

DESEMPENHO DE HÍBRIDOS DE MILHO PARA SILAGEM CULTIVADOS EM DIFERENTES LOCAIS COM TRÊS DENSIDADES POPULACIONAIS

MIKAEL NEUMANN¹, MILAINE POCZYNEK², GUILHERME FERNANDO MATTOS LEÃO³, DANÚBIA NOGUEIRA FIGUEIRA¹ e ANDRÉ MARTINS DE SOUZA²

¹Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal da Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO), Centro de Ciências Agrárias e Ambientais da Universidade Estadual do Centro-Oeste, Guarapuava-PR.

E-mail: neumann.mikael@hotmail.com (Autor para correspondência), danmedvet07@gmail.com

²Graduação em Medicina Veterinária da Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO).

E-mail: milainepoc@gmail.com, andrems_92@hotmail.com

³Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá (UEM). E-mail: gfleao@hotmail.com

Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v.17, n.1, p. 49-62, 2018

RESUMO - O objetivo foi avaliar a produção de biomassa e a composição física e química da planta de três híbridos de milho simples (P2530H, P30R50H e P30B39H) associadas a três densidades de plantio (60, 70 e 80 mil plantas ha⁻¹) e três locais de cultivo (Local A, B e C). De forma isolada, as maiores produções de biomassa seca e de grãos, respectivamente, foram observadas na densidade de 80 mil plantas ha⁻¹ (30.067 e 14.020 kg ha⁻¹) e no local C (30.157 e 13.895 kg ha⁻¹). Com relação aos híbridos estudados, houve influência do local de cultivo em que o híbrido P2530H foi superior para produção de biomassa seca e de grãos nos locais A e C (28.600 e 31.485 kg ha⁻¹) e o híbrido P30B39H no local B (30.356 e 14.760 kg ha⁻¹). Quanto à avaliação bromatológica, o local B gerou os maiores teores de proteína bruta (7,00%), matéria mineral (2,74%), fibra em detergente neutro (65,33%) e fibra em detergente ácido (36,10%), enquanto obteve os menores teores de nutrientes digestíveis totais (62,57%), comparado aos locais A e C (65,85 e 65,47%, respectivamente). De maneira geral, a densidade de cultivo não alterou os valores nutricionais das silagens dos diferentes híbridos de milho e locais de cultivo.

Palavras-chave: altitude de cultivo, produção de biomassa seca, fibra em detergente neutro, NDT.

HYBRID PERFORMANCE FOR MAIZE SILAGE CULTIVATED IN DIFFERENT PLACES WITH THREE POPULATION DENSITIES

ABSTRACT - The aim of this work was to evaluate the performance of three maize hybrids (P2530H, P30R50H e P30B39H) with three population densities (60, 70, and 80 000 plants ha⁻¹) in three grown locations (A, B e C). In isolation, the greater dry biomass and grain yield, respectively, were observed in the density of 80,000 plants ha⁻¹ (30,067 and 14,020 kg ha⁻¹) and place C (30,157 and 13,895 kg ha⁻¹). Regarding the hybrid, there was a direct influence of the local cultivation, and hybrid P2530H had the higher dry biomass and grain production in the location A and C (28,600 and 31,485 kg ha⁻¹), and the hybrid P30B39H on location B (30,356 and 14,760 kg ha⁻¹). In the bromatological assessment, the location B obtained the highest CP (7.00%), MM (2.74%), NDF (65.33%) and ADF content (36.10%), while it had the lower levels of TDN (62.57%) compared to locations A and C (65.85 and 65.47%, respectively). In general, the plant density did not change the silage nutritional values in maize hybrids associated with different places.

Keywords: sowing altitude, dry biomass, neutral detergent fiber, TDN.

O milho é consagrado como uma das melhores forrageiras para obtenção de silagem, por fatores agronômicos e características qualitativas. Dentre as vantagens relacionadas aos fatores agronômicos destacam-se a disseminação da cultura em todo o território brasileiro, a alta produção de biomassa verde e seca por hectare, juntamente com técnicas de cultivo bem desenvolvidas. Por outro lado, de acordo com as características qualitativas, o milho possui alto valor energético, boa capacidade de fermentação e elevado valor nutricional, o que lhe confere o status de forrageira padrão (Gabriel, 2015; Ferraretto & Shaver, 2015).

No entanto, os programas de melhoramento genético de milho das empresas não acompanharam esta mudança na utilização da cultura para obtenção de cultivares voltadas unicamente para a produção de silagem. Assim, os mesmos híbridos de milho empregados para produção de grãos são recomendados para produção silagem, embora algumas características almejadas não sejam as mesmas para a finalidade forrageira. Portanto, a generalização nas recomendações tende a limitar os aspectos produtivos e, por conseguinte, a resposta animal (Gabriel, 2015).

Somado a isto, é notória a existência de grande variabilidade produtiva entre os materiais indicados para cultivo na região Sul do Brasil. Entretanto, como a resposta dos híbridos é fortemente influenciada pela interação genótipo e ambiente, é necessário que as recomendações sejam regionalizadas. Em uma mesma região, existem peculiaridades intrínsecas, como altitude mais alta e médias de temperatura mais baixas, as quais influenciam sobre os parâmetros quantitativos da planta, o que notadamente contribui para alterações na silagem resultante e no reflexo dos animais (Gralak et al., 2014).

Aspectos como variações climáticas de cada região em cada safra devem ser considerados, em que

se verifica variabilidade de qualidade do material ensilado, bem como a adaptação de critérios agronômicos, a exemplo da densidade de plantio (Gralak et al., 2014). O estudo de densidades de plantio é essencial, visto que a melhor adequação do número de plantas para cada híbrido maximiza o potencial produtivo, essencialmente de grãos. Na massa ensilada é importante ter alta quantidade de grãos, por ter grande influência no valor alimentício das silagens (Neumann et al., 2014).

Desta forma, este trabalho objetivou avaliar o desempenho produtivo e as características morfológicas e bromatológicas da forragem de diferentes híbridos de milho cultivados em diferentes locais, associado a três densidades de plantio.

Material e Métodos

O experimento foi coordenado pelo Núcleo de Produção Animal (NUPRAN) do Setor de Ciências Agrárias e Ambientais da Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO), em Guarapuava-PR. De maneira geral, o clima da região Centro-Sul do Paraná é o Cfb (subtropical mesotérmico úmido), sem estação seca, com verões frescos e inverno moderado, conforme a classificação de Köppen; a precipitação média anual é de 1.944 mm, temperatura média mínima anual de 12,7 °C, temperatura média máxima anual de 23,5 °C e a umidade relativa do ar é de 77,9%.

Foram realizadas avaliações relativas à produção de biomassa e à composição física e química da planta de três híbridos de milho simples (P2530H, P30R50H e P30B39H) associados a três densidades de plantio (60, 70 e 80 mil planta ha⁻¹) e três locais de cultivo (propriedade A: situada em latitude S 25°13'28", longitude de W 51°21'56" com altitude de 1.195 m; propriedade B: situada em latitude

S25°37'26", longitude de W52°01'18" em altitude de 907 m; e propriedade C: situada em latitude S25°43'22", longitude de W51°56'27" com 882 m em relação ao nível do mar).

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições, no esquema fatorial 3 x 3 x 3, composto por 27 tratamentos, obtidos pela associação entre três híbridos (P2530H, P30R50H e P30B39H), três densidades de plantio (60, 70 e 80 mil planta ha⁻¹) e três locais de cultivo (propriedade A; propriedade B e propriedade C).

O sistema de implantação dos diferentes híbridos de milho (*Zea mays*, L.) nas diferentes propriedades (campos experimentais) foi o de plantio direto, em sucessão à mistura forrageira aveia preta (*Avena strigosa*) e azevém (*Lolium multiflorum*), a qual foi dessecada no pré-plantio com herbicida à base de glifosato (produto comercial Roundup Transorb: 2,0 L ha⁻¹) em mistura com um inseticida à base de permetrina (produto comercial Talcord: 2,0 L ha⁻¹).

A implantação do experimento nas três propriedades foi realizada no dia 6 de outubro de 2013, com espaçamento entre linhas de 0,5 m, adubação de base de 450 kg ha⁻¹ do fertilizante NPK na formulação 12-31-17 (N-P₂O₅-K₂O) e adubação em cobertura na dose de 750 kg ha⁻¹ do fertilizante na formulação 36-00-12 (N-P₂O₅-K₂O), parcelada em duas aplicações.

A semeadura dos híbridos foi realizada em parcelas constituídas de 4 linhas de plantio com 7 m lineares cada, em que se utilizou como área útil para as avaliações quanti-qualitativas as duas linhas centrais de cultivo com 5 m lineares. O raleio de plantas de milho foi manual, realizado 20 dias após a emergência (DAE), ajustando a população final de plantas para o presente estudo.

O manejo da cultura do milho nas três propriedades baseou-se no controle de plantas daninhas

pelo método químico utilizando o herbicida à base de tembotriona (produto comercial Soberan: 0,24 L ha⁻¹) mais atrazine (produto comercial: Gesaprim 3 kg ha⁻¹) mais óleo mineral (produto comercial Assist 1 L ha⁻¹); no controle de pragas utilizou-se o inseticida à base de azoxistrobina + ciproconazol (produto comercial Engeo Pleno 250 ml ha⁻¹), mediante laudo técnico da lavoura; e no controle preventivo de doenças foram usados os fungicidas à base de azoxistrobina + ciproconazol e propiconazole (produto comercial Piori Xtra, 350 ml ha⁻¹, Tilt: 750 ml ha⁻¹).

As plantas de milho dos diferentes tratamentos foram colhidas a 20 cm de altura no estádio reprodutivo de grão duro (R5), para avaliação do teor de matéria seca da planta e de seus componentes estruturais, visando a produção de silagem de planta inteira.

Todas as plantas contidas na área útil de cada parcela foram pesadas individualmente para determinação da produção de biomassa verde, de biomassa seca e de grãos por unidade de área (kg ha⁻¹), medidas para obtenção da altura da inserção da primeira espiga e da planta (m) e contagem do número de folhas secas por planta.

Das plantas colhidas na área útil de cada parcela, uma subamostra de 10 plantas homogêneas foi separada para envio ao Laboratório de Análise de Alimentos e Nutrição de Ruminantes da Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO). A adoção desta prática permitiu determinar a composição percentual física das estruturas anatômicas da planta pela segmentação manual dos componentes: colmo, folha, brácteas mais sabugo, grãos, bem como os teores de matéria seca da planta inteira e seus componentes no momento da ensilagem.

As amostras da planta inteira e dos componentes estruturais (material original) de cada tratamento foram obtidas de forma homogênea e representativa;

pesadas e pré-secadas em estufa de ar forçado a 55 °C até peso constante. Após secagem em estufa, estas foram pesadas novamente para determinação do teor de matéria seca (MS), conforme Silva e Queiroz (2009), e moídas sequencialmente em moinho tipo “Wiley”, com peneira de malha de 1 mm.

Nas amostras pré-secas de forragem, foram determinadas a matéria seca total (MS) em estufa a 105 °C, proteína bruta (PB) pelo método micro Kjeldahl e matéria mineral (MM) por incineração a 550 °C (4 horas), conforme AOAC (Association of Official Analytical Chemist, 1995). Também foram determinados os teores de fibra em detergente neutro (FDN), utilizando-se α amilase termoestável (Termamyl 120L, Novozymes Latin América Ltda.), e lignina (LIG), conforme Van Soest et al. (1991), e os teores de fibra em detergente ácido (FDA), segundo Goering e Van Soest (1970). Os teores de nutrientes digestíveis totais (NDT, %) foram obtidos via equação [NDT, % = 87,84 – (0,70 x FDA)] sugerida por Bolsen et al. (1996).

Os dados coletados para cada parâmetro foram submetidos aos pressupostos de normalidade e homogeneidade, bem como, posteriormente, à análise de variância, com comparação das médias ao nível de significância de 5% pelo teste Tukey, por intermédio do programa estatístico SAS (SAS Institute, 1993). O modelo matemático inicialmente previu a interação tripla, e como esta não foi significativa ($P > 0,05$), foi retirada do modelo.

A análise de cada variável seguiu o modelo estatístico: $Y_{ijk} = \mu + H_i + D_j + L_k + (H_i * D_j * L_k)_1 + E_{ijkl}$, onde: Y_{ijk} = Variáveis dependentes; μ = Média geral de todas as observações; H_i = Efeito do híbrido “i”; D_j = Efeito da densidade de plantio de ordem “j”; L_k = Efeito do local de plantio de ordem “k”; $(H_i * D_j * L_k)_1$ = efeito da interação entre as variáveis e E_{ijkl} = Efeito aleatório residual.

Resultados e Discussão

Na análise de variância não houve interações significantes para os parâmetros relativos à produção de biomassa e à composição física da planta entre híbrido x densidade populacional e entre local de cultivo x densidade populacional. Houve interação significativa entre híbrido x local para os parâmetros altura de planta, altura de inserção de espiga e número de folhas secas por planta (Tabela 1 e 2).

Os dados da Tabela 1 mostram que a densidade populacional não alterou ($P > 0,05$) os valores de altura de planta, altura de espiga e número de folhas secas por planta. Na média geral, independentemente da densidade de plantio e local de cultivo, verifica-se que o P30R50H apresentou maior ($P < 0,05$) altura da inserção de primeira espiga (1,28 m) e menor número de folhas secas por planta (3,3 folhas) comparativamente aos híbridos P2530H (1,25 m e 5,5 folhas) e P30B39H (1,25 m e 5,2 folhas), os quais não diferiram entre si (Tabela 1).

O menor número de folhas secas encontradas indica um *stay green* mais acentuado do híbrido P30R50H, o que proporcionaria uma maior janela de corte. Entretanto, para altura de planta, o híbrido P30B39H teve o menor valor ($P < 0,05$) comparativamente ao híbrido P30R50H e ao híbrido P2530H (2,37 m, 2,52 m, e 2,55 m, respectivamente).

Valores semelhantes foram encontrados por Demétrio et al. (2008), com média de 2,34 m de altura por planta, demonstrando inclusive uma correlação entre a altura de planta com a altura de espiga, bem como com a produtividade de grãos e de biomassa seca. Por outro lado, Assis et al. (2014), também avaliando híbridos, encontraram valores mais baixos, com média de 1,73 m de altura de planta.

Tabela 1 - Médias gerais para altura de planta, altura de inserção de espiga e número de folhas secas por planta de três híbridos de milho associados a três densidades de plantio e três locais de cultivo no momento da ensilagem.

Híbrido	Densidade (Mil plantas ha ⁻¹)	Locais de cultivo			Média do híbrido
		A	B	C	
Altura de planta, m					
P2530H	60	2,37	2,59	2,73	2,55 a
P2530H	70	2,33	2,57	2,74	
P2530H	80	2,32	2,56	2,71	
P30R50H	60	2,11	2,68	2,68	2,52 a
P30R50H	70	2,08	2,78	2,81	
P30R50H	80	2,13	2,73	2,69	
P30B39H	60	2,03	2,48	2,68	2,37 b
P30B39H	70	2,00	2,55	2,51	
P30B39H	80	1,99	2,54	2,58	
Média Geral		2,15 C	2,61 B	2,68 A	
Altura de espiga, m					
P2530H	60	1,13	1,30	1,34	1,25 b
P2530H	70	1,11	1,21	1,31	
P2530H	80	1,12	1,33	1,40	
P30R50H	60	1,03	1,25	1,46	1,28 a
P30R50H	70	0,95	1,35	1,49	
P30R50H	80	1,07	1,35	1,59	
P30B39H	60	1,04	1,25	1,46	1,25 b
P30B39H	70	1,07	1,23	1,45	
P30B39H	80	1,09	1,27	1,44	
Média		1,07 C	1,28 B	1,44 A	
Número de folhas secas por planta					
P2530H	60	4,6	7,2	4,4	5,5 a
P2530H	70	4,3	7,6	4,3	
P2530H	80	4,6	8,3	4,5	
P30R50H	60	1,0	4,4	2,9	3,3 b
P30R50H	70	1,1	5,0	3,4	
P30R50H	80	1,1	6,3	4,1	
P30B39H	60	4,6	6,3	4,0	5,2 a
P30B39H	70	4,5	7,5	3,3	
P30B39H	80	4,6	7,2	4,0	
Média		3,4 B	6,6 A	3,9 B	

Médias seguidas de letras minúsculas na coluna ou médias seguidas de letras maiúsculas na linha diferem entre si pelo teste Tukey a 5%.

Para todos os híbridos, independentemente da densidade de plantio, nos locais de cultivo, houve efeito significativo ($P < 0,05$) para altura de planta e altura da inserção de primeira espiga, determinando maiores estaturas no local C (2,68 m e 1,44 m, respectivamente) e menores alturas no local A (2,15 m e 1,07 m, respectivamente), porém, de forma contrária ao encontrado por De-

métrio et al. (2008), não foi notada correlação entre ambas.

Os locais de cultivo A e C podem ser considerados híbridos com médio *stay green* (Lupatini et al., 2004), pois apresentaram, respectivamente, médias de 3,4 e 3,9 folhas secas por planta. Ambas diferiram estatisticamente ($P < 0,05$) do local B (Tabela 1), o qual apresentou média de 6,6 folhas secas por planta no momento de ensilagem. Em condições semelhantes, Rosa et al. (2004) encontraram valores entre 2,0 e 3,0 folhas secas por plantas no momento da ensilagem.

Na Tabela 2 estão apresentadas as médias para altura de planta, altura de inserção de espiga e número de folhas secas por planta de três híbridos de milho associados a três locais de cultivo no momento da ensilagem.

No local A, o híbrido P2530H mostrou diferença estatística ($P < 0,05$) quanto à altura de planta, apresentando valor médio de 2,37 m em relação aos híbridos P30R50H e P30B39H, com 2,08 m e 1,99 m. Para os locais de cultivo B e C, o híbrido P30R50H apresentou maior altura de planta (2,78 m e 2,81 m,

respectivamente) em relação aos híbridos P2530H (2,59 m e 2,73 m, respectivamente) e P30B39H (2,54 m e 2,58 m, respectivamente). Lupatini et al. (2004) evidenciaram que quanto maior a altura de planta e inserção de espiga, maior a produtividade de grãos. No presente trabalho, observa-se que no local A o híbrido P2530H teve maior altura, e maior produtividade de grãos (Tabela 2).

Para altura da inserção da primeira espiga, no local de cultivo A, o híbrido P30R50H teve o menor valor (0,95 m) frente aos híbridos P2530H e P30B39H (1,13 m e 1,09 m, respectivamente). No local de cultivo B, o P30R50H manifestou comportamento contrário ao local A, apresentando maior valor (1,35 m), não diferindo estatisticamente do híbrido P2530H (1,30 m). No local de cultivo C, maiores alturas de inserção de primeira espiga foram obtidas nos híbridos P30R50H e P30B39H (1,49 m e 1,44 m, respectivamente) em relação ao P2530H (1,34 m).

Gralak et al. (2014), avaliando diferentes genótipos de milho em diferentes locais, encontraram efeito significativo dos locais para altura de inserção

Tabela 2 - Médias para altura de planta, altura de inserção de espiga e número de folhas secas por planta de três híbridos de milho associados a três locais de cultivo no momento da ensilagem.

Híbrido	Locais de cultivo		
	A	B	C
	Altura de planta, m		
P2530H	2,37 a	2,59 ab	2,73 b
P30R50H	2,08 b	2,78 a	2,81 a
P30B39H	1,99 b	2,54 b	2,58 c
	Altura de espiga, m		
P2530H	1,13 a	1,30 ab	1,34 b
P30R50H	0,95 b	1,35 a	1,49 a
P30B39H	1,09 a	1,27 b	1,44 a
	Número de folhas secas por planta		
P2530H	4,6 a	7,2 a	4,4 a
P30R50H	1,1 b	5,0 b	3,4 b
P30B39H	4,6 a	7,2 a	4,0 a

Médias seguidas de letras minúsculas na coluna diferem entre si pelo teste Tukey a 5%.

de espiga, e interação 'genótipos x locais' para essa característica, fato este que também ocorreu no presente trabalho.

Na Tabela 3, são apresentados os dados de produção de biomassa seca e produção de grãos de diferentes híbridos de milho associados a três densidades de plantio e três diferentes locais de cultivo. Nota-se ainda que houve interação significativa ($P < 0,05$) entre híbrido x local de cultivo.

As produções de biomassa seca e de grãos foram maiores ($P < 0,05$) quando o milho foi cultivado com densidade de plantio de 80 mil plantas ha^{-1}

(30.067 $kg\ ha^{-1}$ e 14.020 $kg\ ha^{-1}$, respectivamente) comparada à densidades populacional de 70 mil plantas ha^{-1} (28.324 $kg\ ha^{-1}$ e 12.741 $kg\ ha^{-1}$, respectivamente) e à densidade de 60 mil plantas ha^{-1} (25.672 $kg\ ha^{-1}$ e 11.606 $kg\ ha^{-1}$, respectivamente).

Demétrio et al. (2008), avaliando diferentes híbridos de milho em diferentes densidades populacionais, encontraram o ponto de produtividade máxima de produção entre 75 e 80 mil plantas ha^{-1} . Resultados semelhantes foram encontrados por Modolo et al. (2010) e Kappes et al. (2011), que avaliando cinco híbridos de milho em cinco densidades diferen-

Tabela 3 - Produção de biomassa seca e produção de grãos de diferentes híbridos de milho associados a três densidades de plantio e três locais de cultivo no momento da ensilagem.

Híbrido	Densidade (Mil plantas ha^{-1})	Locais de cultivo			Média densidade de plantio
		A	B	C	
Produção de biomassa seca, $kg\ ha^{-1}$					
P2530H	60	26769	24172	28765	25672 c
P30R50H	60	22020	23924	26486	
P30B39H	60	23317	28225	27411	
P2530H	70	27428	26775	35171	28324 b
P30R50H	70	23714	28518	28233	
P30B39H	70	23851	33563	27667	
P2530H	80	31603	24942	30518	30067 a
P30R50H	80	26182	32392	32364	
P30B39H	80	28524	29281	34799	
Média		25934 B	27977 AB	30157 A	
Produção de grãos, $kg\ ha^{-1}$					
P2530H	60	10874	12287	13385	11606 c
P30R50H	60	9656	10886	12400	
P30B39H	60	9017	13064	12884	
P2530H	70	12426	12287	14879	12741 b
P30R50H	70	10285	12978	13055	
P30B39H	70	9602	16354	12804	
P2530H	80	14554	13161	14845	14020 a
P30R50H	80	11259	15805	14968	
P30B39H	80	10891	14861	15836	
Média		10951 B	13520 A	13895 A	

Médias seguidas de letras minúsculas na coluna ou médias seguidas de letras maiúsculas na linha diferem entre si pelo teste Tukey a 5%.

tes encontraram maiores produtividades de grãos nas populações de 70 e 80 mil plantas ha⁻¹, quando comparadas com as densidades populacionais de 50 e 60 mil plantas ha⁻¹.

Os resultados obtidos no presente trabalho podem ser explicados pela maior eficiência de interceptação de radiação e pelo decréscimo da competição por nutrientes, água e luz por causa da sua distribuição mais equidistante (Modolo et al., 2010).

Observa-se ainda que para produção de biomassa seca e de grãos, independentemente do híbrido avaliado e da densidade de plantio, o local de cultivo C (30.157 kg ha⁻¹ biomassa seca, e 13.895 kg ha⁻¹ para grãos, respectivamente) foi estatisticamente (P<0,05) mais produtivo comparativamente ao local A (25.934 kg ha⁻¹ para biomassa seca e 10.951 kg ha⁻¹ para grãos).

Na Tabela 4, são apresentadas as médias para produção de biomassa seca e produção de grãos de três híbridos de milho associados a três locais de cultivo. Os híbridos P2530H e P30B39H apresentaram superioridade produtiva de biomassa seca nos locais A e C; para o local B, o híbrido P30B39H foi mais produtivo, diferindo dos demais; e o híbrido P2530H obteve a menor produção na região de cultivo B. Isso se repe-

te no que diz respeito à produtividade de grãos desse mesmo híbrido, mostrando que o potencial produtivo de cada um é afetado de acordo com região de cultivo.

Tal comportamento tem influência direta do genótipo da planta que expressa seu potencial de produção de biomassa seca e de grãos de forma distinta em relação aos ambientes em que estão inseridos (Gralak et al., 2014).

Na Tabela 5 são apresentados os dados da participação percentual de colmo, folhas, brácteas mais sabugo, e grãos na estrutura da planta. Nota-se que não houve interação significativa (P>0,05) entre híbrido x local de cultivo, assim como entre híbrido x densidade populacional e densidade populacional x local de cultivo.

O efeito individual de densidade de plantio não influenciou significativamente na participação dos componentes colmo, folhas, brácteas mais sabugo e grãos na composição física da planta no momento da ensilagem. Isso acontece em virtude de a planta de milho possuir grande adaptabilidade às diferentes densidades de cultivo, como evidenciado por Modolo et al. (2010), em que o aumento de densidade populacional de 50 mil plantas por hectare para 90 mil plantas por hectare não alterou esses parâmetros.

Tabela 4 - Médias para produção de biomassa seca e produção de grãos de três híbridos de milho associados a três locais de cultivo no momento da ensilagem.

Híbrido	Locais de cultivo		
	A	B	C
	Produção de biomassa seca, kg ha ⁻¹		
P2530H	28600 a	25296 c	31485 a
P30R50H	23972 b	28278 b	29028 b
P30B39H	25231 ab	30356 a	29959 ab
	Produção de grãos, kg ha ⁻¹		
P2530H	12618 a	12578 b	14370 a
P30R50H	10400 ab	13223 ab	13474 b
P30B39H	9837 b	14760 a	13841 ab

Médias seguidas de letras minúsculas na coluna para cada parâmetro diferem entre si pelo teste Tukey a 5%.

Tabela 5 - Participação percentual de colmo, folhas, brácteas mais sabugo e grãos na estrutura da planta de diferentes híbridos de milho associados a três densidades de plantio, cultivados em diferentes locais no momento da ensilagem.

Híbrido	Densidade (Mil plantas ha ⁻¹)	Locais de cultivo			Média
		A	B	C	
Participação de colmo na planta, % na MS					
P2530H	60	22,0	20,1	22,0	20,5 a
P2530H	70	17,9	23,6	20,2	
P2530H	80	19,3	18,8	20,7	
P30R50H	60	19,3	19,9	21,1	20,8 a
P30R50H	70	18,4	22,0	22,6	
P30R50H	80	20,6	20,7	22,9	
P30B39H	60	21,8	20,5	20,6	21,0 a
P30B39H	70	21,6	19,7	20,1	
P30B39H	80	21,9	20,5	22,8	
Média		20,3 A	20,6 A	21,5 A	
Participação de folhas na planta, % na MS					
P2530H	60	17,9	13,9	17,1	16,0 b
P2530H	70	17,0	14,6	16,3	
P2530H	80	16,7	14,3	16,1	
P30R50H	60	18,2	15,9	17,1	16,9 ab
P30R50H	70	18,4	15,5	16,3	
P30R50H	80	19,5	15,3	15,8	
P30B39H	60	20,1	17,7	16,7	17,9 a
P30B39H	70	18,9	16,6	18,7	
P30B39H	80	21,1	14,3	17,0	
Média		18,7 A	15,3 B	16,8 B	
Participação de brácteas mais sabugo na planta, % na MS					
P2530H	60	19,1	15,2	14,5	16,2 a
P2530H	70	20,1	16,4	14,1	
P2530H	80	17,8	14,4	14,4	
P30R50H	60	18,8	18,8	14,8	16,8 a
P30R50H	70	19,6	16,0	15,0	
P30R50H	80	17,1	15,5	15,2	
P30B39H	60	19,5	15,2	15,6	16,9 a
P30B39H	70	19,4	14,8	14,9	
P30B39H	80	18,3	14,8	14,6	
Média		18,9 A	15,7 B	14,8 B	
Participação de grãos na planta, % na MS					
P2530H	60	40,9	50,7	46,5	47,2 a
P2530H	70	45,0	45,4	49,4	
P2530H	80	46,2	52,5	48,7	
P30R50H	60	43,7	45,4	46,9	45,5 ab
P30R50H	70	43,5	46,5	46,1	
P30R50H	80	42,7	48,6	46,1	
P30B39H	60	38,6	46,6	47,1	44,7 b
P30B39H	70	40,1	48,9	46,4	
P30B39H	80	38,7	50,4	45,7	
Média		42,2 B	48,3 A	47,0 A	

Médias seguidas de letras minúsculas na coluna ou médias seguidas de letras maiúsculas na linha diferem entre si pelo teste Tukey a 5%.

Na média geral, as porcentagens de colmo e brácteas mais sabugo na planta foram estáveis, independentemente do híbrido e da densidade de plantio, apresentando valores médios de 20,8% e 16,6%, respectivamente. Em estudo semelhante, Rosa et al. (2004) observaram participação de colmo de 25,3%, e 23,1% de brácteas mais sabugo. Lupatini et al. (2004) encontraram valores de 13,96% de colmo e 19,66% de brácteas mais sabugo. Valores próximos aos 13,51% de colmo e 16,10% do conjunto brácteas mais sabugo foram obtidos por Assis et al. (2014), comparando diferentes híbridos de milho para silagem.

Quanto à participação de folhas e grãos na estrutura física da planta, o híbrido P30B39H apresentou maior ($P < 0,05$) porcentagem de folhas (17,9%) e menor participação de grãos (44,7%) em relação ao P2530H com participação de 16,0% de folhas e 47,2% de grãos, respectivamente, estando o híbrido P30R50H com valores intermediários a estes.

Demétrio et al. (2008) ressaltam a importância da participação dos grãos na estrutura da planta por causa do aporte energético elevado do grão, e indicam que maiores relações folha:colmo podem resultar em maior conteúdo de proteína e carboidratos solúveis. Assim, aquele híbrido que possuir maior participação de grãos aliada a uma boa porcentagem de folhas é capaz de resultar numa silagem de qualidade energética e fermentativa tendo em vista a influência desses carboidratos no processo fermentativo.

Ainda na Tabela 5, verifica-se que a participação percentual de folhas, brácteas mais sabugo e grãos na planta sofreu interferência dos locais de cultivo ($P < 0,05$), porém para a porcentagem de colmo não houve variações ($P > 0,05$). Independentemente do híbrido avaliado e da densidade de plantio, plantas cultivadas na região A tiveram em sua estrutura anatômica maior ($P < 0,05$) porcentagem de folhas

(18,7%) e brácteas mais sabugo (18,9%). E menor porcentagem de grãos (42,2%), comparativamente aos locais B (15,3%, 15,7% e 48,3%, respectivamente) e C (16,8%, 14,8% e 47,0%, respectivamente) com valores similares ($P > 0,05$) entre si. Lupatini et al. (2004) encontraram 48,9% de grãos em média. Valor superior ao encontrado por Rosa et al. (2004), de 29,5% de grãos no total dos componentes da planta.

Pode-se classificar como híbrido adaptado para a produção de silagem aquele que possui alto teor de grãos, sem perder a qualidade de seus demais componentes. A participação inferior de colmo, brácteas e sabugo na planta é uma forma de contribuir para a melhoria da silagem, visto que esses componentes apresentam alto teor de fibra, baixos teores de proteína bruta, reduzindo assim a digestibilidade (Neumann et al., 2007).

Na Tabela 6 são apresentados valores nutricionais das silagens de diferentes híbridos de milho associados a três densidades de plantio e três diferentes locais de cultivo. Os teores de proteína bruta e fibra em detergente neutro não diferiram entre os híbridos avaliados ($P > 0,05$), mostrando valores médios de 6,52%.

Em condições semelhantes às do presente trabalho, Rosa et al. (2004) encontraram valores médios de 9,44% de PB na MS. Uma explicação para o maior teor em relação ao presente trabalho (6,52%) seria a menor porção de grãos encontrada pelos autores Gralak et al. (2014), avaliando 35 diferentes híbridos de milho para silagem, em que os genótipos que apresentavam maiores teores de proteína apresentavam menores teores de grãos e digestibilidade da matéria seca, e maiores teores de fibra em detergente ácido.

Com relação aos teores de matéria mineral e fibra em detergente ácido, foram observados menores

Tabela 6 - Teores médios de proteína bruta, matéria mineral, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido e nutrientes digestíveis totais da planta de diferentes híbridos de milho associados a três densidades de plantio, cultivados em diferentes locais no momento da ensilagem.

Híbrido	Densidade (Mil plantas ha ⁻¹)	Locais			Média
		A	B	C	
Proteína bruta, % na MS					
P2530H	60	6,16	6,69	6,18	6,28 a
P2530H	70	5,65	7,23	5,70	
P2530H	80	6,82	6,53	5,58	
P30R50H	60	7,78	6,78	6,33	6,50 a
P30R50H	70	6,67	7,04	5,28	
P30R50H	80	6,12	6,90	5,57	
P30B39H	60	7,54	6,83	6,30	6,77 a
P30B39H	70	7,20	7,51	6,16	
P30B39H	80	6,52	7,48	5,34	
Média		6,72 AB	7,00 A	5,83 B	
Matéria mineral, % na MS					
P2530H	60	2,12	2,44	2,06	2,23 b
P2530H	70	2,06	3,09	1,79	
P2530H	80	2,00	2,68	1,81	
P30R50H	60	2,76	2,33	2,19	2,51 a
P30R50H	70	2,68	2,85	1,96	
P30R50H	80	2,91	2,83	2,06	
P30B39H	60	3,16	2,36	2,19	2,65 a
P30B39H	70	2,86	3,10	1,92	
P30B39H	80	2,89	2,95	2,37	
Média		2,60 A	2,74 A	2,04 B	
Fibra em detergente neutro, % na MS					
P2530H	60	57,70	61,41	59,64	61,07 a
P2530H	70	58,91	64,41	64,39	
P2530H	80	64,02	63,31	55,81	
P30R50H	60	60,40	62,17	66,69	62,85 a
P30R50H	70	61,66	64,97	55,29	
P30R50H	80	62,80	66,51	65,16	
P30B39H	60	54,27	66,18	64,04	62,50 a
P30B39H	70	63,50	69,25	55,52	
P30B39H	80	63,28	69,73	56,68	
Média		60,73 B	65,33 A	60,36 B	
Fibra em detergente ácido, % na MS					
P2530H	60	29,01	29,06	30,11	30,86 b
P2530H	70	27,31	37,89	30,99	
P2530H	80	27,86	34,78	30,76	
P30R50H	60	31,42	36,60	33,50	34,67 a
P30R50H	70	29,69	36,04	32,36	
P30R50H	80	37,28	42,15	32,95	
P30B39H	60	31,90	34,23	34,88	33,93 a
P30B39H	70	33,87	36,05	28,74	
P30B39H	80	34,39	38,05	33,29	
Média		31,41 B	36,10 A	31,95 B	
Nutrientes digestíveis totais, % na MS					
P2530H	60	67,53	67,50	66,77	66,24 a
P2530H	70	68,72	61,32	66,15	
P2530H	80	68,34	63,49	66,31	
P30R50H	60	65,85	62,22	64,39	63,57 b
P30R50H	70	67,06	62,61	65,19	
P30R50H	80	61,75	58,33	64,77	
P30B39H	60	65,51	63,88	63,42	64,09 b
P30B39H	70	64,13	62,60	67,72	
P30B39H	80	63,77	61,21	64,54	
Média		65,85 A	62,57 B	65,47 A	

Médias seguidas de letras minúsculas na coluna ou médias seguidas de letras maiúsculas na linha diferem entre si pelo teste Tukey a 5%.

valores ($P < 0,05$) no híbrido P2530H (2,23% e 30,86%, respectivamente) em relação aos híbridos P30R50H e P30B39H, com valores similares ($P > 0,05$). Ferraretto e Shaver (2015) encontraram menores valores de fibra em detergente ácido, em média 23,5% da matéria seca. Semelhantes aos 23,4% descobertos por Ferreira et al. (2011). Assis et al. (2014) encontraram valores acima daqueles encontrados no presente trabalho, em média 36,49% de fibra em detergente ácido na matéria seca.

Pode-se associar essas características com a composição da estrutura física da planta. O híbrido P2530H foi o que obteve maiores proporções de grãos na composição total da planta, em que eles são pobres em matéria mineral e em fibra em detergente ácido.

Na Tabela 6 ainda se observa o efeito do local de cultivo sobre os resultados nutricionais médios dos diferentes híbridos de milho avaliados. Na média geral, independentemente do híbrido avaliado, o local de cultivo B apresentou os maiores teores de proteína bruta (7,00%), de matéria mineral (2,74%), de fibra em detergente neutro (65,33%) e de fibra em detergente ácido (36,10%) comparativamente aos locais A e C.

Para os valores de NDT, na média geral, o híbrido P2530H apresentou maior ($P < 0,05$) concentração de nutrientes digestíveis totais (66,24%) e maior ($P < 0,05$) valor relativo de forragem (103%) comparativamente aos híbridos P30R50H (63,57% e 95,67%) e P30B39H (64,09% e 98%), com valores similares entre si ($P > 0,05$).

Pode-se atribuir também à composição física da planta, em que o híbrido P2530H obteve maiores valores de grãos na composição total da planta, maiores valores de nutrientes digestíveis totais e valor relativo de forragem.

Na média geral, independentemente do híbrido avaliado, o local de cultivo B apresentou os menores valores de nutrientes digestíveis totais (62,57%) e valor relativo da forragem (90%) comparativamente aos locais A e C.

Há necessidade de continuidade de estudos quanto ao comportamento agrônomico dos híbridos de milho testados para silagem em função da variação encontrada entre os diferentes locais de cultivo.

Conclusão

A maior produção de biomassa seca e de grãos foi obtida em densidade de 80 mil plantas ha^{-1} , independentemente do híbrido avaliado, ao passo que o local de cultivo C (882 m de altitude) foi superior às demais localizações. Em relação aos híbridos testados, P30R50H e P2530H apresentaram boas condições de recomendação para uso na produção de silagem.

Referências

- ASSIS, B. F.; BASSO, F. C.; LARA, C. E.; RAPOSO, E.; BERTIPAGLIA, A. M. L.; FERNANDES, O. L.; RABELO, S. H. C.; REIS, R. A. Caracterização agrônômica e bromatológica de híbridos de milho para ensilagem. *Semina. Ciências Agrárias*, Londrina, v. 35, n. 6, p. 2869-2882, 2014.
DOI: [10.5433/1679-0359.2014v35n6p2869](https://doi.org/10.5433/1679-0359.2014v35n6p2869).
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. *Official methods of analysis*. 16. ed. Washington, 1995. 2000 p.
- BOLSEN, K. K.; ASHBELL, G.; WEINBERG, Z. G. Silage fermentation and silage additives-review. *Asian-Australasian Journal of Animal Science*, Champaign, v. 9, n. 5, p. 483-494, 1996.
DOI: [10.5713/ajas.1996.483](https://doi.org/10.5713/ajas.1996.483).

- DEMÉTRIO, C. S.; FORNASIERI FILHO, D.; CAZETTA, J. O.; CAZETTA, D. A. Desempenho de híbridos de milho submetidos a diferentes espaçamentos e densidades populacionais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 43, n. 12, p. 1691-1697, 2008.
DOI: [10.1590/S0100-204X2008001200008](https://doi.org/10.1590/S0100-204X2008001200008).
- FERREIRA, G. D. G.; BARRIÈRE, Y.; JOBIM, C. C.; ALMEIDA, O. D. Valor nutritivo da silagem de dez híbridos de milho. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, Maringá, v. 33, n. 3, p. 255-260, 2011.
DOI: [10.4025/actascianimsci.v33i3.9890](https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v33i3.9890).
- FERRARETTO, L. F.; SHAVER R. D. Effects of whole-plant corn silage hybrid type on intake, digestion, ruminal fermentation, and lactation performance by dairy cows through a meta-analysis. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 98, n. 4, p. 2662-2675, 2015.
DOI: [10.3168/jds.2014-9045](https://doi.org/10.3168/jds.2014-9045).
- GABRIEL, A. **Características agrônomicas e bromatológicas da forragem de topcrosses de linhagens S₃ de milho em diferentes espaçamentos**. 2015. 85 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Estadual do Centro-Oeste, Guarapuava, 2015.
- GOERING, H. K.; VAN SOEST, P. J. **Forage fiber analysis**. Washington: US Department of Agriculture, 1970. 20 p. (Agricultural Handbook, n. 379).
- GRALAK, E.; FARIA, M. V.; POSSATO JÚNIOR, O.; ROSSI, E. S.; SILVA, C. A.; RIZZARD, D. A.; MENDES, M. C.; NEUMANN, M. Capacidade combinatória de híbridos de milho para caracteres agrônomicos e bromatológicos da silagem. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 13, n. 2, p. 187-200, 2014.
DOI: [10.18512/1980-6477/rbms.v13n2p187-200](https://doi.org/10.18512/1980-6477/rbms.v13n2p187-200).
- KAPPES, C.; ANDRADE, J. A. C.; ARF, O.; OLIVEIRA, A. C.; ARF, M. V.; FERREIRA, J. P. Arranjo de plantas para diferentes híbridos de milho. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 41, n. 3, p. 348-359, 2011.
- LUPATINI, G. C.; MACCARI, M.; ZANETTE, S.; PIACENTINI, E.; NEUMANN, M. Avaliação do desempenho agrônomico de híbridos de milho (*Zea mays, L.*) para produção de silagem. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete lagoas, v. 3, n. 2, p. 193-203, 2004.
DOI: [10.18512/1980-6477/rbms.v3n2p193-203](https://doi.org/10.18512/1980-6477/rbms.v3n2p193-203).
- MODOLO, A. J.; CARNIELETTO, R.; KOLLING, E. M.; TROGEOLO, E.; SGARBOSA, M. Desempenho de híbridos de milho na região sudoeste do Paraná sob diferentes espaçamentos entre linhas. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 41, n. 3, p. 435-441, 2010.
- NEUMANN, M.; FIGUEIRA, D. N.; BUMBIERIS JÚNIOR, V. H.; UENO, R. K.; LEO, G. F. M. Ensilagem: estratégias visando maior produção de leite. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RUMINANTES LEITEIROS, 1., 2014, Uberlândia, MG. **Anais...** Uberlândia: UFU, 2014. p. 130-166.
- NEUMANN, M.; MÜHLBACH, P. R. F.; NÖRNBERG, J. L.; OST, P. R.; RESTLE, J.; SANDINI, I. E.; ROMANO, M. A. Características da fermentação da silagem obtida em diferentes tipos de silos sob efeito do tamanho de partícula e da altura de colheita das plantas de milho. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 37, n. 3, p. 847-854, 2007.
DOI: [10.1590/S0103-84782007000300038](https://doi.org/10.1590/S0103-84782007000300038).
- ROSA, J. R. P.; SILVA, J. H. S. da; RESTLE, J.; PASCOAL, L. L.; BRONDANI, I. L.; ALVES FILHO, D. C.; FREITAS, A. K. de. Avaliação do comportamento agrônomico da planta e valor nutritivo da silagem de diferentes híbridos de milho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 33, n. 2, p. 302-312, 2004.
DOI: [10.1590/S1516-35982004000200005](https://doi.org/10.1590/S1516-35982004000200005).
- SAS INSTITUTE. **SAS/STAT user's guide: Statistics**, version 6. 4. ed. North Caroline, 1993. v. 2, 943 p.
- SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3. ed. Viçosa, MG: UFV, 2009. 235 p.

VAN SOEST, P. J.; ROBERTTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 74, n. 10, p. 3583-3597, 1991. DOI: [10.3168/jds.S0022-0302\(91\)78551-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(91)78551-2).