

Produtividade do milho para ensilagem em consórcio com braquiárias e acúmulo de macronutrientes nos colmos remanescentes⁽¹⁾.

Lucas Rigodanzo⁽²⁾; Cristiano Magalhães Pariz⁽³⁾; Ciniro Costa⁽⁴⁾; Fabiana Morbi Fernandes⁽⁵⁾; Felipe Antonio Parise⁽⁶⁾; Jonas Teixeira Granuzzo⁽⁶⁾

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP).

⁽²⁾ Graduando em Agronomia; Faculdade de Engenharia (FE/UNESP); Ilha Solteira, São Paulo; lucasrigodanzo@gmail.com; ⁽³⁾ Doutorando em Zootecnia; Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia (FMVZ/UNESP); Botucatu, São Paulo; cmpzoo@gmail.com; Bolsista FAPESP; ⁽⁴⁾ Professor Titular; FMVZ/UNESP; ciniro@fmvz.unesp.br; Bolsista 1C do CNPq; ⁽⁵⁾ Engenheira Agrônoma; FE/UNESP; fabiana_morbi@hotmail.com; ⁽⁶⁾ Graduando em Zootecnia; FMVZ/UNESP; felipe.parise@hotmail.com; jonas.granuzzo@hotmail.com.

RESUMO: Plantas de milho colhidas em alturas mais elevadas para ensilagem devem contribuir para a ciclagem de nutrientes no sistema. Objetivou-se avaliar o efeito do consórcio dos capins Marandu e Piatã com a cultura do milho em duas alturas de colheita para ensilagem sobre os componentes da produção, a produtividade de massa seca, a quantidade de colmos remanescentes e macronutrientes depositados sobre a superfície do solo. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, com quatro repetições, em esquema fatorial 3x2x2. Os tratamentos consistiram de três modalidades de cultivo da cultura do milho para silagem (exclusivo e em consórcio com os capins Marandu e Piatã), duas alturas de colheita para ensilagem (0,20 e 0,45 m) e dois anos agrícolas (2010/2011 e 2011/2012). O consórcio da cultura do milho com os capins Marandu e Piatã não interfere nos componentes da produção e na produtividade de massa seca para ensilagem. A altura de colheita do milho para ensilagem a 0,45 m reduz a produtividade de massa seca, porém, eleva a quantidade de colmos remanescentes e macronutrientes depositados sobre a superfície do solo, com destaque para o potássio.

Termos de indexação: altura de colheita, *Brachiaria brizantha*, integração lavoura-pecuária.

INTRODUÇÃO

O cultivo consorciado de culturas graníferas (milho, sorgo, milho, arroz e soja) com forrageiras tropicais, principalmente do gênero *Brachiaria*, em sistema de integração lavoura-pecuária (ILP) é uma alternativa para recuperação de pastagens degradadas. Tal técnica permite a antecipação na formação da pastagem para pastejo, silagem, silagem seguida de pastejo, fenação e/ou, ainda formação de palhada para continuidade do sistema plantio direto (SPD) (Pariz et al., 2010).

Porém, no caso de colheita para ensilagem, deve-se vedar a área por um maior período, em função de um corte mais baixo com maior remoção de folhas do capim em relação à colheita de grãos. Nesse contexto, a colheita das plantas de milho para ensilagem em alturas mais altas quando em

consórcio com capins pode proporcionar a melhor formação da pastagem para utilização na época seca do ano. Além disso, plantas de milho colhidas em alturas mais elevadas para ensilagem devem contribuir não somente para aumentar a reciclagem da matéria orgânica no solo, mas também para retornar grandes quantidades de nutrientes, principalmente o potássio (K) que se encontram nos internódios inferiores da planta (Nussio et al., 2001).

Objetivou-se avaliar o efeito do consórcio dos capins Marandu e Piatã com a cultura do milho em duas alturas de colheita para ensilagem sobre os componentes da produção, a produtividade de massa seca, a quantidade de colmos remanescentes e macronutrientes depositados sobre a superfície do solo.

MATERIAL E MÉTODOS

Descrição do local

O experimento foi conduzido no município de Botucatu, SP (22°51'01"S e 48°25'28"W, com altitude de 777 metros), em um LATOSSOLO VERMELHO Distrófico. Até outubro/2010, a área se encontrava em pousio, com predominância de capim-braquiariinha (*Brachiaria decumbens* Stapf cv. Basilisk). De acordo com a classificação de Köppen, o clima predominante na região é do tipo Cwa, que se caracteriza pelo clima tropical de altitude, com inverno seco e verão quente e chuvoso.

Antes da implantação do experimento, o solo apresentava os seguintes resultados de fertilidade nas profundidades de 0-0,20 e 0,20-0,40 m, respectivamente: pH (CaCl₂) = 4,7 e 4,3; M.O. = 46,5 e 36,3 g dm⁻³; P (resina) = 8,2 e 6,8 mg dm⁻³; H+Al, K⁺, Ca²⁺ e Mg²⁺ = 45,7 e 64,1; 0,8 e 0,6; 21,4 e 12,1; 11,2 e 6,5 mmol_c dm⁻³, respectivamente, CTC = 79,1 e 83,3 mmol_c dm⁻³ e V = 42,2 e 23,0%.

Delineamento experimental e tratamentos

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, com quatro repetições, em esquema fatorial 3x2x2. Os tratamentos consistiram de três modalidades de cultivo da cultura do milho para silagem [(exclusivamente, dependente apenas da rebrotação de capim-braquiariinha), em consórcio



com capim-marandu (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu) e em consórcio com capim-piatã (*Brachiaria brizantha* cv. Piatã) na linha de semeadura]; duas alturas de colheita para ensilagem (0,20 e 0,45 m em relação à superfície do solo) no estágio de $\frac{1}{4}$ de grão leitoso e dois anos agrícolas (2010/2011 e 2011/2012).

Preparo da área experimental e manejo das culturas e dos cordeiros

O híbrido simples de milho 2B587 HX foi semeado em 20/12/2010 e 21/12/2011 (espaçamento de 0,45 m e densidade de 80.000 sementes ha^{-1}). Os capins foram semeados na quantidade de 550 pontos de valor cultural (VC) ha^{-1} , misturando-se as sementes no adubo e depositando-os na profundidade de 0,08 m. A adubação de semeadura foi de 36 kg ha^{-1} de N, 126 kg ha^{-1} de P_2O_5 e 72 kg ha^{-1} de K_2O , seguindo recomendações de Cantarella et al. (1997).

Em 11/01/2011 e 25/01/2012 aplicou-se os herbicidas Nicosulfuron na dose de 8 e 16 g ha^{-1} do ingrediente ativo e Atrazine na dose de 1.250 e 2.000 g ha^{-1} do ingrediente ativo.

Quando as plantas de milho estavam com cinco folhas expandidas (V5) realizou-se a adubação mineral de cobertura com a aplicação manual de 90 kg ha^{-1} de N (ureia) e 67 kg ha^{-1} de K_2O (KCL) em 17/01/2011 e 150 kg ha^{-1} de N (ureia) e 90 kg ha^{-1} de K_2O (KCI) em 31/01/2012, nas entrelinhas da cultura do milho sem incorporação, seguindo as recomendações de Cantarella et al. (1997).

Entre os dias 12 e 14/04/2011 e 17 e 18/04/2012, realizou-se a colheita com colhedora de forragem modelo JF C-120 (12 facas). Em 09/06/2011 e 01/06/2012, os capins foram adubados com 60 kg ha^{-1} de N (sulfato de amônio).

Na pastagem formada, realizou-se o pastejo por cordeiros por um período de 70 dias, iniciando-se em 22/09/2011 e 06/09/2012. O método de pastejo foi o de lotação contínua com taxa de lotação fixa, em sistema de semi-confinamento. Após o término do período de pastejo, no dia 14/12/2011 e 04/12/2012, os capins foram dessecados com o herbicida Glyphosate na dose de 1.440 g ha^{-1} do equivalente ácido para formação de palhada.

Amostragens e análises

O ciclo até a colheita da cultura do milho para silagem no estágio de $\frac{1}{4}$ de grão leitoso foi de 107 e 102 dias após a emergência, para os anos de 2010/2011 e 2011/2012, respectivamente. Antes da colheita, determinou-se o estande final de plantas por hectare e o número final de espigas por hectare, contando as plantas e as espigas em cinco linhas centrais com 5 m de comprimento por parcela

(11,25 m^2). Também se mensurou a altura de plantas e altura de inserção da espiga principal com régua graduada e o diâmetro basal de colmos com paquímetro. Após estas avaliações, as plantas de milho e os capins foram cortados manualmente nas respectivas alturas dos tratamentos em cinco linhas centrais com 5 m de comprimento por parcela (11,25 m^2). As amostras foram secadas em estufa de ventilação forçada a 65°C por 72h para determinação da produtividade de massa seca (PMS) total de forragem extrapolada para kg ha^{-1} . Adotando a mesma metodologia para avaliação das plantas, os colmos de milho remanescentes na área também foram coletados para determinação da quantidade de massa seca e posteriormente, as amostras foram moídas para determinação dos teores de N, P, K, Ca, Mg e S conforme metodologia descrita por Malavolta et al. (1997), multiplicando-os posteriormente para obtenção das quantidades de macronutrientes em kg ha^{-1} .

Análises estatísticas

Os resultados foram submetidos à análise de variância pelo teste F ($p \leq 0,05$) e as médias comparadas pelo teste LSD ($p \leq 0,05$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Componentes da produção e produtividade das plantas de milho e capim para ensilagem

O menor estande final de plantas (EFP) de milho por hectare e consequentemente o menor número final de espigas (NFE) por hectare no consórcio com capim-marandu em relação ao cultivo exclusivo (**Tabela 1**), deve-se à maior capacidade de competição desse capim no consórcio com o milho. O maior EFP e NFE de milho no segundo ano deve-se a menor competição dos capins, em virtude da aplicação de maior sub-dose do herbicida à base de Nicosulfuron. Em função da maior competição por luz no consórcio com os capins Marandu e Piatã, verificou-se maior altura de plantas (AP) de milho em relação ao cultivo exclusivo. A altura de inserção da espiga principal (AIEP) nas plantas de milho não foi influenciada por ser uma característica de cada híbrido.

O menor EFP de milho por hectare no primeiro ano proporcionou maior diâmetro basal de colmo (DBC) (**Tabela 1**), visto que reduziu a competição por água e nutrientes pelas plantas de milho. Colmos mais grossos são importantes do ponto de vista da capacidade de translocação de nutrientes para as espigas. Além disso, tornam as plantas mais resistentes ao tombamento pela ação do vento e tempestades. O menor EFP e NFE de milho por

hectare no consórcio com os capins Marandu e Piatã proporcionaram maior massa de grãos por espiga (MGE), visto que reduziu a competição por água e nutrientes para enchimento dos grãos.

Em função da menor quantidade de colmos na massa a ser ensilada colhida na altura de 0,45 m, ocorreu redução da produtividade de massa seca (PMS) total em ambos os anos (**Tabelas 1 e 2**). A maior adaptabilidade do capim-marandu no consórcio com o milho pode ser comprovada na sua maior produtividade de massa seca (PMS) em relação aos demais capins em ambas as alturas de colheita e no primeiro ano. Porém, na altura de 0,45 m as PMS dos capins Marandu e Piatã foram reduzidas. A PMS do capim-braquiariinha não foi influenciada pela altura de colheita por ser uma espécie de porte menor em relação às cultivares de *Brachiaria brizantha*, sendo pouco colhida pela plataforma da colhedora de forragem.

Quantidade e acúmulos de macronutrientes nos colmos de milho remanescentes

A altura de 0,45 m elevou a quantidade de colmos de milho remanescentes sobre o solo após a colheita para ensilagem (**Tabela 3**). O consórcio com capim-marandu elevou o acúmulo de K e no segundo ano o acúmulo de Mg nos colmos de milho remanescentes. Já em função da maior quantidade de colmos remanescentes, a altura de colheita de 0,45 m elevou os acúmulos de P, K, Mg e S e no primeiro ano o acúmulo de K e S. Resultados de Jaremtchuk et al. (2006) demonstraram que a elevação na altura de colheita do milho para ensilagem de 0,20 para 0,40 m reduziu em média 19,1% a extração de K. No presente estudo, tal redução foi de 59,5% ($17,09 \times 28,70 \text{ kg ha}^{-1}$ de K nas alturas de 0,20 e 0,45 m, respectivamente). Portanto, a ciclagem deste nutriente é positiva para o estabelecimento de um programa duradouro em longo prazo de exploração de áreas para produção de silagem de milho.

Independente da modalidade de cultivo, o acúmulo de N nos colmos de milho remanescentes após a colheita para ensilagem foram maiores no segundo ano (**Tabela 4**), visto que no primeiro ano, grande parte do N se encontrava imobilizado na palhada (Anghinoni, 2007). Em função dessa imobilização, as modalidades de cultivo não influenciaram os acúmulos deste nutriente. No segundo ano, os consórcios com os capins Marandu e Piatã reduziram tais acúmulos em relação ao cultivo exclusivo, visto que a rebrotação do capim-braquiariinha apresenta menor competição com a cultura do milho e consequentemente menor produtividade de massa seca (PMS). Independente da altura de colheita, essa imobilização do N no

primeiro ano também reduziu o acúmulo deste nutriente nos colmos de milho remanescentes. O efeito sinérgico entre quantidade de colmos na altura de 0,45 m e teores de N e Ca, elevou o acúmulo destes nutrientes nas plantas de milho no segundo ano.

CONCLUSÕES

O consórcio da cultura do milho com os capins Marandu e Piatã não interfere nos componentes da produção e na produtividade de massa seca para ensilagem.

A altura de colheita do milho para ensilagem a 0,45 m reduz a produtividade de massa seca, porém, eleva a quantidade de colmos remanescentes e macronutrientes depositados sobre a superfície do solo, com destaque para o potássio.

REFERÊNCIAS

- ANGHINONI, I. Fertilidade do solo e seu manejo em sistema plantio direto. In: NOVAIS, R.F.; V. ALVARES, V.H.; BARROS, N.F. et al., ed. Fertilidade do solo. 1.ed. Viçosa, MG: SBCS, 2007. p.873-928.
- CANTARELLA, H.; RAIJ, B. van.; CAMARGO, C.E.O. Cereais. In: RAIJ, B. van.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A. et al., ed. Boletim Técnico 100: Recomendação de Adubação e Calagem para o Estado de São Paulo. 2.ed. Campinas: IAC, 1997. p.43-71.
- JAREMTCHUK, A.R.; COSTA, C.; MEIRELLES, P.R.L. et al. Produção, composição bromatológica e extração de potássio pela planta de milho para silagem colhida em duas alturas de corte. Acta Scientiarum. Agronomy, 28:351-357, 2006.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. 2.ed. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1997. 319p.
- NUSSIO, L.G.; CAMPOS, F.P.; DIAS, F.N. Importância da qualidade da porção vegetativa no valor alimentício da silagem de milho. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS, 2001, Maringá. Anais... Maringá: UEM, 2001. p.127-145.
- PARIZ, C.M.; ANDREOTTI, M.; AZENHA, M.V. et al. Massa seca e composição bromatológica de quatro espécies de braquiárias semeadas na linha ou a lanço, em consórcio com milho no sistema plantio direto na palha. Acta Scientiarum. Animal Science, 32:147-154, 2010.

Tabela 1 – Estande final de plantas (EFP), número final de espigas (NFE), altura de plantas (AP), altura de inserção da espiga principal (AIEP), diâmetro basal de colmos (DBC), massa de grãos por espiga (MGE), produtividade de massa seca (PMS) total da cultura do milho em cultivo exclusivo e consorciado com capim-marandu ou capim-piatã, em duas alturas de colheita para ensilagem e dois anos agrícolas.

Tratamentos	EFP	NFE	AP	AIEP	DBC	MGE	PMS total	PMS capim
	plantas ha ⁻¹	espigas ha ⁻¹	m	m	mm	g	kg ha ⁻¹	kg ha ⁻¹
Modalidade de cultivo								
Exclusivo	76.000a	75.537a	2,09b	1,00	17,78	76,37b	13.056	249
Consórcio capim-piatã	72.148b	71.454b	2,27a	1,00	17,97	97,81a	15.561	677
Consórcio capim-marandu	69.213b	68.519b	2,24ab	1,02	17,84	90,58a	14.760	922
Altura de colheita								
0,20 m	71.451	72.222	2,22	1,01	17,95	87,61	15.089a	785
0,45 m	73.457	71.451	2,19	1,01	17,78	88,90	13.829b	447
Ano								
2010/2011	68.056b	69.444b	2,19	1,02	19,55a	87,52	15.016	667
2011/2012	76.852a	74.228a	2,21	0,99	16,18b	88,98	13.902	565
CV (%)	8,71	9,37	10,14	5,03	6,16	20,00	14,76	18,57

CV: coeficiente de variação. Médias seguidas de letras distintas diferem entre si, pelo teste t (LSD) a 5% de probabilidade.

Tabela 2 – Desdobramento das interações significativas da produtividade de massa seca (PMS) total das plantas de milho e capim para ensilagem em cultivo exclusivo e consorciado com capim-marandu ou capim-piatã, em duas alturas de colheita para ensilagem e dois anos agrícolas.

PMS total (kg ha ⁻¹)				
Modalidade de cultivo	Ano		Ano	
	2010/2011	2011/2012	2010/2011	2011/2012
Exclusivo	12.688bA	13.423aA		
Consórcio capim-piatã	16.439aA	14.682aA		
Consórcio capim-marandu	15.621aA	13.899aA		
PMS capim (kg ha ⁻¹)				
Modalidade de cultivo	Altura de colheita		Ano	
	0,20 m	0,45 m	2010/2011	2011/2012
Exclusivo	304cA	194cA	256cA	242bA
Consórcio capim-piatã	910bA	445bB	620bA	735aA
Consórcio capim-marandu	1.143aA	701aB	1.125aA	719aB

Médias seguidas de letras distintas minúsculas na coluna e maiúsculas na linha diferem entre si, pelo teste t (LSD) a 5% de probabilidade.

Tabela 3 – Quantidade e acúmulos de N, P, K, Ca, Mg e S nos colmos de milho remanescentes após a colheita para ensilagem em cultivo exclusivo e consorciado com capim-marandu ou capim-piatã, em duas alturas de colheita e dois anos agrícolas.

Tratamentos	Colmos kg ha ⁻¹	kg ha ⁻¹					
		N	P	K	Ca	Mg	S
Modalidade de cultivo							
Exclusivo	1.410	3,64	0,51	21,17b	2,34	4,04	1,85
Consórcio capim-piatã	1.322	2,37	0,65	22,29b	2,05	4,25	1,70
Consórcio capim-marandu	1.329	2,50	0,58	25,22a	1,99	3,81	1,71
Altura de colheita							
0,20 m	1.033b	1,97	0,32b	17,09b	1,56	3,20b	1,32b
0,45 m	1.674a	3,71	0,84a	28,70a	2,70	4,87a	2,19a
Ano							
2010/2011	1.501	1,71	0,70	29,00a	1,46	3,70b	1,93a
2011/2012	1.206	3,97	0,46	16,79b	2,79	4,37a	1,58b
CV (%)	22,75	39,33	37,97	37,08	36,92	27,96	22,68

Médias seguidas de letras distintas minúsculas na coluna e maiúsculas na linha diferem entre si, pelo teste t (LSD) a 5% de probabilidade.

Tabela 4 – Desdobramento das interações significativas dos acúmulos de N e Ca nos colmos de milho remanescentes após a colheita para ensilagem em cultivo exclusivo e consorciado com capim-marandu ou capim-piatã, em duas alturas de colheita e dois anos agrícolas.

Modalidade de cultivo	N (kg ha ⁻¹)		Ca (kg ha ⁻¹)	
	2010/2011	2011/2012	2010/2011	2011/2012
Exclusivo	1,71aB	5,57aA		
Consórcio capim-piatã	1,69aB	3,05bA		
Consórcio capim-marandu	1,72aB	3,28bA		
Ano				
Altura de colheita	N (kg ha ⁻¹)		Ca (kg ha ⁻¹)	
	2010/2011	2010/2011	2010/2011	2011/2012
0,20 m	1,41aB	2,52bA	1,22aB	1,90bA
0,45 m	2,00aB	5,41aA	1,71aB	3,69aA

Médias seguidas de letras distintas minúsculas na coluna e maiúsculas na linha diferem entre si, pelo teste t (LSD) a 5% de probabilidade.