

## Características agronômicas e a produtividade de milho silagem em área de integração lavoura-pecuária no Oeste do Paraná

### *Agronomic characteristics and productivity of corn silage in crop-livestock integration systems*

Eloisa Mattei<sup>1</sup>, Carlos Augusto Rocha de Moraes Rego<sup>2</sup>, Paulo Sérgio Rabello de Oliveira<sup>3</sup>, Marínez Carpiski Sampaio<sup>4</sup>, Jeferson Tiago Piano<sup>5</sup>, Carlos Alexandre Costa Crusciol<sup>6</sup>

**RESUMO:** O consórcio de milho com gramíneas forrageiras tropicais em sistemas de integração lavoura-pecuária (ILP) para silagem busca diversificar a produção e melhorar a qualidade do solo. Este estudo investigou o efeito do cultivo de milho solteiro ou consorciado com gramíneas forrageiras tropicais, com e sem adubação nitrogenada, sobre as características agronômicas e a produtividade do milho para silagem. O experimento foi conduzido por dois anos agrícolas em delineamento de blocos ao acaso, com quatro repetições. As parcelas foram compostas por duas espécies de gramíneas forrageiras (*Urochloa brizantha* e *Megathyrsus maximum*) e milho solteiro como controle. Foram avaliados manejos de fenação e pastejo, além da adubação nitrogenada. Características avaliadas incluíram estande final, altura das plantas, altura da inserção da espiga, diâmetro do colmo e produtividade de matéria seca. No primeiro ano, observaram-se diferenças significativas no diâmetro do colmo e produtividade de matéria seca. No segundo ano, altura das plantas e altura de inserção da espiga também foram afetadas. O consórcio com *U. brizantha* mostrou-se especialmente benéfico, aumentando a produtividade de matéria seca em 4% no primeiro ano e 34% no segundo ano, em comparação com o milho solteiro. Assim, o uso de diferentes espécies de gramíneas, manejos e adubação nitrogenada resultou em melhor desempenho agrônomo e maior produtividade de matéria seca do milho para silagem.

**Palavras-chave:** Adubação nitrogenada; Consórcio; Forrageiras tropicais; Sistemas integrados de produção.

**ABSTRACT:** The consortium of maize with tropical forage grasses in crop-livestock integration (CLI) systems for silage aims to diversify production and improve soil quality. This study investigated the effect of monocropped maize or maize intercropped with tropical forage grasses, with and without nitrogen fertilization, on the agronomic characteristics and productivity of maize for silage. The experiment was conducted over two agricultural years in a randomized block design with four replications. The plots consisted of two species of forage grasses (*Urochloa brizantha* and *Megathyrsus maximum*) and monocropped maize as a control. Management practices of haymaking and grazing, as well as nitrogen fertilization, were evaluated. Evaluated characteristics included final stand, plant height, ear insertion height, stem diameter, and dry matter yield. In the first year, significant differences were observed in stem diameter and dry matter yield. In the second year, plant height and ear insertion height were also affected. The consortium with *U. brizantha* proved to be particularly beneficial, increasing dry matter yield by 4% in the first year and 34% in the second year compared to monocropped maize. Thus, the use of different grass species, management practices, and nitrogen fertilization resulted in better agronomic performance and higher dry matter yield of maize for silage.

**Keywords:** Nitrogen fertilization; Consortium; Tropical forages; Integrated production systems.

**Autor correspondente:** Carlos Augusto Rocha de Moraes Rego  
E-mail: cassielcarlos@hotmail.com

Recebido em: 2023-10-19  
Aceito em: 2024-04-29

<sup>1</sup> Doutora em Agronomia, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Campus Marechal Cândido Rondon, Marechal Cândido Rondon, Paraná, Brasil.

<sup>2</sup> Doutor em Agronomia, Centro de Ciências de Chapadinha, Universidade Federal do Maranhão, Chapadinha, Maranhão, Brasil.

<sup>3</sup> Doutor em Agronomia, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Campus Marechal Cândido Rondon, Marechal Cândido Rondon, Paraná, Brasil.

<sup>4</sup> Doutora em Agronomia, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Campus Marechal Cândido Rondon, Marechal Cândido Rondon, Paraná, Brasil.

<sup>5</sup> Doutor em Agronomia, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Campus Marechal Cândido Rondon, Marechal Cândido Rondon, Paraná, Brasil.

<sup>6</sup> Doutor em Agronomia, Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Departamento de Ciência das Plantas Cultivadas, Botucatu, São Paulo, Brasil.

## INTRODUÇÃO

A crescente demanda por alimentos em quantidade e qualidade, aliada à evolução tecnológica, proporciona mudanças nos paradigmas produtivos. As atividades agrícolas e pecuárias passaram a ser realizadas de forma intensificada, independentes e dissociadas, caracterizadas pelo monocultivo (Cordeiro *et al.*, 2015). Esse modelo de produção predominante no mundo tem uma elevada demanda por energia e recursos naturais e vem mostrando sinais de saturação.

Para atender à demanda de alimentos de forma a potencializar a capacidade produtiva e a rentabilidade das áreas, é fundamental a implementação de estratégias que visem integrar o cultivo de grãos à pecuária (Bieluczyk *et al.*, 2022). Como estratégia de agricultura conservacionista, os Sistemas Integraos de Produção Agropecuária (SIPA) têm provado ser excelentes alternativas (Gléria *et al.*, 2017). Sua principal característica consiste na associação de cultivos agrícolas e a produção animal, permitindo um uso mais eficiente da área agrícola e, conseqüentemente, dos recursos naturais (Kunrath *et al.*, 2015). Esses sistemas podem se desenvolver na forma de sucessão, rotação ou consórcio (Hott *et al.*, 2019).

O consórcio de milho com forrageiras está se tornando uma alternativa cada vez mais adequada, dada a sua versatilidade e facilidade de adaptação (Santos *et al.*, 2017; Bungenstab *et al.*, 2019). Isso é possível devido às suas características fisiológicas únicas das novas variedades de milho, como rápido crescimento inicial, alto porte e altura da espiga, otimização do espaço vertical e horizontal e boa interceptação luminosa, é uma escolha popular em sistemas de rotação e sucessão de culturas (Bungenstab *et al.*, 2019). Além disso, sua importância estratégica para a segurança alimentar e econômica é inegável, devido às suas diversas aplicações na alimentação humana e animal e na geração de receita a partir da comercialização da produção excedente (Nardino *et al.*, 2016; Pereira *et al.*, 2017).

No Brasil, o emprego de espécies forrageiras, como as gramíneas dos gêneros *Urochloa* (Sin. *Brachiaria*) e *Megathyrsus* (Sin. *Panicum*), em sistemas consorciados, está consolidado devido às suas características fisiológicas e à sua grande aceitação pelos produtores (Ferreira *et al.*, 2017; Bungenstab *et al.*, 2019). Essas forrageiras são conhecidas por sua capacidade de adaptação a diferentes condições de solo e clima, rápido crescimento e alta produtividade de biomassa e resistência a pragas e doenças também contribuem para sua popularidade entre os produtores (Teixeira *et al.*, 2022; Côrtes *et al.*, 2022). Assim, o uso de *Urochloa* e *Megathyrsus* em sistemas consorciados com milho se mostra uma alternativa adequada e eficaz para otimizar a produção agrícola e garantir a sustentabilidade dos sistemas de cultivo (Flávio Neto *et al.*, 2015; Pereira *et al.*, 2016).

Além da espécie forrageira e do manejo empregado nas pastagens, a disponibilidade de nitrogênio (N) no sistema é de fundamental importância, em virtude das suas funções como componente estrutural da clorofila, enzimas e proteínas, atuação nos processos de respiração, divisão e diferenciação celular, além do crescimento vegetativo, síntese proteica, absorção iônica e afins (Taiz *et al.*, 2017), potencializando a produção de forragem, que influencia na produtividade animal e na quantidade de palhada remanescente para a fase de lavoura (Alves *et al.*, 2015). Para o fornecimento de N, a fonte mais utilizada tem sido a ureia, por seu custo-benefício, eficiência agrônômica e grande amplitude de aplicação (Rodrigues *et al.*, 2020). As vantagens oriundas da utilização de fertilizantes químicos nitrogenados são que a disponibilidade do nutriente para as plantas é imediata, porém, apresenta significativas perdas de N, que ocorrem, principalmente, devido à volatilização de amônia (NH<sub>3</sub>) com custo energético reduzido para a absorção (Bourscheidt *et al.*, 2019), já que o nutriente é liberado na forma amoniacal (NH<sub>3</sub>) (Taiz *et al.*, 2017).

Partindo da hipótese de que a combinação de adubação nitrogenada e manejo eficaz das espécies forrageiras, como as gramíneas dos gêneros *Urochloa* e *Megathyrsus*, promoverá um incremento significativo

na produtividade do milho silagem em sistemas de sucessão de culturas. Diante disso, este estudo objetiva investigar o efeito do cultivo do milho solteiro ou consorciado com gramíneas forrageiras tropicais em um sistema de integração lavoura-pecuária, levando em consideração a presença ou ausência de adubação nitrogenada, sobre as características agrônômicas e a produtividade do milho destinado à produção de silagem.

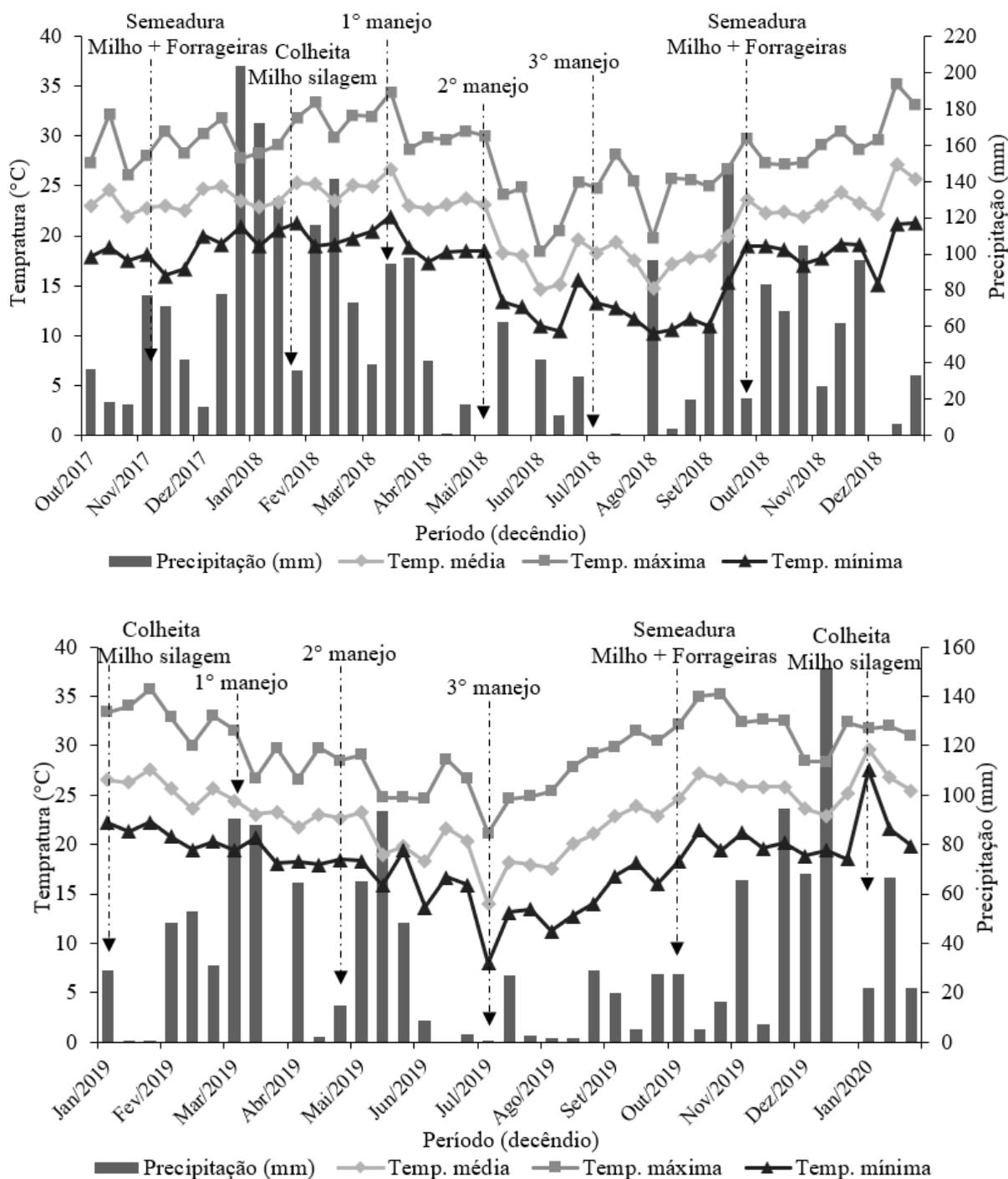
## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Caracterização da área experimental

O trabalho foi desenvolvido no período de 04 de outubro de 2017 a 11 de janeiro de 2020, na Estação Experimental “Professor Antônio Carlos dos Santos Pessoa” (24°24'31"58"S; 54°01'10"W; 400 m altitude), pertencente à Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Campus de Marechal Cândido Rondon - Paraná, localizado na região Oeste do estado.

O solo da área experimental foi classificado como Rhodic Ferritic Ferralsol (IUSS Working Group WRB, 2022), que corresponde ao LATOSSOLO VERMELHO Eutroférico (LVef) de textura muito argilosa segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (Santos *et al.*, 2018). O clima da região, de acordo com a classificação de Köppen é do tipo Cfa (clima subtropical úmido), com temperaturas médias variando entre 22 e 23°C e precipitação média anual de 1.500 mm (Alvares *et al.*, 2014).

Os dados de precipitação (mm) e temperatura (°C) do período experimental foram coletados da Estação Climatológica Automática do Núcleo de Estações Experimentais da UNIOESTE, localizada a aproximadamente 200 m da área experimental (Figura 1).



**Figura 1.** Temperatura (°C) máxima, média e mínima do ar e precipitação acumulada por decêndio durante o período de condução do experimento, de outubro/2017 a dezembro/2018 (a) e de janeiro/2019 a janeiro/2020 (b).

Fonte: UNIOESTE, Marechal Cândido Rondon – PR.

O histórico da área experimental foi de manejo sob sistema de preparo convencional do solo e em monocultura, com cultivo de milho para grãos e silagem. Para a caracterização do solo, em agosto de 2017 foi realizada análise química e granulométrica do solo (Teixeira *et al.*, 2017), no entanto, não houve necessidade de calagem (Pauletti; Motta, 2017) (Tabela 1). Antecedendo a semeadura, realizou-se o preparo solo de forma convencional, com uma gradagem pesada e em seguida, a niveladora.

**Tabela 1.** Características químicas e granulométricas do solo nas camadas de 0-0,10 e 0,10-0,20 m, antes da implantação do experimento (2017)

Camadas	H+Al	Al <sup>3+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	SB	CTC
m	----- cmolc dm <sup>-3</sup> -----						
0 – 0,1	3,36	0,00	0,26	5,71	3,29	9,27	12,63
0,1 – 0,2	3,97	0,00	0,24	5,39	3,05	8,68	12,65
Camadas	P	MO	pH	V	Argila	Silte	Areia
m	mg dm <sup>-3</sup>	g dm <sup>-3</sup>	CaCl <sub>2</sub>	%	----- g kg <sup>-1</sup> -----		
0 – 0,1	32,89	19,14	6,29	73,39	652	290,14	54,82
0,1 – 0,2	21,14	19,14	6,04	68,61	740	202,04	57,96

Fósforo (P) e Potássio (K) – Extrator Mehlich<sup>1</sup>; Alumínio (Al), Cálcio (Ca) e Magnésio (Mg) – Extrator KCl 1 mol L<sup>-1</sup>; H+Al – pH SMP (7,5).

## 2.2 Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, em esquema de parcelas sub subdivididas, com tratamento adicional (milho solteiro) e quatro repetições. Nas parcelas (10 x 15 m), foram alocadas as duas espécies forrageiras (*Urochloa brizantha* e *Magathysrus maximum*), em consórcio com o milho, mais a parcela de pousio (testemunha). Nas subparcelas (10 x 7,5 m), foram alocados os manejos das forrageiras: fenação e pastejo; e nas sub subparcelas (5 x 7,5 m), a presença, utilizando 100 kg ha<sup>-1</sup> de N na forma de ureia, ou ausência de adubação nitrogenada. Cada bloco possuía área de 900 m<sup>2</sup> (45 x 20 m), totalizando 0,36 ha de área experimental.

## 2.3 Implantação e manejo do consórcio milho com forrageiras

Para a implantação do experimento na safra de 2018/2019 e 2019/2020, a área foi dessecada com aplicação sequencial, com intervalo de dez dias, utilizando-se Glifosato-sal de Isopropilamina (792 g L<sup>-1</sup> i.a) + Clethodim (240 g L<sup>-1</sup> i.a).

A semeadura do milho solteiro e no consórcio simultâneo com as forrageiras *U. brizantha* cv. Braúna e *M. maximum* cv. Áries, em relação às forrageiras, são novas cultivares lançadas no mercado e apresentam características aprimoradas em relação à capacidade de produção de matéria seca e resistência às principais doenças como a cigarrinha das pastagens (Matsuda, 2024). A semeadura ocorreu no dia 04 de outubro de 2017 (cultivar COODETEC 384 PW), 24 de setembro de 2018 (cultivar COODETEC 384 PW) e 04 de outubro de 2019 (Morgan 30A91 PW), de forma mecanizada, utilizando 36 kg de N, 53 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 53 kg de K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup> (Pauletti; Motta, 2017), 5 sementes por metro, 5 cm de profundidade de deposição das sementes e 0,75 m de espaçamento entre linhas, com população final estimada de 66.666 plantas ha<sup>-1</sup>. As sementes utilizadas foram tratadas com inseticida e fungicida: Imidacloprido (150 g L<sup>-1</sup> i.a) + Tiodicarbe (450 g L<sup>-1</sup> i.a) e Carbendazim (150 g L<sup>-1</sup> i.a) + Tiram (350 g L<sup>-1</sup> i.a), respectivamente.

Na primeira safra (2017/2018) as forrageiras foram semeadas a lanço, seguida de uma gradagem leve para incorporação. Para a segunda (2018/2019) e terceira (2019/2020) safras, as forrageiras foram semeadas na entrelinha do milho, de forma mecânica, logo após a implantação da cultura do milho. Independentemente da forma com que as forrageiras foram semeadas, utilizou-se 6 kg ha<sup>-1</sup> de sementes puras viáveis de *U. brizantha* cv. Braúna e 5 kg ha<sup>-1</sup> de sementes puras viáveis de *M. maximum* cv. Áries (Kichel; Kichel, 2001).

Em relação ao manejo fitossanitário da cultura do milho, a aplicação de inseticidas e fungicidas foram realizadas de acordo com a necessidade, no entanto, não foram realizadas aplicações de herbicidas ou capina manual, para o controle de plantas daninhas.

Na cultura do milho, a aplicação de nitrogênio (N) em cobertura foi realizada utilizando 200 kg ha<sup>-1</sup> de N na forma ureia (fonte com 45% de N) (Pauletti; Motta, 2017), parcelada em duas aplicações de 100 kg ha<sup>-1</sup> de N cada, a lanço e sem incorporação, quando o milho se encontrava no estágio fenológico V4 e V6, com ocorrência de chuvas logo após as aplicações (Figura 1). A colheita do milho silagem foi realizada no estágio R5, ou seja, quando os grãos estavam na fase farináceo-duro.

#### 2.4 Manejos das forrageiras

Após o corte do milho para silagem, as forrageiras receberam a primeira aplicação de N em cobertura, 100 kg ha<sup>-1</sup> de N na forma de ureia, para os tratamentos com adubação nitrogenada na sub parcela. Após essa fase, a área permaneceu vedada por um período de 30 dias, até que as plantas atingissem a altura adequada para pastejo ( $\pm 0,5$  m) (Jochims *et al.*, 2018).

Os manejos adotados foram pastejo e fenação, com critério baseado na altura do dossel das plantas, em torno de 50 cm (Jochims *et al.*, 2018). Os manejos, tanto pastejo quanto a fenação, iniciaram de forma simultânea e o intervalo entre eles correspondeu ao período necessário para o crescimento das forrageiras.

Para os pastejos, foram utilizados vinte animais da raça holandesa em fase de lactação, com peso médio de 650 kg. Os pastejos foram realizados durante duas horas diárias, no período matutino, até que a resteva atingisse cerca de 15 cm (Jochims *et al.*, 2018) de forma que não ocorresse danos no meristema apical das plantas.

Os cortes para fenação foram realizados de forma mecanizada, a uma altura de 15-20 cm (Jochims *et al.*, 2018), utilizando segadeira acoplada no trator. Posteriormente, o material passou pelo processo de desidratação e enfardamento (Bonato, 2004).

Após os manejos, a área permanecia vedada por um período, o suficiente para garantir o desenvolvimento das forrageiras, após o qual foram realizados os próximos manejos à semelhança do primeiro. Em 2018 os manejos foram iniciados aos 50, 91 e 158 dias após a colheita (DAC) do milho silagem e no ano de 2019, aos 57, 117 e 189 DAC. Para ambos os anos, foram realizados três pastejos e três cortes para fenação.

Logo após cada manejo e recolha dos fardos de feno, os tratamentos com adubação nitrogenada receberam N em cobertura na dose de 100 kg ha<sup>-1</sup> de N na forma de ureia. A primeira aplicação foi realizada após a colheita do milho silagem e as outras três aplicações após cada manejo, totalizando 400 kg ha<sup>-1</sup> de N.

#### 2.5 Avaliações

As colheitas do milho silagem foram realizadas de forma manual, nos dias 31 de janeiro de 2018, 03 janeiro de 2019 e 14 de janeiro de 2020, quando a maioria das plantas se encontravam no estágio R5, ou seja, quando os grãos estavam na fase farináceo-duro. Neste momento, foram realizadas as avaliações das características agrônômicas, tais como estande final de plantas, altura de plantas, altura da inserção de espiga, diâmetro do colmo e produtividade de matéria seca.

O estande final de plantas foi obtido contando-se o número de plantas sequenciadas em amostras de 1 metro, em cinco pontos, em seguida, o valor foi transformado em plantas ha<sup>-1</sup>. A altura de plantas (m) e altura de inserção da espiga (m), foram determinadas considerando dez plantas por parcela, medindo-

se do nível do solo até a inserção da última folha e do nível do solo até a inserção da primeira espiga, respectivamente. O diâmetro do colmo (mm) foi mensurado com auxílio de um paquímetro digital, em dez plantas ao acaso por parcela.

Após estas avaliações, as plantas foram cortadas manualmente na altura de corte a 20 cm acima do solo (Klein *et al.*, 2018), em duas linhas centrais da parcela, com 3 metros lineares cada. A produtividade de matéria seca ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) foi correspondente ao valor obtido após a correção da produção de matéria verde pelo teor (%) de matéria seca obtida a  $65^{\circ}\text{C}$ .

## 2.5 Análises estatísticas

Os dados oriundos das diferentes áreas foram submetidos aos testes de normalidade e homogeneidade por meio dos testes de Shapiro-Wilk e Bartlett, respectivamente. Os dados foram submetidos à análise de variância, de acordo com o resultado do teste F, havendo significância, aplicou-se o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade para comparações entre médias, ou o teste de Dunnett ao nível de 5% quando a interação fatorial *versus* adicional foi significativa. As análises estatísticas foram realizadas com auxílio do software R 4.0 (R Core Team, 2021).

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante o primeiro ano de condução do experimento, registrou precipitação pluvial de 2504,6 mm, um valor que excede em 67% a média histórica anual de 1500 mm, enquanto a temperatura média anual foi de  $22^{\circ}\text{C}$ . Já no segundo ano, a precipitação pluvial totalizou 1302,8 mm, representando uma redução de 13,15% em relação à média histórica, enquanto a temperatura média anual foi de  $23^{\circ}\text{C}$  (Alvares *et al.*, 2014). Entre o período de semeadura e colheita da primeira safra de milho (novembro de 2017 a final de janeiro de 2018), a precipitação acumulada foi de 826,8 mm. Para a segunda safra (outubro de 2018 a janeiro de 2019), registrou-se uma precipitação acumulada de 546,8 mm. O volume de precipitação nos 60 dias após a semeadura foi superior na primeira safra em comparação com a segunda. Não obstante essas variações, as condições climáticas foram propícias para o desenvolvimento da cultura do milho (Landau *et al.*, 2021).

Landau *et al.* (2021) enfatiza que o cultivo do milho é fortemente influenciado por fatores ambientais como água, temperatura e radiação solar. A temperatura ideal para o desenvolvimento está entre  $24^{\circ}\text{C}$  e  $30^{\circ}\text{C}$ . Quanto à água, o milho tolera variações na precipitação de 250 mm a 5000 mm anuais, com um consumo médio de 600 mm durante o ciclo, podendo chegar a 10 mm/dia em condições extremas.

No primeiro ano do experimento (2018/2019), foram observadas diferenças das interações (espécies, manejos e adubação nitrogenada) *versus* fator adicional (cultivo de milho solteiro – testemunha) somente no DIAM e MS (Tabelas 2). Já no segundo ano (2019/2020), a interação entre os fatores e o fator adicional teve efeito sobre a ALT e ALT INS (Tabelas 3). Foram observadas diferenças entre as espécies, que individualmente afetaram a POP (2019/2020) e a MS (nas duas safras) (Tabela 4).

**Tabela 2.** Valores médios da testemunha e dos tratamentos provenientes do fatorial no diâmetro do colmo (DIAM), número de espigas por planta (N° ESP) e na produtividade de matéria seca (MS) de milho silagem, conduzido em sistema de integração lavoura-pecuária, nas safras de 2018/2019 e 2019/2020

Manejo	DIAM (mm)		N° ESP (espiga/planta)		MS (kg ha <sup>-1</sup> )	
	2018/2019	2019/2020	2018/2019	2019/2020	2018/2019	2019/2020
Testemunha	18,69	17,15	0,99	1,08	14.153,23	16.710,68
...						
<i>M. maximum</i> /Fenação/Sem N	19,50 <sup>+</sup>	17,84	0,87	1,02	15.101,94 <sup>+</sup>	21.774,33
<i>M. maximum</i> /Fenação/Com N	19,57 <sup>+</sup>	17,08	0,87	1,05	15.387,54 <sup>+</sup>	19.399,87
<i>M. maximum</i> /Pastejo/Sem N	18,36 <sup>ns</sup>	19,03	0,97	1,06	11.778,57 <sup>-</sup>	20.265,07
<i>M. maximum</i> /Pastejo/Com N	18,47 <sup>ns</sup>	20,69	0,97	1,19	12.101,54 <sup>-</sup>	21.276,50
<i>U. brizantha</i> /Fenação/Sem N	19,79 <sup>+</sup>	18,40	0,97	1,07	15.929,71 <sup>+</sup>	23.353,40
<i>U. brizantha</i> /Fenação/Com N	19,84 <sup>+</sup>	19,26	0,94	0,98	16.148,63 <sup>+</sup>	24.730,73
<i>U. brizantha</i> /Pastejo/Sem N	19,01 <sup>ns</sup>	20,34	0,94	1,10	15.283,41 <sup>+</sup>	25.032,03
<i>U. brizantha</i> /Pastejo/Com N	19,08 <sup>ns</sup>	19,57	0,94	1,10	15.516,41 <sup>+</sup>	23.661,67
Média	19,15	18,82	0,94	1,07	14.600,11	21.800,48

+ : significativo e superior a testemunha pelo teste de Dunnett, em nível de 5% de probabilidade; - significativo e inferior a testemunha pelo teste de Dunnett, em nível de 5% de probabilidade; ns: não significativo pelo teste de Dunnett, em nível de 5% de probabilidade.

**Tabela 3.** Valores médios da testemunha e dos tratamentos provenientes do fatorial na população de plantas (POP), altura de plantas (ALT) e altura de inserção de espiga (ALT INS), conduzido em sistema de integração lavoura-pecuária, nas safras de 2018/2019 e 2019/2020

Manejo	POP (plantas ha <sup>-1</sup> )		ALT (m)		ALT INS (m)	
	2018/2019	2019/2020	2018/2019	2019/2020	2018/2019	2019/2020
Testemunha	54.371,64	46.064,82	2,21	1,89	1,05	0,92
...						
<i>M. maximum</i> /Fenação/Sem N	59.166,67	50.566,67	2,29	1,95 <sup>ns</sup>	1,12	0,92 <sup>ns</sup>
<i>M. maximum</i> /Fenação/Com N	60.216,67	42.766,67	2,29	1,96 <sup>ns</sup>	1,00	0,87 <sup>ns</sup>
<i>M. maximum</i> /Pastejo/Sem N	52.683,33	44.400,00	2,23	2,02 <sup>ns</sup>	1,00	0,94 <sup>ns</sup>
<i>M. maximum</i> /Pastejo/Com N	54.110,00	37.233,33	2,23	2,05 <sup>ns</sup>	1,01	0,95 <sup>ns</sup>
<i>U. brizantha</i> /Fenação/Sem N	59.626,67	48.333,33	2,12	2,00 <sup>ns</sup>	1,01	0,93 <sup>ns</sup>
<i>U. brizantha</i> /Fenação/Com N	60.400,00	51.633,33	2,11	1,95 <sup>ns</sup>	1,02	0,82 <sup>ns</sup>
<i>U. brizantha</i> /Pastejo/Sem N	59.666,67	49.400,00	2,21	1,94 <sup>ns</sup>	1,00	0,97 <sup>ns</sup>
<i>U. brizantha</i> /Pastejo/Com N	60.503,33	45.000,00	2,21	2,14 <sup>+</sup>	1,00	1,03 <sup>+</sup>
Média	57.860,64	46.064,82	2,21	1,99	1,03	0,92

+ : significativo e superior a testemunha pelo teste de Dunnett, em nível de 5% de probabilidade; - significativo e inferior a testemunha pelo teste de Dunnett, em nível de 5% de probabilidade; ns: não significativo pelo teste de Dunnett, em nível de 5% de probabilidade.

**Tabela 4.** Componentes de produção: população de plantas (POP), altura de plantas (ALT), altura de inserção de espiga (ALT INS), diâmetro do colmo (DIAM), número de espigas por planta (No ESP) e produtividade de matéria seca (MS) de milho silagem, conduzido em sistema de integração lavoura-pecuária, nas safras de 2018/2019 e 2019/2020

Espécies	POP (plantas ha <sup>-1</sup> ) (2018/2019)	POP (plantas ha <sup>-1</sup> ) (2019/2020)	ALT (m) (2018/2019)	ALT (m) (2019/2020)
<i>M. maximum</i>	56.544,17	43.741,67 b	2,26	1,20
<i>U. brizantha</i>	60.049,17	48.591,67 a	2,16	2,01
Manejos				
Pastejo	56.740,83	44.008,33	2,22	2,04
Fenação	59.852,50	48.325,00	2,30	1,97
Espécies	ALT INS (m) (2018/2019)	ALT INS (m) (2019/2020)	DIAM (mm) (2018/2019)	DIAM (mm) (2019/2020)
<i>M. maximum</i>	1,06	0,92	18,98	18,66
<i>U. brizantha</i>	1,00	0,93	19,43	19,39
Manejos				
Pastejo	0,99	0,97	18,73	19,91
Fenação	1,07	0,88	19,67	18,14
Espécies	Nº ESP (espiga/planta) (2018/2019)	Nº ESP (espiga/planta) (2019/2020)	PROD (kg ha <sup>-1</sup> ) (2018/2019)	PROD (kg ha <sup>-1</sup> ) (2019/2020)
<i>M. maximum</i>	0,92	1,08	13.592,40 b	20.678,94 b
<i>U. brizantha</i>	0,94	1,06	15.719,54 a	24.194,46 a
Manejos				
Pastejo	0,91	1,03	13.669,98	22.558,82
Fenação	0,96	1,11	15.641,96	22.314,58

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (5%).

Em relação a população de plantas não foram observadas diferenças no estabelecimento em relação ao tipo de palhada e manejo das forrageiras quando comparado a testemunhas, em ambos os anos agrícolas (Tabela 3). O mesmo aconteceu para o número de espigas por planta (Tabela 2), na qual a ausência de significância está associada à genética do material utilizado, que determina esta característica (Jasper; Swiech, 2019; Portela *et al.*, 2016). Isso reforça a premissa de que quando realizado a consorciação de culturas bem manejada os problemas no estabelecimento da cultura são mínimos, apresentado resultados positivos relacionados à proteção do solo contra a erosão e os efeitos danosos quando o solo está exposto (Bungenstab *et al.*, 2019).

Na safra 2019/2020, observou-se que o consórcio de milho com *U. brizantha*, submetida a pastejo e com aplicação de N em cobertura após cada manejo, apresentou altura de plantas e altura de inserção de espiga com 13% e 12%, respectivamente, superior em comparação ao cultivo de milho solteiro (Tabela 3). A ausência de significância na safra 2018/2019 para estas variáveis, pode estar associada a melhor distribuição de chuvas durante o ciclo da cultura (Figura 1), resultando em médias mais altas em relação à safra 2019/2020. Mesmo apresentando médias menores para altura de planta e inserção de espiga, a presença de palhada das forrageiras do ciclo anterior, pode ter favorecido o desenvolvimento das plantas.

Segundo Cardoso *et al.* (2019), o maior crescimento em altura das plantas de milho nos consórcios com as forrageiras, em relação aos cultivos solteiros, pode ser atribuído à competição por luz, o que

geralmente torna as plantas mais suscetíveis ao acamamento. No entanto, neste experimento, não foi observado acamamento das plantas (Tabela 3) nas condições em que foi realizado.

Por outro lado, corroborando com o presente estudo, a altura de inserção da espiga é uma característica crucial em sistemas consorciados, pois pode ter um impacto direto na colheita dos grãos. Logo, plantas com uma altura de inserção de espiga reduzida podem comprometer a eficiência da colheita mecanizada (Lima *et al.*, 2019). Além disso, em sistemas consorciados, uma altura de inserção de espiga maior pode reduzir os riscos associados ao corte das gemas apicais da forrageira, diminuindo o tempo necessário para a recuperação da área até o primeiro corte da forragem ou pastejo pelos animais (Borghetti *et al.*, 2013).

Na safra 2018/2019, verificou-se que o DIAM de milho foi maior quando consorciado e as forrageiras submetidas ao manejo de fenação, cerca de 19,68 mm em média, independentemente do nitrogênio, em comparação à testemunha (Tabela 2). Nesse ano não foram observadas condições climáticas (Figura 1) adversas durante o desenvolvimento o que proporcionou uma baixa competição já que a fenação deixa a planta de forragem mais uniforme e menor altura. O colmo é uma estrutura da planta responsável pelo transporte de substâncias solúveis e um maior diâmetro indica uma maior eficiência na translocação e armazenamento de fotoassimilados. Ademais, essa estrutura contribui para o suporte da planta, tornando-a mais resistente ao tombamento causado por condições climáticas adversas e favorecendo o desenvolvimento dos grãos, resultando em uma maior produtividade (Oligini *et al.*, 2019).

Em relação PROD, observou-se que o consórcio de milho com *Urochloa brizantha*, submetida à fenação e pastejo, com ou sem adubação nitrogenada, apresentou uma produtividade média 11% (1.566,31 kg/ha) superior em comparação ao cultivo de milho solteiro na safra 2018/2019 (Tabela 2). Este aumento pode ser atribuído aos benefícios da integração entre culturas e pastagens, que melhoram a ciclagem de nutrientes e a estrutura do solo.

Por outro lado, quando a espécie *Megathyrsus maximum* foi submetida ao pastejo, com ou sem aplicação de nitrogênio, a produtividade de matéria seca foi, em média, 16% (2.213,18 kg ha<sup>-1</sup>) inferior em relação à testemunha. Isso sugere que o pastejo pode não ser a melhor estratégia para essa combinação específica. No entanto, quando *M. maximum* foi submetida à fenação, com ou sem aplicação de nitrogênio, houve um incremento de 8% (1.091,51 kg ha<sup>-1</sup>) na produtividade de matéria seca, indicando que a fenação pode ser mais adequada para essa forrageira (Tabela 2).

Garcia *et al.* (2013) investigaram o desempenho agrônomo do milho e espécies forrageiras em sistemas de ILP e não encontraram diferenças significativas na produtividade de grãos entre o milho cultivado isoladamente e em consórcio com forrageiras dos gêneros *Megathyrsus* e *Urochloa*, apesar das médias de produtividade serem superiores nos consórcios. Similarmente, Costa *et al.* (2017) encontraram que os consórcios de milho com *U. brizantha* (29,9 Mg ha<sup>-1</sup>) e *M. maximum* (32,4 Mg ha<sup>-1</sup>) não comprometeram os componentes de produção e produtividade do milho para silagem em relação ao cultivo solteiro (36,6 Mg ha<sup>-1</sup>).

Foi possível observar que a produtividade de matéria seca do milho silagem na safra 2018/2019 foi menor em relação à safra 2019/2020, com uma diferença média de 7.200 kg ha<sup>-1</sup> (Tabela 2). Essa diferença pode estar relacionada a redução na precipitação ocorrida durante os estágios R1 (pendoamento) a R3 (grão pastoso) na primeira safra, em comparação com a segunda safra ( $\pm 1^{\circ}$  e  $2^{\circ}$  decêndio de dezembro) (Figuras 1), o que pode ter comprometido o acúmulo de massa nos grãos e, conseqüentemente, reduzido a produtividade.

A falta de efeito significativo da adubação nitrogenada nas forrageiras após cada manejo sobre os componentes de produção e produtividade do milho silagem pode estar relacionada ao fato de que a

cultura do milho recebeu 200 kg ha<sup>-1</sup> de N como adubação em cobertura. Portanto, não é possível afirmar que o nitrogênio residual proveniente da adubação química nas forrageiras pode reduzir ou eliminar a necessidade de aplicação em cultivos posteriores, como é o caso do milho.

Em um estudo realizado por Silva *et al.* (2017), investigando o efeito residual de doses de nitrogênio na forma de uréia (0, 100, 200 e 300 kg ha<sup>-1</sup>) aplicadas em pastos de *U. brizantha* sobre a produção de milho para silagem, onde não foi observada influência do efeito residual na produtividade média da silagem de milho. Além disso, os mesmos autores afirmam que a adubação total da cultura subsequente à pastagem, mesmo que esta já tenha sido adubada, é essencial.

Observou-se que as espécies forrageiras e os métodos de manejo adotados não exerceram influência sobre as características como população de plantas, altura das plantas, altura de inserção da espiga, diâmetro do colmo e número de espigas durante os diferentes anos de cultivo (Tabela 4). De acordo com Makino *et al.* (2019), o consórcio pode reduzir os teores de alguns nutrientes foliares na cultura do milho, no entanto, não o suficiente para promover alterações nas características morfológicas da cultura.

No entanto, na safra de 2019/2020 verificou-se que o milho consorciado com *U. brizantha* apresentou um desempenho superior, cerca de 26%, em termos de população de plantas, em comparação a 2018/2019 que não teve diferença. Bem como, em ambas as safras, a produção de matéria seca foi superior com a *U. brizantha*, em relação a *M. maximum*. No que se refere à população de plantas, esse resultado pode estar associado às dificuldades enfrentadas durante a semeadura do milho sobre a palhada de *M. maximum* (Nepomuceno *et al.*, 2019). Essa forrageira tem capacidade de produção de matéria seca até 20 t ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, o que dificulta a adequada deposição das sementes no solo, prejudicando a germinação e o estabelecimento da cultura quando não manejada adequadamente (EMBRAPA, 2014).

Por outro lado, quanto à produtividade de matéria seca, os melhores resultados encontrados com a palhada de *U. brizantha* em comparação com *M. maximum* podem estar relacionados às diferentes exigências de fertilidade do solo dessas forrageiras. Sabe-se que *M. maximum* requer uma fertilidade mais alta se comparada à *U. brizantha* (Teixeira *et al.*, 2022; Cortes *et al.*, 2022) e, conseqüentemente, baixa resposta à aplicação de fertilizantes (Pereira *et al.*, 2016). Isso pode levar a uma competição maior por nutrientes no solo com a planta de milho, resultando na menor produtividade de matéria seca do milho (Lorenzetti *et al.*, 2023).

Observam-se na literatura resultados divergentes quanto à interação entre o cultivo de milho em consórcio com distintas forrageiras. Barducci *et al.* (2009) concluíram que o consórcio entre milho e *U. brizantha* foi mais vantajoso em termos de produtividade de grãos, enquanto a combinação com *M. maximum* teve um impacto negativo nessa variável. No entanto, Ferreira *et al.* (2017) apresentaram descobertas opostas, observando produtividade superior no consórcio de milho e *M. maximum* em espaçamento de 0,45 m, em comparação com *U. brizantha*.

Pereira *et al.* (2015) não identificaram competição entre as forrageiras *M. maximum* e *U. brizantha* no cultivo consorciado ao milho. Suas descobertas sugerem que não houve influência significativa na produtividade de grãos e palha de milho ao serem cultivadas em conjunto com essas forrageiras. Já em Mendonça *et al.* (2014) em sua pesquisa sobre a produtividade de milho silagem em consórcio com forrageiras tropicais, *U. brizantha* cv. Marandu, *U. ruziziensis* cv. Ruziziensis, *Panicum maximum* cv. Tanzânia e *M. maximum* cv. Áries, observou-se uma semelhança nos valores em relação aos resultados do estudo atual. Esses autores relataram uma produtividade de aproximadamente 20.433 kg ha<sup>-1</sup> de matéria seca de milho silagem quando consorciado com *U. brizantha* cv. Marandu e 20.820 kg ha<sup>-1</sup> quando consorciado com *M. maximum* cv. Áries.

Esses resultados reforçam a viabilidade do consórcio de milho com forrageiras no sistema de ILP. Essa prática permite a utilização da mesma área para a produção de silagem e, após a colheita, a forragem

produzida pode ser cortada mecanicamente e fornecida aos animais em um ou vários cortes (Castro & Rezende *et al.*, 2021). Adicionalmente, a forragem também pode ser pastejada ou deixada como palhada para a continuidade do sistema de plantio direto (Dias *et al.*, 2020), maximizando assim o uso da área ao longo do ano.

Essa disparidade nos resultados pode ser atribuída a uma série de variáveis, como particularidades ambientais, práticas agrícolas, métodos de avaliação, diferentes variedades de plantas e outros fatores. Considerar essas diferenças é essencial para interpretar os resultados divergentes entre os estudos. Dessa forma, o consórcio de milho com forrageiras se mostra uma estratégia para a diversificação da produção agrícola, garantindo a utilização eficiente da área e contribuindo para a sustentabilidade do sistema de produção. Entretanto, a realização de pesquisas adicionais pode contribuir para uma compreensão mais aprofundada das interações variáveis em diferentes condições edafoclimáticas.

#### 4 CONCLUSÕES

O uso de diferentes espécies, manejos das forrageiras e adubação nitrogenada resultaram em características agronômicas e produtividade de matéria seca do milho silagem superiores em comparação ao cultivo de milho solteiro. Nas duas safras avaliadas, esses métodos mostraram resultados mais positivos e promissores, com produtividade de matéria seca 4% superior à testemunha no primeiro ano e 34% no segundo ano.

Em relação às espécies, verificou-se que a palhada com *U. brizantha* contribuiu para o aumento da produtividade da matéria seca do milho silagem nas duas safras.

#### 5 AGRADECIMENTOS

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001, à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa e recursos para pesquisa, e à Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste) pela infraestrutura.

#### REFERÊNCIAS

- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; de MORAES, J. L. G.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorol. z.*, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>
- ALVES, R. C.; BREMM, C.; NUNES, C. L. R.; BARRO, R. S.; BARTH NETO, A.; SCHONS, R. M. T.; CAETANO, L. A. M.; CARVALHO, P. C. F. Suprimento de nitrogênio para culturas de verão pela aplicação antecipada em azevém pastejado por ovinos. *Rev. Bras. Ciênc. Solo*, v. 39, n. 5, p. 1406-1415, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1590/01000683rbc20151048>
- BARDUCCI, R. S.; COSTA, C.; CRUSCIOL, C. A. C.; BORGHI, É.; PUTAROV, T. C.; SARTI, L. M. N. Produção de *Brachiaria brizantha* e *Panicum maximum* com milho e adubação nitrogenada. *Arch. Zootec.*, v. 58, n. 222, p. 211-222, 2009.
- BIELUCZYK, W.; BONETTI, J. A.; DENARDIN, L. G. O.; PIRES, G. C.; BERNARDI, A. C. C.; PEZZOPANE, J. R. M.; CARVALHO, P. C. F.; SOUZA, E. D. Manejo do solo para a sustentabilidade de sistemas integrados

de produção agropecuária. *In*: Martins, André Guarçoni; Batista, Araújo Hulmann; Wendling, Beno; Pereira, Marcos Gervasio; Santos, Wedisson Oliveira. (Org). **Manejo do solo em sistemas integrados de produção**. Ponta Grossa - PR: Atena, 2022. DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.453222608>

BONATO, R. G. **Qualidade operacional da fenação: análise do processo de produção**. 2004. 100p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

BORGHI, E.; CRUSCIOL, C. A. C.; MATEUS, G. P.; NASCENTE, A. S.; MARTINS, P. O. Intercropping time of corn and palisadegrass or guineagrass affecting grain yield and forage production. **Crop Sci.**, v. 53, n. 2, p. 629-636, 2013. DOI: <https://doi.org/10.2135/cropsci2012.08.0469>

BOURSCHEIDT, M. L. B.; PEDREIRA, B. C.; PEREIRA, H. D.; ZANETTE, M. C.; DEVENS, J. Estratégias de fornecimento de nitrogênio em pastagens: fertilizante mineral, inoculante bacteriano e consórcio com amendoim forrageiro. **Scientific Electronic Archives**, v. 12, n. 3, p. 137-147, 2019. DOI: <https://doi.org/10.36560/1232019784>

BUNGENSTAB, D. J.; ALMEIDA, R. G.; LAURA, V. A.; BALBINO, L.C.; FERREIRA, A. D. **ILPF: inovação com integração de lavoura, pecuária e floresta**. Brasília: Embrapa, 2019, 835 p.

CARDOSO, I. S.; CABRAL, P. H. R.; ARAÚJO, V. T.; GUIMARÃES, K. C.; PEREIRA, L. S.; JAKELAITIS, A. variedades e formas de adubação no cultivo de soja e milho em consórcio para produção de silagem. **Ciência Agrícola**, v.17, n.2, p.17-26, 2019.

CASTRO, F. R.; REZENDE, C. F. A. Use of soil correctives and the recovery of degraded pasture of *Braquiaria brizantha*. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 15, p. e76101522617, 2021.

CORDEIRO, L. A. M.; VILELA, L.; MARCHÃO, R. L.; KLUTHCOUSKI, J.; MARTHA JÚNIOR, G. B. Integração lavoura-pecuária e integração lavoura-pecuária-floresta: estratégias para intensificação sustentável do uso do solo. **Cadernos de Ciência e Tecnologia**, v. 32, n. 1, p. 15-53, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.35977/0104-1096.cct2015.v32.23294>

CÔRTEZ, I. H. G.; JAYME, D. G.; GONCALVES, L. C.; RAMIREZ, M. A.; MENEZES, R. A.; OLIVEIRA, A. F.; TEIXEIRA, A. M.; MAGALHAES, F. A.; PIRES, F. P. A. A.; MENEZES, G. L.; BORGES, A. L. C. C.; LOPES, L. T.; CAMARGOS, G. H. S.; ANANIAS, J. V. A. *Urochloa brizantha* (Syn *Brachiaria brizantha*). *In*: Jayme, Diogo Gonzaga; Gonçalves, Lúcio Carlos; Ramirez, Matheus Anchieta; Menezes, Rafael Araújo (Org.). **Gramíneas Forrageiras Tropicais**. 1ed. Belo Horizonte: FEPE, 2022, v. 1, p. 224-247.

COSTA, N. R.; ANDREOTTI, M.; GAMEIRO, R. A.; PARIZ, C. M.; BUZETTI, S.; LOPES, K. S. M. Adubação nitrogenada no consórcio de milho com duas espécies de braquiária em sistema plantio direto. **Pesqui. Agropecu. Bras.**, v. 47, n. 8, p.1038-1047, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2012000800003>

DIAS, M. B. C.; COSTA, K. A.P.; SEVERIANO, E. C.; BILEGO, U. O.; ALMEIDA, D. P.; BRAND, S. C.; VILELA, L.; FURTINI-NETO, A. E. *Brachiaria* and *Panicum maximum* in an integrated crop-livestock system and a second-crop maize system in succession with soybean. **The Journal of Agricultural Science**, v.1, p. 1-12, 2020.

EMBRAPA, EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA E AGROPECUÁRIA. **BRS Zuri, produção e resistência para a pecuária**. Campo Grande: Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte, 2014

FERREIRA, J. P.; ANDREOTTI, M.; PASCOALOTO, I. M.; COSTA, N. R.; AUGUSTO, J. G.; KANEKO, F. H. Espaçamento de cultivo de milho forrageiro consorciado com forrageiras tropicais para produção de

silagens. **Revista Agropecuária Técnica**, v. 38, n. 3, p. 133-141, 2017. DOI: <https://doi.org/10.25066/agrotec.v38i3.34039>

FLÁVIO NETO, J.; SEVERIANO, E. C.; COSTA, K. A. P.; GUIMARÃES JUNNYOR, W. S.; GONÇALVES, W. G.; ANDRADE, R. Biological soil loosening by grasses from genus *Brachiaria* in crop-livestock integration. **Acta Sci., Agron.**, v. 37, n. 3, p. 375-383, 2015. DOI: <https://doi.org/10.4025/actasciagron.v37i3.19392>  
GARCIA, C. M. P.; ANDREOTTI, M.; TEIXEIRA FILHO, M. C. M.; BUZETTI, S.; CELESTRINO, T. S.; LOPES, K. S. M. Desempenho agronômico da cultura do milho e espécies forrageiras em sistema de Integração Lavoura-Pecuária no Cerrado. **Ciênc. Rural**, v. 43, n. 4, p. 589-595, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782013000400005>

GLÉRIA, A. A.; SILVA, R. M.; SANTOS, A. P. P.; SANTOS, K. J. G.; PAIM, T. P. Produção de bovinos de corte em sistemas de integração lavoura pecuária. **Arch. Zootec.**, v. 66, n. 253, p. 141-150, 2017. DOI: <https://doi.org/10.21071/az.v66i253.2138>

HOTT, M. C.; MARTINS, C. E.; LIMA, V. M. B.; LOPES, D. O.; ARAÚJO, P. C. Cadastro geográfico para suporte à estudos em sistema de integração lavoura-pecuária-floresta. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, v. 2, n. 5, p. 1521-1529, 2019.

IUSS Working Group WRB. 2022. World Reference Base for Soil Resources. International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. 4th edition. International Union of Soil Sciences (IUSS), Vienna, Austria.

JAKELAITIS, A.; DANIEL, T. A. D.; ALEXANDRINO, E.; SIMÕES, L. P.; SOUZA, K. V.; LUDTKE, J. Cultivares de milho e de gramíneas forrageiras sob monocultivo e consorciação. **Pesqui. Agropecu. Trop.**, v. 40, n. 4, p. 380-387, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1983-40632010000400008>

JASPER, M.; SWIECH, J. J. Diferentes populações de milho crioulo. **Scientia Rural**, v. 20, p. 1-14, 2019.

JOCHIMS, F.; SILVA, P. A. P.; PORTES, V. M. Utilizando a altura do pasto como ferramenta de manejo de pastagens. **Agropecu. Catarin.**, v. 31, n. 2, p. 42-44, 2018.

KICHEL, A.N.; KICHEL, A.G. **Requisitos básicos para boa formação e persistência de pastagens**. Campo Grande: Embrapa gado de Corte, 2001. 8p. (Embrapa gado de Corte. Gado de Corte Divulga, 52).

KLEIN, J. L.; VIANA, A. F. P.; MARTINI, P. M.; ADAMS, S. M.; GUZATTO, C.; BONA, R. A.; RODRIGUES, L. S.; ALVES FILHO, D. C.; BRONDANI, I. L. Desempenho produtivo de híbridos de milho para produção de silagem da planta inteira. **Revista Brasileira Milho e Sorgo**, v. 17, n. 1, p. 101-110, 2018.

KUNRATH, T. R.; CARVALHO, P. C. F.; CADENAZZI, M.; BREDEMEIER, C.; ANGHINONI, I. Grazing management in an integrated croplivestock system: soybean development and grain yield. **Revista Ciência Agronômica**, v. 46, n. 3, p. 645-653, 2015. DOI: <https://doi.org/10.5935/1806-6690.20150049>

LANDAU, E. C.; MAGALHÃES, P. C.; GUIMARÃES, D. P. **Relações com o clima**. [S.l.], 08 dez. 2021. Portal: Embrapa. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-deinformacao-tecnologica/cultivos/milho/pre-producao/caracteristicas-da-especie-e-relacoes-com-o-ambiente/relacoes-com-oclima#:~:text=Durante%20o%20per%C3%ADodo%20de%20germina%C3%A7%C3%A3o,o%20caso%20preju%C3%ADzo%20sens%C3%ADvel%20%C3%A0%20germina%C3%A7%C3%A3o>. Acesso em: 16 maio 2024.

LIMA, N. G.; MOTA, J. H.; RESENDE, G. M.; YURI, J. E.; TEIXEIRA, I. R. Avaliação de cultivares de milho para consumo in natura em Jataí-GO. **Caderno de Ciências Agrárias**, v. 11, p. 1-7, 2019. DOI: <https://doi.org/10.35699/2447-6218.2019.15963>

LORENZETTI, J. G.; RODRIGUES, M. A.; SOARES, A. P.; VIEIRA, C. R. Densidade de plantas e os efeitos nas características agrônômicas, temperatura e umidade do solo em consórcio milho-braquiária. *Nativa*, v. 11, n.1, p. 101-107, 2023.

MAKINO, P. A.; CECCON, G.; FACHINELLI, R. Produtividade e teor de nutrientes em populações de milho safrinha solteiro e consorciado com braquiária. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, v. 18, n. 2, p. 206-220, 2019. <https://doi.org/10.18512/1980-6477/rbms.v18n2p206-220>.

MATSUDA. **Sementes – Espécies forrageiras – Gramíneas forrageiras**. 2024. Disponível em: <<https://www.matsuda.com.br/sementes-forrageiras/gramineas-forrageiras>>. Acesso em: 14 maio 2024.

MENDONÇA, V. Z.; MELLO, L. M. M.; PEREIRA, F. C. B. L.; SILVA, J. O. R.; YANO, E. H. Corn production for silage intercropped with forage in the farming-cattle breeding integration. *Eng. Agríc.*, v. 34, n. 4, p. 738-745, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-69162014000400013>

NARDINO, M.; BARETTA, D.; CARVALHO, I. R.; FOLLMANN, D. N.; KONFLANZ, V. A.; SOUZA, V. Q.; OLIVEIRA, A.; MAIA, L. C. Correlações fenotípica, genética e de ambiente entre caracteres de milho híbrido da região sul do Brasil. *Revista Brasileira de Biometria*, v. 34, n. 3, p. 379-394, 2016.

NEPOMUCENO, M. P.; SILVA, B. P.; GIANCOTTI, P. R. F.; PEREIRA, F. C. M.; ALVES, P. L. C. A. *Urochloa ruziziensis* desiccation, straw quantity and position on nodulation and production of soybean 'M-SOY 7908 RR'. *Planta Daninha*, v. 37, p.1–9, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-83582019370100071>

OLIGINI, K. F.; SALOMÃO, E. C.; BATISTA, V. V.; LINK, L.; ADAMI, P. F.; SARTOR, L. S. Produtividade de milho consorciado com espécies forrageiras no sudoeste do Paraná. *Revista Agrarian*, v. 12, n. 36, p. 434-442, 2019. DOI: <https://doi.org/10.30612/agrarian.v12i46.8705>

PAULETTI, V; MOTTA, A. C. V. **Manual de Adubação e Calagem para o Estado do Paraná**. Curitiba: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo – Núcleo Estadual do Paraná, 2017, p. 289.

PEREIRA, A.V.; PACIULLO, D. S. C.; GOMIDE, C. A. M.; LÉDO, F. J. S. **Catálogo de forrageiras recomendadas pela Embrapa**. Brasília: Embrapa, 2016, 76p.

PEREIRA, F. C. B. L.; MELLO, L. M. M.; PARIZ, C. M.; MENDONÇA, V. Z.; YANO, E. H.; MIRANDA, E. E. V.; CRUSCIOL, C. A. C. Autumn maize intercropped with tropical forage: crop residues, nutriente cycling, subsequent soybean and soil quality. *Rev. Bras. Ciênc. Solo*, v. 40, p. e0150003, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1590/18069657rbs20150003>

PEREIRA, F. C. B. L.; MENDONÇA, V. Z.; MELLO, L. M. M.; HOLANDA, H. V.; YANO, É. H. Consorciação de forrageiras com milho outonal em plantio direto: produção de grãos e palha. *Cult. Agron.*, v.24, n.1, p. 17-26, 2015. DOI: <https://doi.org/10.32929/2446-8355.2015v24n1p17-26>

PEREIRA, J. R.; MONTAGNER, M. M.; SARTOR, L. R.; NERES, M. A.; FLUCK, A. C.; FARIA, P. P. Modelo conceitual do sistema de integração milho - bovinos de corte. *Revista Electrónica de Veterinária*, v. 18, n. 12, p. 01-14, 2017.

PORTELA, M. G. T.; ARAÚJO, R. L.; BARBOSA, R. P.; DA ROCHA, D. R. Características agrônômicas do milho submetido a fontes e parcelamento de nitrogênio em cobertura. *Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas*, v. 10, n. 3, p.248-258, 2016. DOI: <https://doi.org/10.18011/bioeng2016v10n3p248-258>

R CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Austria: Vienna, 2021.

RODRIGUES, J.L., MASSENA, E. C., SANTOS NETO, A. L., SOUZA, A. A., SILVA, R. B., MARTINS, G. M. C. Bactérias promotoras de crescimento em plantas aliada a adubação nitrogenada na produção de milho doce. **Revista Agropecuária Técnica**, v. 41, n. 3-4, 2020. DOI: [doi.org/10.25066/agrotec.v41i3-4.54809](https://doi.org/10.25066/agrotec.v41i3-4.54809), 2020

SANDINI, I. E.; MORAES, A.; PELISSARI, A.; NEUMANN, M.; FALBO, M. K.; NOVAKOWSKI, J. H. Efeito residual do nitrogênio na cultura do milho no sistema de produção integração lavoura-pecuária. **Ciênc. Rural**, v. 41, n. 8, p. 1315-1322, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782011005000099>

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; ARAUJO FILHO, J. C. de; OLIVEIRA, J. B.; CUNHA, T. J. F. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5.ed. Rio de Janeiro, RJ: Embrapa Solos, 2018. 356p.

SANTOS, P. R. A.; CHIODEROLI, C. A.; LOUREIRO, D. R.; NICOLAU, F. E. A.; OLIVEIRA, J. L. P.; QUEIROZ, R. F. Características morfológicas e produtivas do milho no consórcio com forrageiras em diferentes épocas de semeadura. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 11, n. 7, p. 2031-2039, 2017. DOI: <https://doi.org/10.7127/RBAI.V11N700678>

SILVA, B. P. A.; CARNEVALLI, R. A.; SERENO, J. R. B.; NICODEMO, M. L. F.; OLIVEIRA JÚNIOR, R. C. Efeito residual de doses de nitrogênio aplicadas em pastos de campim-braquiária sobre a produção de milho para silagem em sistemas integrados. **Cienc. Anim. Bras.**, v. 18, n. 27, p. 1-13, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1590/cab18023909>

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6.ed. Porto Alegre: Artmed, 2017, 888p.

TEIXEIRA, A. M.; JAYME, D. G.; GONCALVES, L. C.; RAMIREZ, M. A.; MENEZES, R. A.; CAMARGOS, G. H. S.; ANANIAS, J. V. A.; OLIVEIRA, A. F.; LOPES, L. T.; CÔRTEZ, I. H. G.; MAGALHAES, F. A.; PIRES, F. P. A. A.; MENEZES, G. L.; BORGES, A. L. C. C.; PEREIRA, A. F. P. *Megathyrsus maximus* (Syn. *Panicum maximum*). In: *In: Jayme, Diogo Gonzaga; Gonçalves, Lúcio Carlos; Ramirez, Matheus Anchieta; Menezes, Rafael Araújo. (Org.). Gramíneas Forrageiras Tropicais*. 1ed. Belo Horizonte: FEPE, 2022, v. 1, p. 127-157.

TEIXEIRA, P. C.; DONAGEMMA, G. K.; FONTANA, A.; TEIXEIRA, W. G. **Manual de métodos de análise de solo**. 3. ed. rev. e ampl. Brasília: Embrapa, 2017, 573 p.