

CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS EM FUNÇÃO DE DIFERENTES ESPAÇAMENTOS NO MILHO SILAGEM

ARIANA VIEIRA SILVA¹, LUCAS EDUARDO DE OLIVEIRA APARECIDO¹,
FILIPPE CARNEIRO LOPES¹ e OTAVIO DUARTE GIUNTI¹

¹IFSULDEMIMAS – Campus Muzambinho. Muzambinho, MG.

ariana.silva@muz.ifsuldeminas.edu.br, lucas-aparecido@outlook.com, otaviogiunti@yahoo.com.br.

Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v.16, n.3, p. 556-568, 2017

RESUMO – O objetivo deste trabalho foi avaliar o controle de plantas daninhas no cultivo do milho silagem em diferentes espaçamentos entre linhas. Ele foi desenvolvido em Muzambinho-MG (Brasil), no ano agrícola de 2010/2011. Empregou-se o delineamento experimental em blocos casualizados e esquema fatorial 3x4, sendo utilizados três espaçamentos entre linhas (0,50 m; 0,75 m; 1,00 m) e quatro métodos de controle das plantas daninhas (testemunha “capina”; herbicida aplicado em pré-emergência das plantas daninhas; herbicida aplicado em pós-emergência das plantas daninhas; e herbicidas aplicados em pré-emergência e pós-emergência das plantas daninhas), com três repetições, totalizando 36 parcelas experimentais. Nas avaliações, além dos parâmetros fitotécnicos, como altura de plantas e espiga, diâmetros de colmo, produtividade, estande final, também foram avaliados parâmetros físicos, químicos e biológicos da silagem, como a umidade a 65 °C e 105 °C, fibra bruta, proteína bruta, matéria mineral, extrato etéreo e fibra em detergente ácido e neutro. Houve interação significativa entre os manejos de plantas daninhas e os espaçamentos entre linhas, para as variáveis: estande final, produtividade, umidade a 65 °C, fibra bruta, e fibra em detergente ácido. A mudança no espaçamento entre linhas e na densidade de plantio afeta diretamente o manejo de plantas daninhas no cultivo de milho para silagem.

Palavras-chave: herbicidas, controle químico, *Zea mays*, biplot.

WEED CONTROL IN MAIZE SILAGE IN DIFFERENT SPACINGS

ABSTRACT - This study aimed to evaluate the corn silage weed control in different row spacings. The work was developed in Muzambinho, State of Minas Gerais (Brazil), in the agricultural year 2010/2011. The experimental design was carried out with randomized block (RBD) in 3x4 factorial scheme with three row spacings (0.50 m, 0.75 m and 1.00 m) and four methods of weed control (witness “hoeing”; herbicide pre-emergent; herbicide-post emergent; and herbicide pre-emergent and post-emergent), and three replications. Plant height and ear insertion, stem diameter, yield and final stand, silage physical, chemical and biological parameters, such as humidity at 65 °C and 105 °C, raw fiber, raw protein, ash, ether extract and fiber in acid and neutral detergent, were evaluated. The interaction between weed management systems and spacings was significant for stand, yield, humidity at 65 °C, raw fiber, ether extract and acid detergent fiber. The change in line spacing and planting density directly affects weed management in silage corn cultivation.

Keywords: herbicide, chemical control, *Zea mays*, biplot.

O milho é uma planta originária da América Central (Oliveira et al., 2010), muito utilizado na confecção de volumoso para alimentação animal (Alvarez et al., 2006), e seu cultivo tem extrema importância econômica no setor agrícola do Brasil (Souza et al., 2013). O milho é utilizado em larga escala tanto na alimentação animal como na alimentação humana, e recentemente tem ganhado destaque na indústria de alta tecnologia, principalmente na produção de biocombustíveis (Souza et al., 2012).

A produção da silagem de milho é uma excelente alternativa, visando o fornecimento de alimentos de alta qualidade aos animais no período de déficit hídrico (Domingues et al. 2013). Em geral, no agronegócio brasileiro, o milho é largamente cultivado e a produtividade média para grãos é em torno de 5,41 t ha⁻¹ (CONAB, 2017); já a produtividade de silagem varia de 8 a 23 t ha⁻¹ de matéria seca (Von Pinho et al., 2007).

Silva et al. (2013) relatam que toda a produtividade, tanto de grãos como de silagem, pode ser reduzida ou depreciada em função da presença de plantas invasoras, que acarretam perdas diretas ou indiretas de rendimento (Bachega et al., 2013). Para Santos et al. (2010), essas plantas invasoras, também conhecidas como plantas daninhas, interferem no desenvolvimento e crescimento dos cultivos (Carvalho et al., 2010), principalmente pela competição interespecífica por água, luz e nutrientes (Swanton & Weise, 1991). Esta competição que afeta as plantas cultivadas é chamada de matocompetição (Skóra Neto, 2003). De acordo com Bonilla (1984), ela pode reduzir a produtividade em até 51,4% no período crítico, que vai da emergência até mais ou menos 60 dias. .

O manejo integrado de plantas daninhas no cultivo do milho é caracterizado pela adoção de técnicas que visam a racionalização do uso de herbici-

das, sendo uma delas a escolha do arranjo espacial (Merotto Júnior et al., 1997), pois a redução do espaçamento entre linhas aumenta a produção de grãos do milho (Demétrio et al., 2008) e de silagem de milho (Guareschi et al., 2008).

Com a redução no espaçamento de plantio, há ocorrência do fechamento mais rápido das entrelinhas pela cultura, o que diminui a incidência luminosa no interior do dossel, limitando o desenvolvimento das plantas daninhas, atuando como um método cultural de controle delas, e, assim, reduzindo o custo pela utilização de herbicidas (Balbinot Júnior & Fleck, 2005).

A redução do espaçamento entre linhas eleva o índice de área foliar, o que otimiza a eficiência na interceptação de luz solar fotossinteticamente ativa e, conseqüentemente, aumenta a produção de massa fresca e seca de silagem de milho (Molin, 2000; Guareschi, 2008). Penariol et al. (2003) verificaram diferentes espaçamentos (0,4; 0,6 e 0,8 m), em que a maior produtividade foi no de 0,4 m entre linhas.

A mudança do arranjo espacial por meio do aumento ou diminuição no espaçamento entre linhas proporciona maior habilidade do cultivo do milho em competir com as plantas daninhas (Teasdale, 1995), porém, poucos trabalhos relacionam o controle das plantas daninhas com o arranjo espacial do cultivo de milho. Assim, objetivou-se por meio deste estudo avaliar a relação do controle de plantas daninhas no cultivo do milho silagem em diferentes espaçamentos nas entrelinhas.

O trabalho foi desenvolvido em área experimental delimitada pelas coordenadas geográficas centrais de latitude: 21°22'33" Sul e longitude: 46°31'32" Oeste, tendo uma altitude média de 1.100 metros. A classificação climática predominante da região, segundo Thornthwaite (1948) é B_{4r}B'₂a, mesotérmico, úmido com pequena deficiência hídrica

(Aparecido et al., 2014), apresentando temperaturas médias anuais em torno de 18 °C e precipitação média anual de 1.605 milímetros (Figura 1).

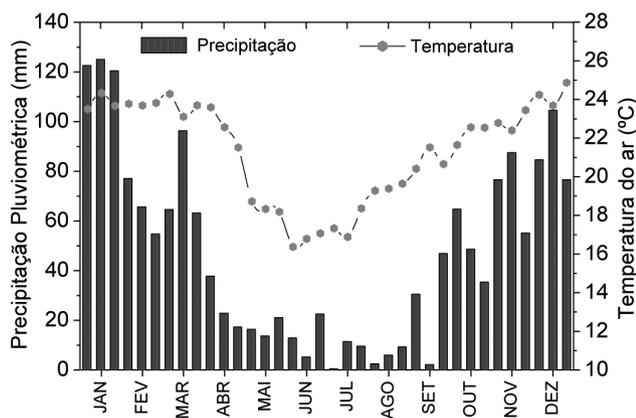


Figura 1. Variação decenal da temperatura do ar e das precipitações pluviométricas no período de 2006 a 2014 para o Sul de Minas-MG.

A precipitação pluviométrica (mm) e a temperatura do ar (°C) do período experimental foram obtidas da estação meteorológica automática do Campus Muzambinho, do Instituto Federal do Sul de Minas. Na presente região, assim como a área onde foi realizado o experimento, o tipo de solo predominante é classificado como Latossolo Vermelho distrófico, com textura argilosa (Santos et al., 2006).

A semeadura foi realizada no dia 12 de novembro de 2010, de forma manual, utilizando-se o híbrido duplo semiprecoce AG1051 dentado amarelo, com parcelas experimentais de 5,0 metros de comprimento e 3,0 metros de largura.

Empregou-se o delineamento experimental em blocos casualizados (DBC) e esquema fatorial 3x4, sendo utilizados três espaçamentos entre linhas (0,50 m; 0,75 m; 1,00 m) e quatro métodos de controle das plantas daninhas (1. testemunha “capina”; 2. herbicida aplicado em pré-emergência das plantas daninhas;

3. herbicida aplicado em pós-emergência das plantas daninhas; e 4. herbicidas aplicados em pré-emergência e pós-emergência das plantas daninhas), com três repetições, totalizando 36 parcelas experimentais.

A adubação de semeadura foi realizada em função da interpretação da análise de solo e por unidade de área, independentemente do espaçamento entre linhas, sendo aplicados 500 Kg ha⁻¹ do formulado N-P-K “04-14-08”. Nas adubações de cobertura, empregaram-se, aos 17 e 21 dias após a semeadura (DAS), 90 Kg de N ha⁻¹ na forma de sulfato de amônio (20% N) em cada aplicação. A última adubação foi aos 30 DAS, aplicando-se 82 Kg de K₂O na forma de Cloreto de Potássio (60% K₂O).

Foram utilizados os herbicidas pré-emergente atrazine (concentração de 370 g L⁻¹ e dose 4,0 L ha⁻¹) + metholacolor (concentração de 290 g L⁻¹ e dose 4,0 L ha⁻¹), aplicados logo após a semeadura da cultura. Em relação ao herbicida pós-emergente, utilizou-se a mistura de nicosulfuron (concentração 40 g L⁻¹ e dose de 1,0 L ha⁻¹) e atrazine (concentração 500 g L⁻¹ e dose 3,0 L ha⁻¹), aplicados em área total quando o cultivo se apresentava no estágio de 4 a 5 folhas. Para o manejo das pragas, aos 19 DAS aplicou-se o inseticida deltamethrin (0,8 L ha⁻¹), visando o controle da lagarta-do-cartucho.

Com o objetivo de coletar os dados, foram marcadas quatro plantas na área útil de cada parcela por ocasião do florescimento, em que se determinou a altura média das plantas (m) e a altura média de inserção da espiga principal (m), ambas utilizando uma fita métrica graduada; o diâmetro médio dos colmos (mm) foi medido próximo do segundo internódio a partir do colo da planta, através de um paquímetro digital.

Aos 110 DAS, avaliou-se a produtividade obtida por área útil da parcela e corrigida para t ha⁻¹,

sendo as plantas colhidas manualmente a 20 cm do solo e picadas em picadeira estacionária, com tamanho médio de partícula de 2 a 3 cm. Posteriormente, realizou-se o processo de ensilagem utilizando amostras trituradas das plantas de cada parcela experimental, o armazenamento foi em canos de PVC de 1 m de comprimento e 100 mm de diâmetro, sendo bem compactados e muito bem vedados, para que ocorresse o processo anaeróbico. A abertura dos silos (canos) para retirada das amostras ocorreu aos 30 dias após a ensilagem, e o conteúdo superior (10 cm) de cada silo foi descartado para evitar a contaminação das amostras.

Para avaliar as plantas daninhas, utilizou-se um quadro de 0,50 m x 0,50 m, lançado quatro vezes aleatoriamente dentro de cada parcela, onde se coletou somente as plantas dentro do quadro, para determinar a massa verde (g) e, posteriormente, a massa seca (g), após o processo de secagem em estufa de circulação de ar forçada em temperatura de 65 °C e período de 72 horas.

As análises químicas e microbiológicas foram realizadas em duplicata no Laboratório de Bromatologia do Instituto Federal do Sul de Minas-Campus Muzambinho, sendo elas: fibra bruta (FB) realizada pelo método gravimétrico após hidrólise ácida, (Kamer & Ginkel, 1952); fibra detergente ácido (FDA) e detergente neutro (FDN), segundo Van Soest et al. (1991); teor de proteína bruta obtido pela determinação do teor de nitrogênio total (fator 6,25) por destilação em aparelho MicroKjedahl (AOAC, 2012); matéria mineral (MM), ou fração cinzas, foi determinada gravimetricamente avaliando-se a perda de peso do material submetido ao aquecimento a 550 °C em mufla (AOAC, 2012); umidade a 65 °C e 105 °C foram determinadas segundo a técnica gravimétrica, empregando calor em estufa ventilada na temperatura

de 65 °C e 105 °C, com verificações esporádicas até o peso constante (AOAC, 2012); e extrato etéreo (EE) foi avaliado utilizando-se o método Soxhlet (AOAC, 2012). Também foram realizadas as análises microbiológicas, visando determinar a presença de fungos e *Listeria monocytogenes*.

As características avaliadas foram submetidas à análise de variância, por meio do teste F. Nos casos em que o valor do teste F foi significativo, foram realizados testes de comparação de médias pelo teste de Scott-Knott ($p > 0,05$). Posteriormente, elaboraram-se duas análises multivariadas, sendo a análise de agrupamentos hierárquicos (HCA), pelo método de otimização de Ward Jr. (1963), e a análise de componentes principais (PCA), visando avaliar a similaridade e relações entre todos os componentes.

Houve interação significativa entre os manejos de plantas daninhas e os espaçamentos entre linhas para o estande final, produtividade, umidade a 65 °C, fibra bruta, extrato etéreo e fibra em detergente ácido (Tabela 1). Contrariamente, houve ausência da interação do manejo de plantas daninhas e espaçamentos entre linhas para altura de plantas, altura de inserção da espiga principal e diâmetro de colmo das plantas de milho e massa verde e seca das plantas daninhas (Tabela 2).

A altura de plantas e inserção da espiga principal foram superiores no espaçamento de 0,50 m entre linhas, porém, nesse mesmo espaçamento, nota-se redução do diâmetro de colmo (Tabela 2); esses resultados também são constatados por Iptas e Acar (2006), que relatam que a competição entre as plantas de milho pela radiação solar proporciona o estiolamento e assim reduz a espessura do colmo. Em relação à massa verde e seca das plantas daninhas, verificou-se que ambas foram superiores no espaçamento de 1,00 m (Tabela 2), acarretando maior competição interespecífica entre as plantas.

Tabela 1. Resumo das análises de variância das variáveis alturas de plantas (AP), altura da espiga principal (AE), diâmetro de colmo (DC), massa verde (MV) e seca (MS) das plantas daninhas, folhas acima da espiga principal (FAE), estande final (EF), produtividade (PRO), umidade a 65 °C (U65) e 105 °C (U105), fibra bruta (FB), proteína bruta (PB), matéria mineral (MM), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN) e ácido (FDA). Muzambinho-MG, safra 2010/11.

Fontes de Variação ¹	AP (cm)	AE (cm)	DC (mm)	MV (kg ha ⁻¹)	MS (kg ha ⁻¹)	FAE (un)	EF (pl ha ⁻¹)	PRO (t ha ⁻¹)
E	*	*	*	*	*	ns	*	*
M	ns	ns	ns	*	*	ns	*	*
ExM	ns	ns	ns	ns	Ns	ns	*	*
CV (%)	3,05	6,45	9,69	110,3	117,2	10,3	2,6	6,6
Média	258,8	159,2	26,3	16,1	4,3	6,0	150	70,8
	U65 (%)	U105 (%)	FB (%)	PB (%)	MM (%)	EE (%)	FDN (%)	FDA (%)
E	*	ns	*	ns	Ns	*	ns	*
M	*	ns	*	ns	Ns	*	ns	*
ExM	*	ns	*	ns	Ns	*	ns	*
CV (%)	0,89	25,3	4,03	9,8	12,3	35,5	10,5	7,75
Média	73,3	4,8	22,6	7,4	5,7	2,6	65,9	31,4

¹E - espaçamentos, M - manejo, ExM - interação espaçamento x manejo.

Tabela 2. Altura de plantas (AP), altura de inserção da espiga principal (AE), diâmetro de colmo (DC) do milho híbrido AG1051, massa verde (MV) e seca (MS) das plantas daninhas em relação aos espaçamentos entre linhas e manejo de plantas daninhas. Muzambinho-MG, safra 2010/11.

Tratamentos	Variáveis				
	AP (cm)	AE (cm)	DC (mm)	MV (kg ha ⁻¹)	MS (kg ha ⁻¹)
Espaçamento entre linhas (m)					
0,50	263,7 a	165,5 a	24,1 c	10,0 b	2,7 b
0,75	257,6 b	158,2 b	26,2 b	10,4 b	2,9 b
1,00	255,8 b	154,2 c	28,6 a	27,9 a	7,4 a
CV (%)	2,81	4,3	4,88	56,22	78,1
Manejo Plantas Daninhas					
Capina	255,8 a	156,9 a	26,0 a	0,0 b	0,0 b
Pré	259,8 a	161,6 a	26,8 a	16,3 b	4,8 b
Pós	261,0 a	158,8 a	25,7 a	39,2 a	10,2 a
Pré + Pós	259,4 a	159,8 a	26,7 a	9,0 b	2,3 b
CV (%)	3,3	8,6	14,5	164,5	156,3

*Médias seguidas da mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott (5%).

A altura de plantas, altura da inserção da espiga principal e o diâmetro de colmo não apresentaram diferenças significativas, em relação aos controles de plantas daninhas empregado. A aplicação de pós-emergente proporcionou maior massa verde às plantas daninhas, e, conseqüentemente, maior acúmulo de massa seca. Esse resultado acontece em função da não eficácia do produto de pós-emergência, uma vez que as plantas daninhas apresentavam grande desenvolvimento com sua aplicação (Tabela 2).

No espaçamento de 0,50 m, a aplicação do pré-emergente + pós-emergente proporcionou um estande final de 213 mil pl ha⁻¹, sendo 10,3% superior ao tratamento capina (Tabela 3). Nos demais espaçamentos (0,75 e 1,0 m), independentemente do manejo de plantas utilizado, o estande final não diferiu estatisticamente. De maneira geral, o menor espaçamento entre linhas proporciona o maior estande, e o maior espaçamento, o menor estande final.

As maiores produtividades foram de 84,8 t ha⁻¹, aplicando-se pós-emergente no espaçamento de 0,50 m, e 80,8 t ha⁻¹ na aplicação do pré-emergente em espaçamento de 0,75 m, enquanto a menor produtividade foi em média 56,7 t ha⁻¹ no espaçamento de 1,00 m (Tabela 4). Esse aumento da produtividade é decorrente do acréscimo de plantas por área por

meio da redução do espaçamento entre linhas, assim como pela diminuição da matocompetição por causa do manejo de plantas daninhas utilizado. Resultados semelhantes foram obtidos por Penariol et al. (2003), que trabalhando com duas cultivares de milho em diferentes espaçamentos (0,4; 0,6 e 0,8 m), relataram aumento da produtividade, no plantio realizado 0,4 m entre linhas.

Para a variável folhas acima da espiga principal, e as análises bromatológicas: proteína bruta (PB), matéria mineral, fibra detergente neutro (FDN) e umidade 105 °C, não houve diferenças significativas, em relação ao controle de plantas daninhas e o espaçamento entre linhas (dados não demonstrados). Da mesma forma, Santin et al. (2017) verificaram que o espaçamento entre linhas não influencia nos teores de proteína bruta e de matéria mineral.

A respeito do teor de extrato etéreo da silagem, o espaçamento de 0,5 m não apresentou diferença significativa em relação aos métodos de controle de plantas daninhas, porém, nos espaçamentos de 0,75 e 1 m, nota-se que a capina e o pós-emergente, respectivamente, sobressaíram-se aos demais (Tabela 5).

O maior valor numérico para teor de fibra bruta (FB) foi de 24,4%, sendo observado no espaçamento de 0,5 m, na aplicação do pré-emergente e pré-emer-

Tabela 3. Interação espaçamento entre linhas x manejo de plantas daninhas para estande final do milho AG1051. Muzambinho-MG, safra 2010/11.

Manejo de Plantas Daninhas	Estande Final (mil pl. ha ⁻¹)		
	Espaçamento Entre Linhas (m)		
	0,50	0,75	1,00
Capina	191,0 (±7,28) Ca	149,7 (±2,60) Ab	100,7 (±0,98) Ac
Pré	193,3 (±1,96) Ca	150,7 (±2,14) Ab	101,3 (±6,89) Ac
Pós	199,7 (±7,73) Ba	147,3 (±1,77) Ab	103,3 (±1,77) Ac
Pré + Pós	213,0 (±11,7) Aa	151,3 (±3,55) Ab	103,2 (±4,30) Ac
CV (%)		2,6	

*Médias seguidas da mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott (5%).

Tabela 4. Interação espaçamento entre linhas x manejo de plantas daninhas para a produtividade de milho AG1051. Muzambinho-MG, safra 2010/11.

Manejo de Plantas Daninhas	Produtividade (t ha ⁻¹)		
	Espaçamento Entre Linhas (m)		
	0,50	0,75	1,00
Capina	71,4 (±0,86) Ca	71,8 (±5,96) Ba	65,3 (±2,77) Ab
Pré	71,2 (±10,6) Cb	80,8 (±5,50) Aa	56,3 (±4,85) Cc
Pós	84,8 (±9,28) Aa	77,8 (±3,98) Ab	57,2 (±3,23) Cc
Pré + Pós	79,0 (±9,39) Ba	73,4 (±8,17) Bb	61,3 (±2,97) Bc
CV (%)		6,6	

*Médias seguidas da mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott (5%).

Tabela 5. Interação espaçamento entre linhas x manejo de plantas daninhas para o teor de gordura da silagem do milho AG1051. Muzambinho-MG, safra 2010/11.

Manejo de Plantas Daninhas	Extrato Etéreo (%)		
	Espaçamento Entre Linhas (m)		
	0,50	0,75	1,00
Capina	2,3 (±0,13) Ab	4,31 (±2,63) Aa	2,45 (±0,27) Bb
Pré	2,4 (±0,36) Aa	2,13 (±0,20) Ba	2,36 (±0,18) Ba
Pós	2,6 (±0,30) Ab	2,47 (±0,29) Bb	4,34 (±2,81) Aa
Pré + Pós	2,3 (±0,34) Aa	2,00 (±0,41) Ba	2,48 (±0,47) Ba
CV (%)		35,58	

*Médias seguidas da mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott (5%).

gente + pós-emergente. Enquanto no mesmo espaçamento, a aplicação do pós-emergente proporcionou o menor teor de fibra bruta na silagem. Independentemente do manejo de plantas daninhas, o espaçamento de 0,5 m proporcionou maiores teores de fibra bruta, exceto no manejo com pós-emergente para o espaçamento de 0,75 m, que foi igual ao mesmo manejo no espaçamento de 0,5 m (Tabela 6).

O milho implantado a 1,0 m entre linhas, com aplicação em pós-emergência no controle das plantas daninhas, mostrou a silagem com maior digestibilidade, apresentando baixa quantidade (24,6%) de fibra em detergente ácido (FDA) (Tabela 7). A FDA está relacionada à digestibilidade da forragem, perante o teor de lignina, sendo assim, quanto menor o FDA

menor a quantidade de lignina e maior a digestibilidade e o valor energético do material.

O menor teor de umidade a 65 °C foi 71,3% no tratamento com aplicação de pós-emergente no espaçamento de 1,0 m (Tabela 8). De forma geral, em todos os espaçamentos entre linhas, a aplicação do herbicida pré-emergente proporcionou elevados teores de umidade (65 °C) 74,6%, 74% e 73,5%, para 0,5 m, 0,75 m e 1 m, respectivamente.

Em relação às análises microbiológicas, notou-se contaminação por *L. monocytogenes* e fungos em todas as amostras. O *L. monocytogenes* não foi quantificado, porém, sabe-se que teores acima de 104 UFC g⁻¹ caracterizam uma silagem de qualidade inferior. Os fungos apresentaram teor acima de

Tabela 6. Interação espaçamento entre linhas x manejo de plantas daninhas para o teor de fibra bruta do milho AG1051. Muzambinho-MG, safra 2010/11.

Manejo de Plantas Daninhas	Fibra Bruta (%)		
	Espaçamento Entre Linhas (m)		
	0,50	0,75	1,00
Capina	23,5 (\pm 1,52) Ba	21,91 (\pm 1,29) Bb	21,59 (\pm 1,90) Bb
Pré	24,4 (\pm 0,63) Aa	21,55 (\pm 0,86) Bc	22,57 (\pm 1,18) Ab
Pós	22,5 (\pm 0,22) Ca	22,42 (\pm 0,62) Aa	21,01 (\pm 1,11) Bb
Pré + Pós	24,4 (\pm 0,99) Aa	23,06 (\pm 0,93) Ab	22,37 (\pm 0,94) Ab
CV (%)	4,03		

*Médias seguidas da mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott (5%).

Tabela 7. Interação espaçamento entre linhas x manejo de plantas daninhas para o teor de fibra em detergente ácido (FDA) do milho AG1051. Muzambinho-MG, safra 2010/11.

Manejo de Plantas Daninhas	Fibra Detergente Ácido (%)		
	Espaçamento Entre Linhas (m)		
	0,50	0,75	1,00
Capina	31,7 (\pm 1,83) Ba	30,35 (\pm 2,72) Ba	31,79 (\pm 2,05) Aa
Pré	30,9 (\pm 2,84) Ba	29,31 (\pm 5,71) Ba	30,92 (\pm 3,62) Aa
Pós	33,1 (\pm 2,35) Ab	37,20 (\pm 1,57) Aa	24,67 (\pm 0,91) Bc
Pré + Pós	35,1 (\pm 2,43) Aa	31,61 (\pm 1,80) Bb	31,85 (\pm 2,68) Ab
CV (%)	7,75		

*Médias seguidas da mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott (5%).

Tabela 8. Interação espaçamento entre linhas x manejo de plantas daninhas para umidade a 65 °C do milho AG1051. Muzambinho-MG, safra 2010/11.

Manejo de Plantas Daninhas	Umidade 65 °C (%)		
	Espaçamento Entre Linhas (m)		
	0,50	0,75	1,00
Capina	74,0 (\pm 0,67) Aa	73,1 (\pm 0,90) Bb	72,2 (\pm 0,64) Bc
Pré	74,6 (\pm 1,46) Aa	74,0 (\pm 0,80) Aa	73,5 (\pm 1,09) Ab
Pós	73,3 (\pm 0,79) Bb	73,7 (\pm 1,77) Aa	71,3 (\pm 1,13) Cb
Pré + Pós	74,3 (\pm 0,65) Aa	73,1 (\pm 0,71) Bb	72,3 (\pm 0,76) Bc
CV (%)	0,89		

*Médias seguidas da mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott (5%).

104 UFC g⁻¹ em 94,4% das amostras, esses fungos produzem metabólitos conhecidos como micotoxinas ou toxinas fúngicas que causam danos aos animais e à saúde humana (Oliveira et al., 2010).

Por meio da análise de agrupamento hierárquico obteve-se um dendrograma (Figura 2) para as diferentes variáveis analisadas, permitindo-se uma avaliação da similaridade entre elas. Observou-se um agrupamento entre a produtividade e o estande final, todavia, já era esperado, pois quanto maior o estande final maior a elevação da produtividade. Por sua vez, outras similaridades são evidentes, como entre a altura de plantas e da espiga, umidade (105 °C) e proteína bruta, além da massa verde e seca das plantas daninhas.

Para avaliar a similaridade entre os controles de plantas daninhas, realizaram-se outros dendrogramas (Figura 3), e, por fim, constatou-se que para as

variáveis do desenvolvimento do milho existe um agrupamento entre os tratamentos pré-emergente e pré-emergente + pós-emergente, evidenciando uma similaridade entre eles, entretanto, para as variáveis bromatológicas, nota-se outro agrupamento, sendo ele entre os tratamentos capina e o pós-emergente; esse resultado também pode ser observado na Tabela 7.

Em análise conjunta com todas as variáveis (dependentes e independentes), verificou-se que os controles de plantas daninhas empregados em espaçamentos maiores (1 metro) proporcionam plantas com maiores diâmetros de caule (DC), além de uma silagem com teores elevados de umidade 105 °C (U105), proteína bruta (PB) e extrato etéreo (EE), enquanto os mesmos controles aplicados em espaçamentos reduzidos (0,5 metro) acarretam plantas maiores com elevadas alturas de espigas, juntamente com maior

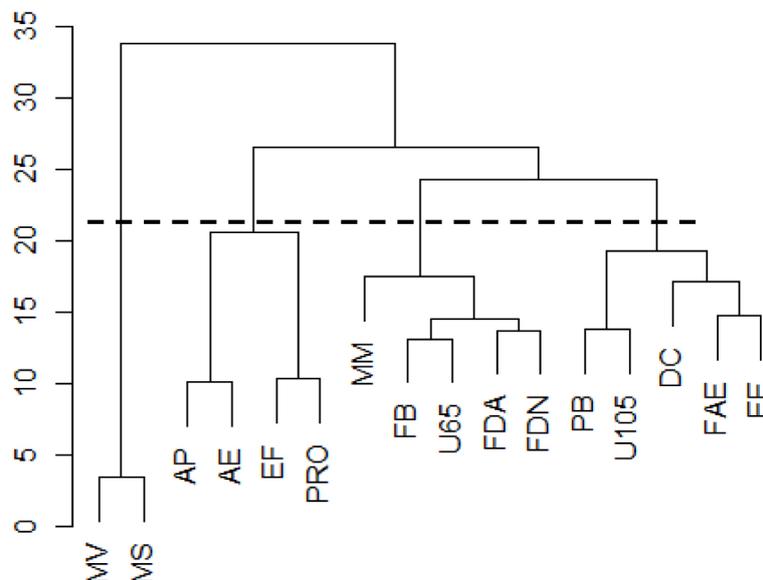


Figura 2. Dendrograma da análise de cluster, com base no método de otimização de Ward Jr. (1963), das variáveis dependentes do milho AG1051. Muzambinho-MG, safra 2010/11.

estante final (EF) e conseqüentemente, maior produtividade (PRO). O espaçamento de 0,75 metros entre plantas demonstra proporcionar um desenvolvimento intermediário em qualquer controle de plantas daninhas (Figura 4).

A fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e a matéria mineral (MM) apresentam alta correlação negativa com o extrato etéreo (EE) e folhas acima da espiga (FAE), uma vez que ambos os vetores demonstram estar na mesma di-

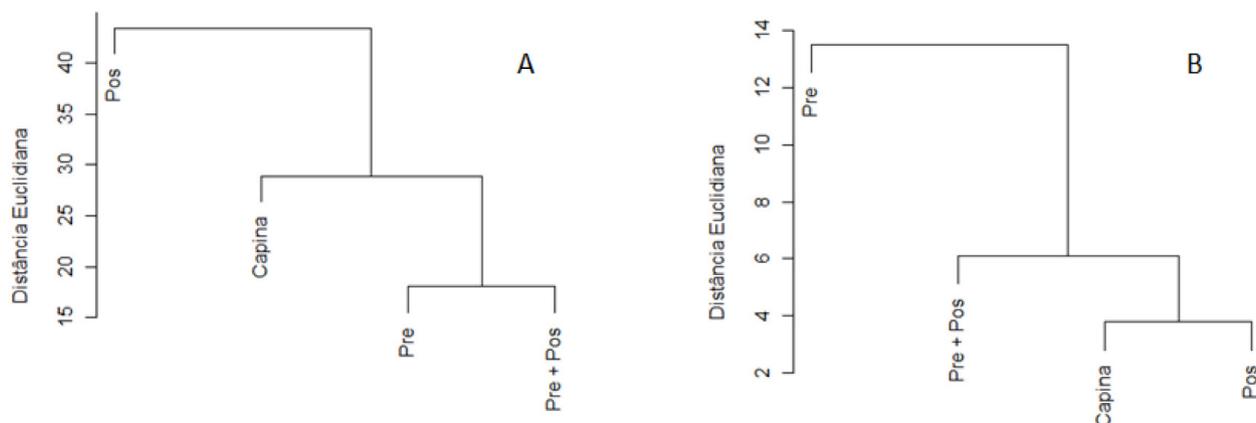


Figura 3. Dendrograma da análise de cluster obtida com as variáveis de desenvolvimento da planta, altura de plantas e espiga principal, diâmetro de colmo, estante final e produtividade (A) e com as variáveis bromatológicas, proteína e fibra bruta, matéria mineral, extrato etéreo, fibra detergente ácido e neutro, umidade a 65 e 105 °C (B) do milho AG1051. Muzambinho-MG, safra 2010/11.

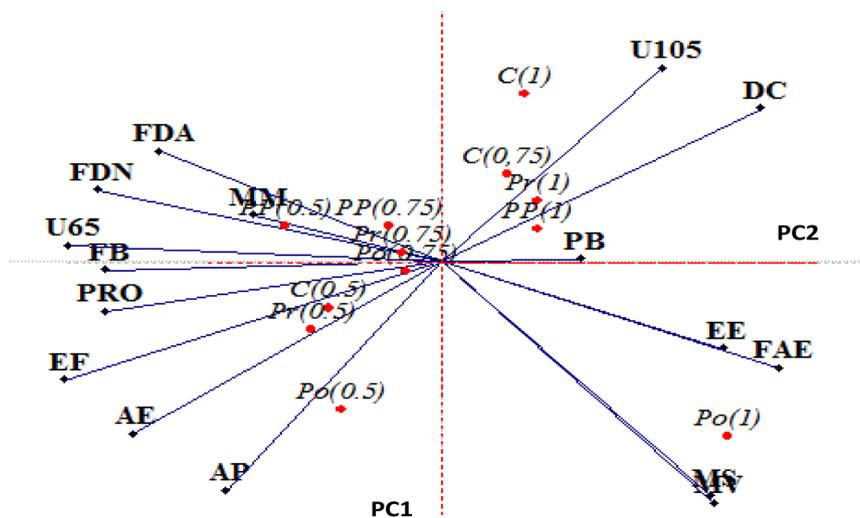


Figura 4. Biplot PC1 vs PC2 das variáveis dependentes do milho AG1051. Muzambinho- MG, safra 2010/11. “C(0,5); C(0,75); C(1) = capinas em plantas de milho espaçadas a 0,5; 0,75 e 1 metro, respectivamente. Pr(0,5); Pr(0,75); Pr(1) = pré-emergente em plantas de milho espaçadas a 0,5; 0,75 e 1 metro, respectivamente. Po(0,5); Po(0,75); Po(1) = pós-emergente em plantas de milho espaçadas a 0,5; 0,75 e 1 metro, respectivamente. PP(0,5); PP(0,75); PP(1) = pré-emergente + pós-emergente em plantas de milho espaçadas a 0,5; 0,75 e 1 metro, respectivamente.

reção, porém em sentidos opostos (180°). A variável proteína bruta (PB) demonstra apresentar a menor variância dentre todas as outras (menor vetor), além de ter forte correlação negativa com a fibra bruta (FB). A aplicação de pós-emergente em plantas espaçadas a 1 metro entre linhas proporciona uma grande quantidade de matéria seca nas plantas daninhas. A produtividade (PRO) tem alta correlação com a fibra bruta (FB) e o estande final (EF).

Conclusões

A mudança no espaçamento entre linhas e na densidade de plantio afeta diretamente o manejo de plantas daninhas no cultivo de milho para silagem.

As menores produtividades de silagem de milho ocorrem na densidade de 100 mil plantas ha⁻¹ (espaçamento de 1,0 entre linhas), utilizando o pré-emergente e o pós-emergente no manejo de plantas daninhas.

A produtividade de silagem de milho tem alta correlação positiva com a fibra bruta e o estande final do cultivo.

Referências

- ALVAREZ, C. G. D.; VON PINHO, R. G.; BORGES, I. D. Avaliação de características agronômicas e de produção de forragem e grãos de milho em diferentes densidades de milho e espaçamento entre linha. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 3, p. 402-408, 2006. DOI: [10.1590/S1413-70542006000300003](https://doi.org/10.1590/S1413-70542006000300003).
- AOAC. Association of Official Analytical Chemists. **Official methods of analysis of the AOAC International**. 19. ed. Arlington, 2012.
- APARECIDO, L. E. O.; ROLIM, G. S.; SOUZA, P. S. Épocas de florescimento e colheita da noqueira-macadâmia para áreas cafeeícolas da região sudeste. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 36, n. 1, p. 165-173, 2014. DOI: [10.1590/0100-2945-288/13](https://doi.org/10.1590/0100-2945-288/13).
- BACHEGA, L. P. S.; CARVALHO, L. B.; BIANCO, S.; CECILIO FILHO, A. B. Períodos de interferência de plantas daninhas na cultura do quiabo. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 31, p. 63-70, 2013. DOI: [10.1590/S0100-83582013000100007](https://doi.org/10.1590/S0100-83582013000100007).
- BALBINOT JÚNIOR, A. A.; FLECK, N. G. Competitividade de dois genótipos de milho (*Zea mays*) com plantas daninhas sob diferentes espaçamentos entre fileiras. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 23, n. 3, p. 415-421, 2005. DOI: [10.1590/S0100-83582005000300004](https://doi.org/10.1590/S0100-83582005000300004).
- BONILLA, J. S. Período crítico del maiz en competencia con las malas hierbas. **Centro Agrícola**, Santa Clara, v. 11, n. 3, p. 37-44, 1984.
- CARVALHO, L. B.; GUZZO, C. D.; PITELLI, R. A.; CECÍLIO FILHO, A. B.; BIANCO, S. The effects of the coexistence of weed communities on table beet yield during early crop development. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 32, n. 4, p. 709-714, 2010. DOI: [10.4025/actasciagron.v32i4.4649](https://doi.org/10.4025/actasciagron.v32i4.4649).
- CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira: grãos: safra 2016/17**. Brasília, DF, 2017. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/17_07_12_11_17_01_boletim_graos_julho_2017.pdf>. Acesso em: 9 ago. 2017.
- 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, dez. 2008. DOI: [10.1590/S0100-204X2008001200008](https://doi.org/10.1590/S0100-204X2008001200008).
- DOMINGUES, A. N.; ABREU, J. G.; CANEPPELE, C.; REIS, R. H. P.; BEHLING NETO, A.; ALMEIDA, C. M. Agronomic characteristics of corn hybrids for silage

- production in the State of Mato Grosso, Brazil. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, Maringá, v. 35, n. 1, p. 7-12, 2013. DOI: [10.4025/actascianimsci.v35i1.15592](https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v35i1.15592).
- GUARESCHI, R. F.; GAZOLLA, P. R.; PERIN, A.; ROCHA, A. C. da. Produção de massa de milho silagem em função do arranjo populacional e adubação. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 39, n. 3, p. 468-475, 2008.
- IPTAS, S.; ACAR, A. A. Effects of hybrid and row spacing on maize forage yield and quality. **Plant Soil Environment**, v. 52, n. 11, p. 515-522, 2006.
- KAMER, J. H. V. de; GINKEL, L. V. Rapid determination of crude fiber in cereals. **Cereal Chemistry**, Saint Paul, v. 29, n. 4, p. 239-251, 1952.
- MEROTTO JÚNIOR, A.; GLIIDOLIN, A. F.; ALMEIDA, M. L. de; HAVERROTH, H. S. Aumento da população de plantas e uso de herbicidas no controle de plantas daninhas em milho. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 15, n. 2, p. 141-151, 1997. DOI: [10.1590/S0100-83581997000200007](https://doi.org/10.1590/S0100-83581997000200007).
- MOLIN, R. **Espaçamento entre linhas de semeadura na cultura do milho**. São Paulo: Fundação ABC, 2000.
- OLIVEIRA, T. R.; BARANA, A. C.; JACCOUD-FILHO, D. S.; FANUCCHI NETO, F.; Avaliação da contaminação por aflatoxinas totais e zearalenona em variedades de milho crioulo (*Zea mays* L.) através do método imunoenzimático ELISA. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, Curitiba, v. 4, n. 2, p. 179-185, 2010. DOI: [10.3895/S1981-36862010000200006](https://doi.org/10.3895/S1981-36862010000200006).
- PENARIOL, F. G.; FORNASIERI FILHO, D.; COICEV, L.; BORDIN, L.; FARINELLI, R. Comportamento de cultivares de milho semeados em diferentes espaçamentos entre linhas e densidades populacionais, na safrinha. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 2, n. 2, p. 52-60, 2003. DOI: [10.18512/1980-6477/rbms.v2n2p52-60](https://doi.org/10.18512/1980-6477/rbms.v2n2p52-60).
- SANTIN, A. A.; ROSA, S. J.; SCHMITZ, L.; BORSOI, F. T.; NESI, C. N. Efeito da adubação nitrogenada e do espaçamento entre linhas sobre a silagem de milho. **Unoesc & Ciência**, Joaçaba, v. 8, n. 1, p. 45-52, 2017.
- SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; OLIVEIRA, J. B. de; COELHO, M. R.; LUMBRERAS, J. F.; CUNHA, T. J. F. (Ed.). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p.
- SANTOS, J. B.; SILVEIRA, T. P.; COELHO, P. S.; COSTA, O. G. Interferência de plantas daninhas na cultura do quiabo. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 28, n. 2, p. 255-262, 2010. DOI: [10.1590/S0100-83582010000200004](https://doi.org/10.1590/S0100-83582010000200004).
- SILVA, J. I. C.; MARTINS, D.; PEREIRA, M. R. R.; CARDOSO, L. A.; RODRIGUES-COSTA, A. C. P. Períodos de interferência de plantas daninhas na cultura do girassol. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 29, n. 5, p. 1255-1266, 2013.
- SKÓRA NETO, F. Uso de caracteres fenológicos do milho como indicadores do início da interferência causada por plantas daninhas. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 21, n. 1, p. 81-87, 2003. DOI: [10.1590/S0100-83582003000100010](https://doi.org/10.1590/S0100-83582003000100010).
- SOUZA, G. G.; MARINHO, A. B.; ALBUQUERQUE, A. H. P.; VIANA, T. V. A.; AZEVEDO, B. M. de. Crescimento inicial do milho sob diferentes concentrações de biofertilizante bovino irrigado com águas salinas. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 43, n. 2, p. 237-245, 2012. DOI: [10.1590/S1806-66902012000200005](https://doi.org/10.1590/S1806-66902012000200005).
- SOUZA, R. S.; VIDIGAL FILHO, P. S.; SCAPIM, C. A.; MARQUES, O. J.; QUEIROZ, D. C.; OKUMURA, R. S.; RECHE, D. L.; CORTINOVE, V. B. Produtividade e qualidade do milho doce em diferentes populações de plantas. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 34, n. 3, p. 995-1010, 2013. DOI: [10.5433/1679-0359.2013v34n3p995](https://doi.org/10.5433/1679-0359.2013v34n3p995).
- SWANTON, C. J.; WEISE, S. F. Integrated weed management: the rationale and approach. **Weed Technology**, Champaign, v. 5, n. 3, p. 657-663, 1991.

- TEASDALE, J. R. Influence of narrow row/high corn population (*Zea mays*) on weed control and light transmittance. **Weed Technology**, Champaign, v. 9, n. 1, p. 113-118, 1995.
- THORNTHWAITE, C. W. Na approach toward a rational classification of climate. **Geographical Review**, New York, v. 38, p. 55-94, 1948.
- VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, 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.
- VON PINHO, R. G.; VASCONCELOS, R. C.; BORGES, I. D.; RESENDE, A. V. Produtividade e qualidade da silagem de milho e sorgo em função da época de semeadura. **Bragantia**, Campinas, v. 66, n. 2, p. 235-245, 2007. DOI: [10.1590/S0006-87052007000200007](https://doi.org/10.1590/S0006-87052007000200007).
- WARD JR., J. H. Hierarchical grouping to optimize an objective function. **Journal of the American Statistical Association**, New York, v. 58, n. 301, p. 236-244, 1963.