verificou-se que a AL-Piratininga (2,5 m) apresentou a maior altura de plantas, as cultivares BM3063 Pro3 e LG36700 Vip3 alcançaram altura intermediária, ambas com 2,2m e a cultivar SHS7940 Pro3 (2,00 m) foi a de menor porte (Figura 2a).

De modo semelhante, quando se comparou as cultivares em relação à altura de espigas, verificou-se que a AL-Piratininga (1,40 m) obteve a maior altura de espiga, as cultivares LG36700 Vip3 (1,30 m) e BM3063 Pro3 (1,17 m) apresentaram altura de espigas intermediárias e a cultivar SHS7940 Pro3 (1,15 m) a menor altura de inserção de espiga.

A altura da planta e a altura da espiga são fatores importantes a se considerar na escolha da variedade. Plantas muito altas, com mais de 2 metros, ficam mais vulneráveis à quebra e ao acamamento devido aos ventos ou a outros fenômenos naturais da natureza.

A relação entre a altura de espiga (AE) e altura de planta (AP) deve ser aproximadamente 0,5, o que significa que a altura da espiga deve estar próxima da metade da altura da planta. Essa característica é desejável para evitar perdas na produção, seja por plantas quebradas ou por perdas durante a colheita.

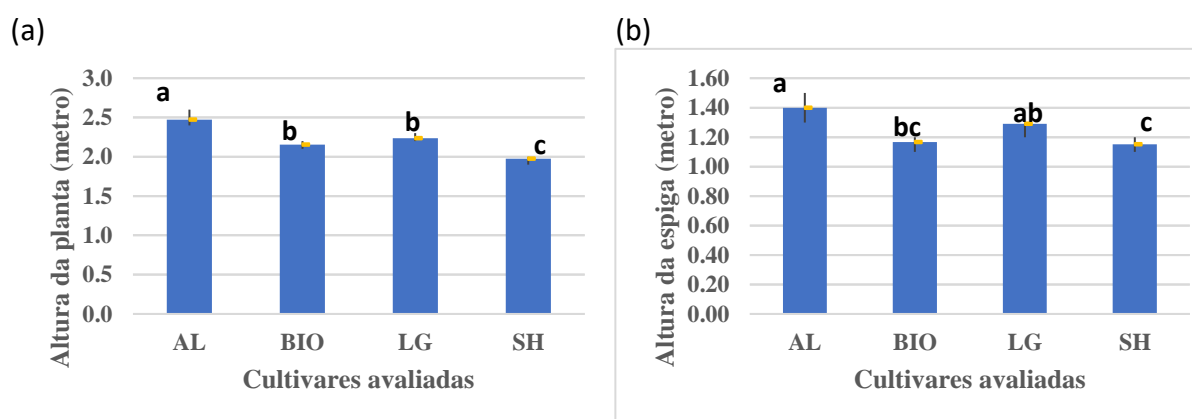


Figura 2 – Altura média da planta (a) e da espiga (b) de quatro cultivares de milho cultivados em Pindamonhangaba (SP) na safra 2022/2023, aos 101 dias após a emergência. Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

3.2 Estande final

Verificou-se diferenças significativas ($p < 0,05$) entre as variedades em relação ao estande final. A densidade de plantas oscilou entre 43.750 plantas/ha⁻¹ para a cultivar AL-Piratininga e 60.938 plantas/ha⁻¹ para a cultivar SHS7940 Pro3 (Figura 3). O híbrido BM3063 Pro3 com 51.172 plantas/ha⁻¹ apresentou igualdade estatisticamente ao demais e o híbrido LG36700 Vip3) apresentou o estande com 59.375 plantas/ha⁻¹.

Observou-se que a variedade AL-Piratininga foi a cultivar que apresentou o menor estande em razão da forte chuva que ocorreu na região nesse período. Devido a cultivar apresentar altura de planta superior às demais, foi a mais afetada pelos ventos fortes ocasionando o tombamento das plantas.

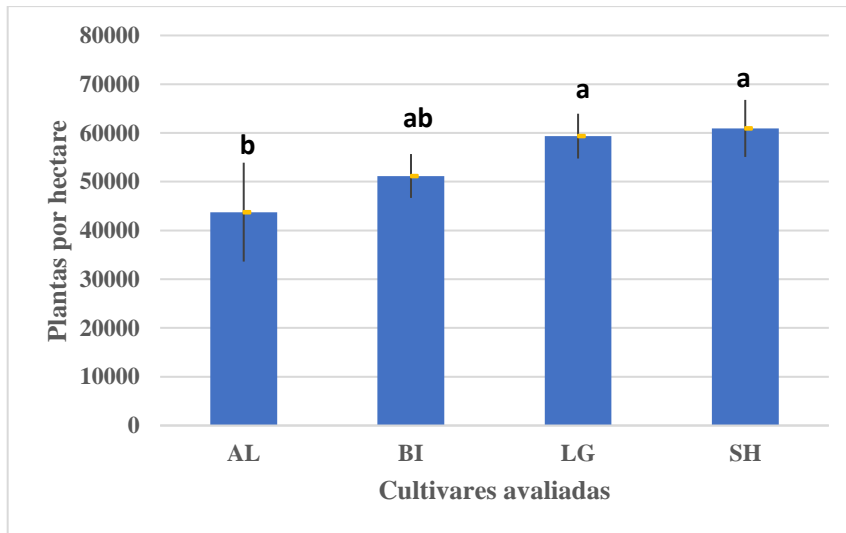


Figura 3. Densidade de plantas por hectare de quatro cultivares de milho cultivados em Pindamonhangaba (SP) na safra 2022/2023, aos 101 dias após a emergência. Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

3.3 Produtividade de matéria verde

Verificou-se diferença significativa entre as cultivares ($p < 0,05$), sendo constatado variação na produção de matéria verde entre $35.277 \text{ kg/ha}^{-1}$ e $50.168 \text{ kg/ha}^{-1}$ (Figura 5). O híbrido SHS7940 Pro3 ($50.168 \text{ kg/ha}^{-1}$) se sobressaiu em relação aos demais. O cultivar LG36700 Vip3 ($44.699 \text{ kg/ha}^{-1}$) apresentou igualdade ao demais. Os cultivares AL-Piratininga ($35.227 \text{ kg/ha}^{-1}$) e BM3063 Pro3 ($35.258 \text{ kg/ha}^{-1}$) apresentaram a menor produtividade.

A produção de matéria verde dos materiais avaliadas foram superiores àquelas obtidas por Moraes (2013). Essa diferença pode ser explicada pelo fato do cultivo de milho avaliado por Moraes (2013), ter ocorrido durante o período de safrinha, período que normalmente há estresse hídrico acentuado, proporcionando baixa produção de matéria verde. Em outro estudo realizado por Paziani et al. (2009), os valores de produtividade de matéria verde oscilaram de $39.313 \text{ kg/ha}^{-1}$ a $68.189 \text{ kg ha}^{-1}$. Segundo Cristino (2019), uma elevada produção de matéria verde é desejável, desde que seja aliada à uma boa participação de grãos. Pimentel et al (1998) também relatam que, para produção de silagem, há necessidade de uma espécie forrageira que apresente produção elevada de massa por unidade de área.

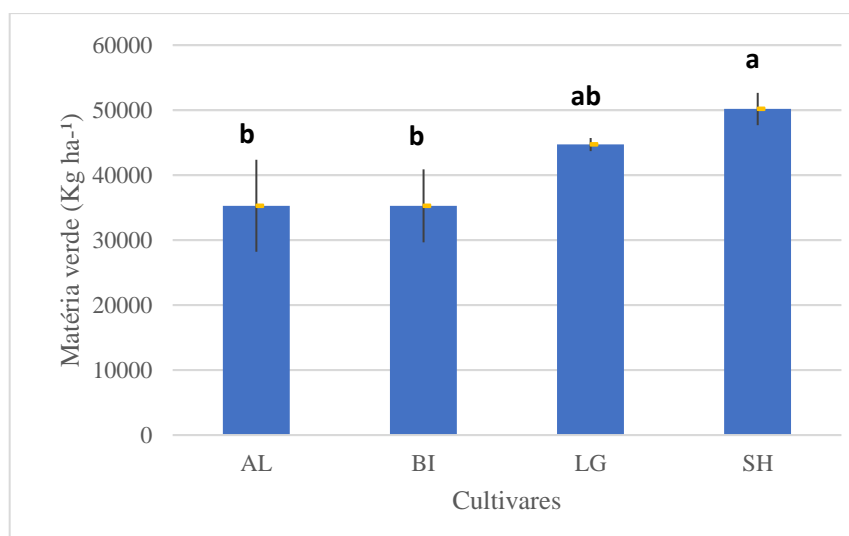


Figura 5. Produtividade de matéria verde de quatro cultivares de milho cultivados em Pindamonhangaba (SP) na safra 2022/2023, aos 101 dias após a emergência. Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

3.5. Produtividade de matéria seca

Verificou-se diferenças significativas ($p < 0,05$) entre as cultivares em relação à matéria seca. Para a produção de matéria seca, os valores oscilaram entre $11.591 \text{ kg/ha}^{-1}$ e $17.577 \text{ kg/ha}^{-1}$ (Figura 5). O híbrido SHS7940 Pro3 ($17.577 \text{ kg/ha}^{-1}$) se sobressaiu aos demais, e a variedade AL-Piratininga ($11.591 \text{ kg/ha}^{-1}$) apresentou a menor produtividade. O cultivar LG36700 Vip3 ($15.251 \text{ kg/ha}^{-1}$) apresentou igualdade ao SHS7940 Pro3 e BM3063 Pro3 ($12.416 \text{ kg/ha}^{-1}$).

A produção de matéria seca dos materiais analisados no presente estudo foi menor do que a relatada por Cristino (2019), que obteve produtividade de matéria seca entre $20,198 \text{ kg/ha}$ e $27,465 \text{ kg/ha}$, e também às apresentadas por Paziani et al. (2009), que alcançaram valores entre $14,355 \text{ kg/ha}^{-1}$ e $25,146 \text{ kg/ha}^{-1}$.

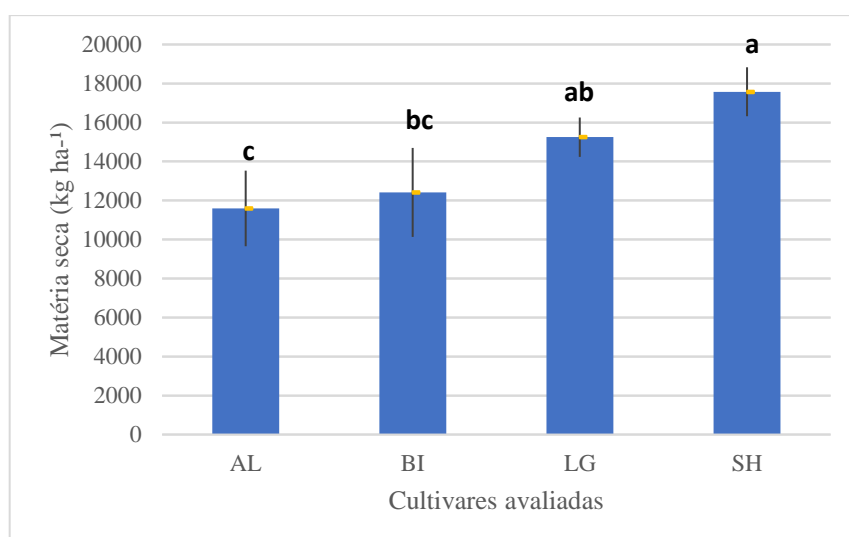


Figura 6. Produtividade de matéria seca de quatro cultivares de milho cultivados em Pindamonhangaba (SP) na safra 2022/2023, aos 101 dias após a emergência. Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

3.6 Produtividade de grãos

Em relação à produtividade de grãos verificou-se diferenças significativas ($p < 0,05$) entre as cultivares. As produtividades oscilaram de 3.516 kg/ha a 7.910 kg/ha (Figura 7). Os híbridos SHS7940 Pro3 (7.910 kg/ha⁻¹) e LG36700 Vip3 (7.457kg/ ha⁻¹) apresentaram maior produtividade que as cultivares BM3063 Pro3 (4.090 kg/ha⁻¹) e AL-Piratininga (3.516 kg/ha⁻¹) que não apresentaram diferenças entre si.

Ao comparar com o trabalho de Paziani et al. (2009), que apresentou valores de produtividade de grãos entre 4.798 kg/ha⁻¹ e 11.036 kg/ha⁻¹, verifica-se que os resultados deste trabalho se encontram na média de produção. Segundo Valente (1991), a qualidade da silagem de milho está relacionada com a participação da produção de grãos na massa a ser ensilada. Dessa forma, as cultivares de milho que apresentarem maior produtividade de grãos serão mais adequadas para a produção de silagem.

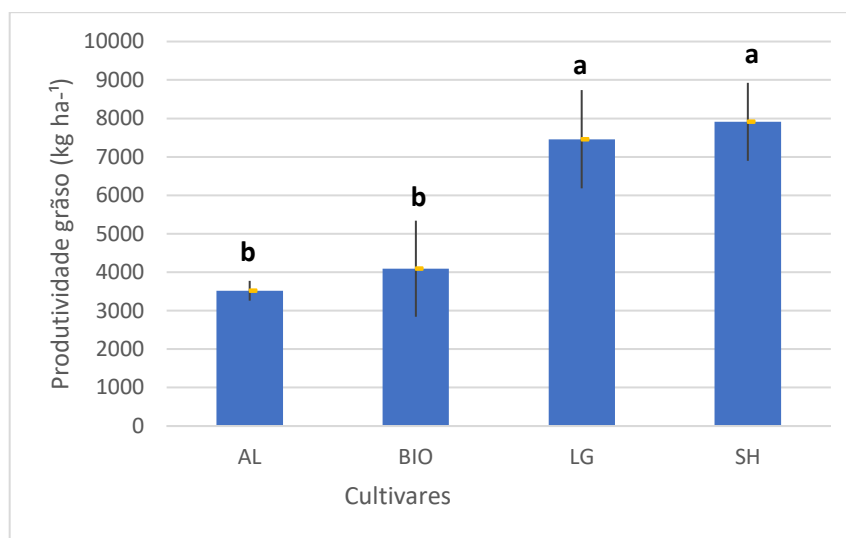


Figura 7. Produtividade de grãos de quatro cultivares de milho cultivados em Pindamonhangaba (SP) na safra 2022/2023, aos 101 dias após a emergência. Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

A seleção de uma variedade mais apropriada é um elemento crucial para se obter uma boa produção de grãos e uma silagem de boa qualidade. A eficácia na escolha de materiais genéticos deriva da consideração de várias informações específicas da cultura em cada local.

4. CONCLUSÃO

Nas condições do Vale do Paraíba, as cultivares SHS7940 Pro3 e a LG36700 Vip3 apresentaram melhor desempenho em termos de produtividade de biomassa e de grãos para silagem.

5. AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Cooperativa do Médio Vale do Paraíba (COMEVAP) pelo aporte de recursos para o desenvolvimento do projeto e concessão de bolsa de iniciação científica ao primeiro de autor.

6. REFERÊNCIAS

- BARROS, G.S. de C.; ALVES, L.R.A. Maior eficiência econômica e técnica depende do suporte das políticas públicas. Visão agrícola. USP ESALQ. V 13. Piracicaba - SP, dezembro de 2015.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB) Acomp. safra brasileira de grãos, Brasília, DF, v.11 – Safra 2023/24, n.3 - Terceiro levantamento, p. 1-137, dezembro 2023.
- COSTA, E.F.N. **Interação genótipos x ambiente em diferentes tipos de híbrido de milho.** 2010. 70f. Dissertação (Pós-graduação em Genética e Melhoramento de plantas) – Universidade Federal de Lavras, 2010. Disponível em: http://repositorio.ufla.br/jspui/bitstream/1/3349/1/TESE_Intera%C3%A7%C3%A3o%20gen%C3%B3tipos%20x%20ambientes%20em%20diferentes%20tipos%20de%20h%C3%ADbridos%20de%20milho.pdf. Acesso em: 20 abr. 2023.
- CRISTINO, J. S. . Produtividade de cultivares de milho (*Zea mays*, L.) destinados à produção de silagem. Monografia de graduação – Universidade de Brasília / Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, 2019. 43p.
- CRUZ, J.C.; FILHO, I.A.P.; NETO, M.M.G. **Milho para silagem.** Embrapa, 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/milho/producao/sistemas-diferenciais-de-cultivo/milho-para-silagem>. Acesso em: 15 abr. 2023.
- EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Milho. O produtor pergunta, a embrapa responde. Brasília, 2011. <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/80988/1/Milho-nutricao.pdf>>. Acesso em: 14 dez 2023.
- FANCELLI, A. L. **Ecofisiologia, fenologia e implicações básicas de manejo.** In: **Milho do plantio à colheita.** 2 ed. Viçosa, Editora UFV, 2017. v.1 cap. 10, p 49-75.
- FERREIRA, D.F. **Manual do SISVAR para análises estatísticas.** Lavras, MG: UFLA, 2000.
- FILHO, J.V.C; NUSSIO, L.G. Milho, Brasil amplia cultivo para atender demanda crescente. **Visão agrícola**, São Paulo, v. 13. p. 176, 2015
- MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F.O.M. **Fisiologia da produção de milho.** Embrapa, 2006. Disponível em: https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPMS/19620/1/Circ_76.pdf. Acesso em: 16 mai. 2023.
- MIRANDA FILHO, J.B.; VIÉGAS, G.P. Milho híbrido. In: **Melhoramento e Produção de Milho.** 2 ed. Campinas, Fundação Cargill, 1987. v.1, cap. 7, p. 277-326.
- MORAES, S. D.; JOBIM, C. C.; SILVA, M. S.; MARQUARDT, F. I. **Produção e composição química de híbridos de sorgo e de milho para silagem.** Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal, v.14, n.4, p.624-634, 2013.
- MORAIS, P.P.P.; GRANATO, I.S.C.; NETO, R.F. Importância e Usos do Milho no Brasil. In: **Milho do plantio à colheita.** 2 ed. Viçosa, Editora UFV, 2017. v.1 cap. 10, p 229-246.
- MÔRO, G.V.; NETO, R.F. Importância e Usos do Milho no Brasil. In: **Milho do plantio à colheita.** 2 ed. Viçosa, Editora UFV, 2017. v.1, cap. 1, p 9-24.
- PATERNIANI, E Interação genótipo x ambiente em climas tropicais e subtropicais. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 16. 1988, Belo Horizonte, **anais** Sete Lagoas: EMBRAPA/CNPMS, 1988. p. 378-381.

PAZIANI, S. de F., DUARTE, A. P., NUSSIO, L. G., GALLO, P. B., BITTAR, C. M. M., ZOPOLLATTO, M., & RECO, P. C. **Características agronômicas e bromatológicas de híbridos de milho para produção de silagem.** Revista Brasileira De Zootecnia, v.38, n.3, p.411–417, 2009

VALENTE, J.O. Introdução. In: EMBRAP A. Milho para silagem. Tecnologias, Sistemas e Custo de Produção, EMBRAPA, CNPMS. Sete Lagoas, MG, 1991. p.5-7. (CIRCULAR TÉCNICA, 14).