

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOIANO - CÂMPUS RIO VERDE PROGRAMA DE PÓS-
GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS - AGRONOMIA

CONSÓRCIO DO MILHO COM CAPIM-PAIAGUÁS EM
DIFERENTES SISTEMAS FORRAGEIROS NO CERRADO

Autora: Analu Guarnieri
Orientadora: Prof^a. Dr^a. Kátia Aparecida de Pinho Costa
Coorientador: Prof^o. Dr. Eduardo da Costa Severiano

RIO VERDE-GO
Dezembro 2016

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOIANO – CAMPUS RIO VERDE PROGRAMA DE PÓS-
GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS - AGRONOMIA

CONSÓRCIO DO MILHO COM CAPIM-PAIAGUÁS EM
DIFERENTES SISTEMAS FORRAGEIROS NA SAFRINHA,
NA REGIÃO DO CERRADO

Autora: Analu Guarnieri
Orientadora: Prof^a. Dr^a. Kátia Aparecida de Pinho Costa
Coorientador: Prof^o. Dr. Eduardo da Costa Severiano

Tese apresentada ao Programa de Pós-
Graduação em Ciências Agrárias –
Agronomia, do Instituto Federal de
Educação, Ciência e Tecnologia Goiano –
Campus Rio Verde, como parte das
exigências para obtenção do título de
Doutora em Ciências Agrárias -
Agronomia.

RIO VERDE-GO
Dezembro 2016

Sistema desenvolvido pelo ICMC/USP
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas - Instituto Federal Goiano

GG916c GUARNIERI, ANALU
CONSÓRCIO DO MILHO COM CAPIM-PAIAGUÁS EM
DIFERENTES SISTEMAS FORRAGEIROS NO CERRADO / ANALU
GUARNIERI; orientadora Kátia Aparecida de Pinho
Costa; co-orientador Eduardo da Costa Severiano. --
Rio Verde, 2017.
76 p.

Tese (Doutorado em PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
CIÊNCIAS AGRÁRIAS - AGRONOMIA) -- Instituto Federal
Goiano, Câmpus Rio Verde, 2017.

1. Brachiaria brizantha cv. BRS Paiaguás. 2.
Rendimento de grãos. 3. Conservação de forragem. 4.
Integração lavoura-pecuária. 5. Valor nutritivo. I.
Aparecida de Pinho Costa, Kátia, orient. II. da
Costa Severiano, Eduardo, co-orient. III. Título.

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOIANO – CÂMPUS RIO VERDE
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS
AGRÁRIAS-GRONOMIA

CONSÓRCIO DO MILHO COM
CAPIM-PAIAGUÁS EM DIFERENTES SISTEMAS
FORRAGEIROS NO CERRADO

Autora: Analu Guarnieri
Orientadora: Dra. Kátia Aparecida de Pinho Costa

TITULAÇÃO: Doutorado em Ciências Agrárias-Agronomia - Área de
Concentração em Produção Vegetal Sustentável no Cerrado

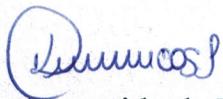
APROVADA em 09 de dezembro de 2016.


Prof.^a. Dra. Alliny das Graças Amaral
Avaliadora externa
UEG – São Luís de Montes Belos/GO


Dr. Wender Ferreira da Silva
Avaliador externo
IF Goiano – Campus Rio Verde


Prof. Dr. Alessandro Guerra da Silva
Avaliador interno
UniRV – Rio Verde/GO


Prof. Dr. Eduardo da Costa Severiano
Avaliador interno
IF Goiano – Campus Rio Verde


Prof.^a. Dra. Kátia Aparecida de Pinho Costa
Presidente da banca
IF Goiano – Campus Rio Verde

DEDICO

Sobretudo a Deus, à minha mãe Ana Cristina Marques, a meus irmãos Caio e José Henrique e a toda a minha família.

À minha orientadora Kátia Aparecida de Pinho Costa, que me proporcionou um grande aprendizado durante minha passagem pelo curso, contribuindo também para meu crescimento profissional e pessoal.

À equipe e amigos do laboratório de Forragicultura e Pastagens, que muito contribuíram para a realização deste trabalho.

Sem eles, nada disso teria sido possível.

OFEREÇO

A Deus, por ter me dado à vida e por guiar meus passos.

À minha família, por todo amor, incentivo, apoio, compreensão e paciência.

Em especial à minha mãe Ana Cristina,
minha maior inspiração e meu melhor exemplo,
a quem dedico e agradeço tudo que tenho e conquisto.

À minha orientadora Kátia A. de Pinho Costa, pelos ensinamentos, por ter me acolhido no laboratório de forragicultura e por saber entender e lidar com todas as adversidades durante todo o tempo do curso.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me guiar e me proteger e por tudo que tem feito em minha vida.

Aos meus pais, pela minha existência, pela minha formação, pelos incentivos e ensinamentos e apoio em todos os momentos desta e de outras caminhadas.

Agradeço sobretudo à minha mãe, que com muito amor se empenhou para que eu alcançasse meus objetivos e que me apoia e me aconselha em todas minhas decisões. Meu porto seguro, minha melhor amiga.

Aos meus irmãos, meus dois tesouros, pelo companheirismo e amizade ao longo de toda a minha vida, muito mais que irmãos, grandes companheiros, que eu tanto amo e por quem morro de ciúmes.

Agradeço ao Instituto Federal Goiano, Campus Rio Verde, pelo apoio e suporte para condução das disciplinas e do experimento.

À minha orientadora, Prof.^a Dr.^a Kátia Aparecida de Pinho Costa, por seu apoio e amizade, dedicação e competência.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias e a todos os professores, pelos conhecimentos repassados e pela oportunidade de ter dado continuidade à minha formação.

Aos colegas de laboratório, Dr. Wender, Dr. Victor, Patrícia, Raoni, Suelen, Charles, Eduardo, Daniel, Jéssika, Valdivino, Wayron, Millena, Hemylla e Cecília, pela calorosa recepção e companheirismo, que são minha família em Rio Verde, sem o apoio e o companheirismo de cada um, teria sido difícil a conclusão deste trabalho.

BIOGRAFIA DA AUTORA

Analu Guarnieri, filha de Ana Cristina Marques e Lazaro Henrique Guarnieri, nasceu na cidade de Iporá-GO, no dia 26 de maio de 1989.

Iniciou em 2007 o curso de Bacharelado em Engenharia Agrônômica, pela Universidade Federal do Tocantins – UFT, no município de Gurupi - TO, concluindo sua graduação no final de 2011.

No início de 2012, foi aprovada para cursar o Mestrado no Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias, na Universidade Federal do Tocantins – UFT, no campus de Gurupi - TO, atuando na área de Nutrição e manejo de solo, concluindo no final de 2013.

No início de 2014, ingressou no Programa de Pós-Graduação, em nível de Doutorado em Agronomia, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – *Campus* Rio Verde, quando desenvolveu pesquisas na Área de Forragicultura e Pastagens, com enfoque em utilização de sistemas consorciados, submetendo-se à defesa de tese em 09 de dezembro de 2016.

ÍNDICE

	Página
ÍNDICE DE TABELAS	xii
ÍNDICE DE FIGURAS	xiv
LISTA DE SÍMBOLOS, SIGLAS, ABREVIACÕES E UNIDADES.....	xv
RESUMO	xvi
ABSTRACT	xviii
1. INTRODUÇÃO GERAL	1
2. OBJETIVOS	7
3. CAPÍTULO 1:	8
CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS E PRODUTIVAS DO MILHO E CAPIM-PAIAGUÁS EM DIFERENTES SISTEMAS FORRAGEIROS NA INTEGRAÇÃO AGRICULTURA-PECUÁRIA.....	8
INTRODUÇÃO	10
MATERIAL E MÉTODOS	11
RESULTADOS E DISCUSSÃO	14
CONCLUSÕES	24
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	24
4. CAPÍTULO II:	29
PRODUÇÃO E QUALIDADE DA SILAGEM DO MILHO CONSORCIADO COM CAPIM-PAIAGUÁS EM DIFERENTES SISTEMAS FORRAGEIROS E ESTÁDIOS DE MATURAÇÃO.....	29
INTRODUÇÃO	31

MATERIAL E MÉTODOS	32
RESULTADOS E DISCUSSÃO	37
CONCLUSÕES	51
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	51
5. CONCLUSÃO GERAL	58

ÍNDICE DE TABELAS

		Página
CAPÍTULO I	CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS E PRODUTIVAS DO MILHO E CAPIM-PAIAGUÁS EM DIFERENTES SISTEMAS FORRAGEIROS NA INTEGRAÇÃO AGRICULTURA-PECUÁRIA	8
Tabela 1	Altura de plantas (m), Diâmetro do colmo (mm) e Número de folhas aos 30, 60 e 90 DAS do milho em monocultivo e consorciado com capim-paiaguás em diferentes sistemas forrageiros.....	15
Tabela 2	População de plantas (POP), número de grãos por espiga (NGE) e índice de espigas (IE) do milho em monocultivo e consorciado com capim-paiaguás em diferentes sistemas forrageiros.....	16
Tabela 3	Massa de mil grãos (g) e rendimento de grãos (kg ha ⁻¹) do milho em monocultivo e consorciado com capim-paiaguás em diferentes sistemas forrageiros.	17
Tabela 4	Altura de plantas, número de perfilhos, relação lâmina foliar:colmo e produção de massa seca do capim paiaguás em monocultivo e consorciado com milho em diferentes sistemas forrageiros.	19
Tabela 5	Teores de Proteína Bruta (PB), Fibra em Detergente Neutro (FDN), Fibra em Detergente Ácido (FDA) e Digestibilidade In Vitro da Matéria Seca (DIVMS) do capim-paiaguás em monocultivo e consorciado com milho sob diferentes sistemas forrageiros.	22
CAPÍTULO II	PRODUÇÃO E QUALIDADE DA SILAGEM DO MILHO CONSORCIADO COM CAPIM-PAIAGUÁS EM	

	DIFERENTES SISTEMAS FORRAGEIROS E ESTÁDIOS DE MATURAÇÃO	29
Tabela 1	Caracterização do material ensilado das forrageiras dos diferentes sistemas forrageiros e estádios de maturação	34
Tabela 2	Composição químico-bromatológica do milho e capim-paiaguás (g kg ⁻¹) em monocultivo e consorciados sob diferentes sistemas forrageiros	36
Tabela 3	Produção de massa seca do material ensilado (t ha ⁻¹) das forrageiras dos diferentes sistemas forrageiros e estádios de maturação do milho	37
Tabela 4	Características fermentativas das silagens dos diferentes sistemas forrageiros e estádios de maturação	39
Tabela 5	Concentração de ácidos orgânicos das silagens dos diferentes sistemas forrageiros e estádios de maturação	43
Tabela 6	Teores de FDN, FDA, lignina, hemicelulose e celulose das silagens (g kg ⁻¹) dos diferentes sistemas forrageiros e estádios de maturação.....	45
Tabela 7	Teores de PB, NDT, EE e DIVMS das silagens dos sistemas forrageiros e estádios de maturação	49

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
CAPÍTULO. I	
CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS E PRODUTIVAS DO MILHO E CAPIM-PAIAGUÁS EM DIFERENTES SISTEMAS FORRAGEIROS NA INTEGRAÇÃO AGRICULTURA-PECUÁRIA.....	8
Figura 1	
Precipitações pluviais e temperaturas médias registradas durante o período de janeiro a agosto de 2015, em Rio Verde-GO, Brasil	12

LISTA DE SÍMBOLOS, SIGLAS, ABREVIACÕES E UNIDADES

%	Porcentagem	
m²	Metro quadrado	
m⁻¹	Por metro	
cm	Centímetro	
mm	Milímetro	
CV	Coeficiente de Variação	%
DAS	Dias após semeadura	
ha⁻¹	Por hectare	
FTE	Fritted Trace Elements	kg ha ⁻¹
Kg	Quilograma	
g	Gramas	
mg	Miligrama	
K	Potássio	kg ha ⁻¹
N	Nitrogênio	kg ha ⁻¹
P	Fósforo	kg ha ⁻¹
S	Enxofre	kg ha ⁻¹
FDA	Fibra em detergente ácido	%
FDN	Fibra em detergente neutro	%
DIVMS	Digestibilidade in vitro da matéria seca	%
MS	Matéria Seca	%
pH	Potencial Hidrogeniônico	
EE	Extrato etéreo	
PB	Proteína Bruta	%
N-NH₃	Nitrogênio amoniacal	
NDT	Nutrientes digestíveis totais	
MO	Matéria Orgânica	g kg ⁻¹
P₂O₅	Pentóxido de fósforo - forma padrão do elemento fósforo	kg ha ⁻¹
CT	Capacidade Tampão	
GO	Goiás	

RESUMO

GUARNIERI, A. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – *Campus Rio Verde* – GO, dezembro de 2016. **Consórcio do milho com capim-paiaguás em diferentes sistemas forrageiros na safrinha, na região do cerrado.** Orientadora: Dr^a Kátia Aparecida de Pinho Costa, Coorientador Dr. Eduardo da Costa Severiano.

O cultivo consorciado do milho com as espécies do gênero *Brachiaria* é uma das principais técnicas para a recuperação ou reforma de pastagens degradadas e na formação de palhada para o plantio direto. Um aspecto importante na implantação deste sistema é a competição pelos fatores de crescimento (água, luz e nutrientes) das espécies, que, se não manejada adequadamente, pode inviabilizar o cultivo. Deste modo, o conhecimento das características agronômicas e produtivas das culturas em consórcio é essencial para a obtenção de técnicas adequadas para o sucesso desse sistema de cultivo. Este sistema pode ainda ser destinado à produção de silagens, que tem sido uma solução para períodos de baixa produção de forragens, proporcionando alimento de qualidade, utilizado na alimentação de ruminantes. Neste sentido, este trabalho objetivou avaliar as características agronômicas e produtivas do milho e capim-paiaguás consorciados, bem como a produção de silagem em diferentes estádios de maturação e sistemas forrageiros na safrinha. Para isso, foram conduzidos dois experimentos em delineamento de blocos casualizados, com quatro repetições, a campo, no município de Rio Verde-GO. No primeiro experimento, foi avaliado o consórcio dos seguintes sistemas forrageiros: milho em monocultivo, em monocultivo, milho consorciado com capim-paiaguás na linha, na entrelinha e na sobressemeadura, para as características tanto do milho como do capim-paiaguás. O segundo experimento foi conduzido realizado em esquema fatorial 5 x 3, sendo os cinco sistemas forrageiros e três estádios de maturação do milho (leitoso, pastoso e farináceo). Foram avaliados a produção de massa seca, parâmetros fermentativos e o valor nutricional das silagens. Os resultados mostraram que o cultivo consorciado do milho com o capim-paiaguás não interfere nas características agronômicas bem como na produtividade de grãos do milho, independentemente do sistema adotado. Para a

produção de forragem, o capim paiaguás semeado na sobressemeadura do milho apresentou baixa produção de massa seca, mas, no entanto, com melhor qualidade. As silagens dos sistemas forrageiros de milho e capim-paiaguás consorciados na linha e entrelinha, quando o milho se encontrava no estágio farináceo, apresentaram valores satisfatórios para características fermentativas e nutricionais das silagens, podendo, assim, ser recomendados como sistemas de semeadura adequados para produção de silagens na entressafra. O consórcio de milho com o capim-paiaguás na safrinha mostrou-se uma técnica de cultivo promissora para produção de grãos e alternativa de fornecimento de alimento, como silagem. Assim, permite-se intensificar os sistemas de produção, associados a elevados rendimentos e valor nutritivo, maximizando a produção de nutrientes por área, além do estabelecimento do capim-paiaguás na entressafra, mantendo a sustentabilidade.

Palavras-chave: *Brachiaria brizantha* cv. BRS Paiaguás, rendimento de grãos, conservação de forragem, integração lavoura-pecuária, valor nutritivo.

ABSTRACT

GUARNIERI, A. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano (Goiano Federal Institute of Education, Science, and Technology) – Rio Verde Campus – Goiás State (GO), Brazil, December 2016. **Corn intercropping with paiaguás-grass in different off-season forage systems in the cerrado (savannah) region.** Advisor: Dr. Costa, Kátia Aparecida de Pinho. Co-advisor: Dr. Severiano, Eduardo da Costa.

The corn intercropping with *Brachiaria* species is one of the main techniques for recovering or reforming degraded pastures and in the straw formation for no-tillage. An important aspect in this system implementation is the competition for the species' growth factors (water, light, and nutrients), which can make the crop unfeasible, if not properly managed. Thus, the knowledge of the agronomic and productive characteristics of the intercropping cultures is essential to obtain suitable techniques for this cultivation system success. This system can also be used to produce silage, which has been a solution for low forage production periods, providing quality feed for ruminants. So, this paper aimed to evaluate the agronomic and productive characteristics of corn intercropping with *Brachiaria brizantha*, paiaguás-grass cultivar, as well as the silage production in different maturation stages and off-season forage systems. In this regard, two experiments were carried out in a randomized block design with four replicates, in the field of Rio Verde municipality, Goiás State (GO), Brazil. In the first experiment, intercropping of the following forage systems was evaluated for the characteristics of both corn and paiaguás-grass: (a) corn in monoculture; (b) paiaguás-grass in monoculture; and (c) corn intercropped with paiaguás-grass in line, in interline, and in overseeded. The second experiment was carried out in a 5 x 3 factorial scheme, it is, five forage systems and three maturity stages of corn (milky, pasty, and farinaceous). Dry mass production, fermentative parameters, and nutritional value of the silages were evaluated. Results showed that corn intercropping with paiaguás-grass does not affect the agronomic characteristics, as well as corn grain yield, regardless of the adopted system. For the forage production, the paiaguás-grass sown in the overseeding corn presented low dry mass production, but with better quality. The silages of the intercropping corn with paiaguás-grass systems in the line and interline presented satisfactory values for the silage fermentative and nutritional characteristics, when the corn was in the farinaceous stage.

They can be recommended as suitable seeding systems for silage production in the off-season cropping. The corn intercropping with the paiaguás-grass in the off-season showed to be a promising crop technique for grain production and food supply alternative, such as silage. Thus, it is possible to intensify the production systems, associated with high yields and nutritive value, maximizing the nutrient production by area, besides the paiaguás-grass establishment in the off-season, maintaining the sustainability.

Keywords: *Brachiaria brizantha* cv. BRS Paiaguás. Grain yield. Forage conservation. Crop-livestock integration. Nutritional value.

1. INTRODUÇÃO

A preocupação com a preservação dos recursos naturais e a crescente competitividade do agronegócio, têm aumentado a busca por sistemas de produção mais rentáveis. Com o crescente aumento da demanda por produtos de origem agropecuária, em decorrência do crescimento da população, a intensificação da produção é uma solução, porém há necessidade de aprimorar novas tecnologias e explorar racionalmente os recursos naturais (Salton et al., 2013).

No Brasil, a maioria dos sistemas de produção é padronizada e simplificada em monocultivo, com redução da biodiversidade. Esse modelo de produção tem mostrado sinais de fragilidade, em virtude da elevada demanda por energia e por recursos naturais que o caracterizam (Balbino et al., 2011).

Sabe-se que, com o passar do tempo, essa prática acelera a degradação das áreas agricultáveis e de pastagens. Isso ocorre em função de práticas culturais impróprias, como não devolver ao solo os nutrientes extraídos e o próprio manejo inadequado da pastagem, que resulta em áreas com perda de vegetação e solo exposto, propiciando erosão e menor fertilidade no solo.

Dessa forma, a consorciação de culturas anuais e forrageiras tropicais apresenta benefícios recíprocos entre a lavoura e a pecuária, tanto produtivos quanto ambientais, além da melhoria do uso do solo. Com a associação à tecnologia do plantio direto, essa consorciação pode favorecer maior aporte de matéria orgânica, com melhorias nos atributos físicos, químicos e biológicos do solo (Neves et al., 2009; Xavier et al., 2014).

A recuperação e ou a renovação das pastagens por meio do plantio consorciado são uma alternativa de renda extra ao agropecuarista, oriunda da produção de grãos, além da melhoria da fertilidade do solo pelos resíduos dos fertilizantes aplicados às culturas, ou da forragem, tendo pasto formado indiretamente com alta produtividade e valor nutritivo, o que resulta em maior desempenho dos animais (Santos et al., 2012).

O sistema de plantio consorciado, além de propiciar redução do custo de renovação da pastagem, também proporciona aumento da produção de carne e leite;

controle de pragas, doenças e plantas daninhas; formação de palhada para o sistema de plantio direto; diversificação de culturas, favorecendo a rotação; diminuição da necessidade de abertura de novas áreas; aumento da eficiência de utilização de fertilizantes e corretivos e maior estabilidade de renda ao produtor (Carvalho et al., 2005).

Entretanto, a competição entre espécies pode inviabilizar o cultivo consorciado. Destarte, o conhecimento do padrão de resposta das espécies pelas características genéticas e pela competição por fatores de produção é de grande importância para o êxito no estabelecimento da pastagem e para a produção satisfatória da cultura agrícola.

Nesse contexto, o consórcio do milho com forrageiras tropicais é possível, graças ao diferencial da taxa de crescimento temporal dessas espécies (Kluthcouski; Yokoyama, 2003).

Entre as espécies agrícolas possíveis de serem utilizadas nos sistemas consorciados, o milho se destaca por apresentar maior tradição de cultivo, que vem sendo ampliado nos últimos anos no período de entressafra, em sistemas de integração lavoura-pecuária (Garcia et al., 2013).

O mercado tem elevado número de cultivares comerciais adaptadas a diferentes regiões climáticas do Brasil, que podem ser destinadas à produção de milho verde, grãos e silagem (Oliveira et al., 2013).

Em relação à produção de silagem, o milho é considerado padrão, sendo muito utilizado por ser uma planta que tem alto valor energético, boa composição de fibras, além de alto potencial de produção de massa seca, aliada à produção de grãos, que enriquece a forragem produzida e preenche as exigências para confecção de um bom volumoso suplementar (Carvalho et al., 2016).

Entre as forrageiras usadas em consórcio com o milho, destacam-se as pertencentes ao gênero *Brachiaria* (sinônimo: *Urochloa*) por apresentarem tolerância ao sombreamento e rápida produção de biomassa, contribuindo para a boa formação de pastagem após a colheita do milho (Macedo, 2009).

Recentemente, a Embrapa Gado de Corte lançou a cultivar *Brachiaria brizantha* cv. BRS Paiaguás, buscando a diversificação das áreas de pastagens. A boa produção e a qualidade de forragem durante o período seco são as principais vantagens da BRS Paiaguás, que apresenta maior produtividade por ano (Euclides et al., 2016). O capim-paiaguás vem apresentado características vantajosas para sua utilização no sistema de integração lavoura-pecuária, além de uma excelente opção para cultivo de pastagens em

solos de média fertilidade dos Cerrados, tendo sua seleção sido baseada em sua produtividade, vigor, alta produção de sementes e dessecação, requerendo baixas doses de glifosato (Machado e Valle, 2011).

Nesse contexto, o potencial produtivo das gramíneas tropicais é um fator favorável que tem destaque para a produção de silagens. Silagens de capins têm elevada produção anual por área, perenidade, baixo risco de perda da produção e maior flexibilidade de colheita (Evangelista et al., 2004), mas têm também alguns aspectos desfavoráveis, como baixo teor de carboidratos solúveis, baixo teor de matéria seca no momento do corte, alta capacidade tampão, baixa população de bactérias produtoras de ácido lático e menor teor energético, em comparação com o milho.

Entretanto, o posicionamento das cultivares quanto ao sistema de produção (espaçamento e profundidade de semeadura, quantidade e localização da adubação e época de semeadura) e aos fatores climáticos é condição essencial para o sucesso do sistema de cultivo consorciado (Leonel et al., 2009). Todavia, para que essas decisões sejam tomadas, são necessários conhecimentos das potencialidades de cada espécie que compõe o sistema.

Com o desenvolvimento e o lançamento de novas cultivares de *Brachiaria brizantha*, surge uma carência de informações, principalmente em relação à produção, qualidade e características da silagem dessas forrageiras, quando submetidas ao consórcio, principalmente na safrinha. Diante disso, a identificação da melhor associação entre a cultura anual e a forrageira tropical possibilitará a exploração da produção de grãos (Costa et al., 2015) e de forragem na entressafra (Brighenti et al., 2008), além da produção de silagem, de forma eficiente e sustentável.

No entanto, conforme Neumann et al. (2002), a produção de silagem de alta qualidade depende, entre outros fatores, principalmente do rendimento de massa seca, associado a boas características nutritivas das partes da planta. Para otimizar a quantidade de nutrientes por área, deve-se levar em consideração o momento ideal para colheita, aquele em que ambas as forrageiras apresentam teor adequado de matéria seca.

O consórcio do milho com capim-paiaguás é pouco explorado em condições de safrinha, havendo necessidade de mais informações, principalmente no que diz respeito ao sistema de plantio, à exploração da produção no sistema e à produção de silagem, que possibilitem a melhoria do perfil fermentativo e boas características químico-bromatológicas da massa ensilada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BALBINO, L. C.; CORDEIRO, L. A. M.; PORFIRIO-DA-SILVA, V.; MORAES, A.; MARTÍNEZ, G. B.; ALVARENGA, R. C.; KICHEL, A. N.; FONTANELI, R. S.; SANTOS, H. P.; FRANCHINI, J. C.; GALERANI, P. R. Evolução tecnológica e arranjos produtivos de sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 10, p. i, 2011.

BRIGHENTI, A. M.; SOBRINHO, F.S.; COSTA, T.R.; ROCHA, W.S.D.; MARTIN C. E.; FERREIRA, L. H. C. **Integração Lavoura-Pecuária: A cultura do girassol consorciada com *Brachiaria ruzizienses***. Embrapa Gado de Leite, Juiz de Fora MG. [s.n.], 2008. p.10 (Embrapa Gado de Leite. Circular Técnica, 96).

CARVALHO, A. F. G.; MARTIN, T. N.; SANTOS, S.; MÜLLER, T. M.; PIRAN FILHO, F. A. Perfil agrônomo e bromatológico de silagem de milho no sudoeste do Paraná. **Revista de la Facultad de Agronomía**, v.114, n.2, p.149-159. 2016.

CARVALHO, G. G. P. et al. Integração agricultura-pecuária: um enfoque sobre cobertura vegetal permanente. **Revista Electrónica de Veterinaria**, v. 6, n. 8, p. 1-19, 2005.

COSTA, N.R.; ANDREOTTI, M.; ULIAN, N.A.; COSTA, B.S.; PARIZ, C.M.; TEIXEIRA FILHO, M.C.M. Acúmulo de nutrientes e tempo de decomposição da palhada de espécies forrageiras em função de épocas de semeadura. **Bioscience Journal**, v.31, p. 818-829, 2015.

EUCLIDES, V.P.B.; MONTAGNER, D.B.; BARBOSA, R.A.; VALLE, C.B.D.; NANTES, N.N. Desempenho animal e do pasto características de dois cultivares de *Brachiaria brizantha* (BRS Paiaguás e BRS Piatã). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 45, n. 3, p. 85-92, 2016.

EVANGELISTA, A.R.; ABREU, J.G.; AMARAL, P.N.C.; PEREIRA, R.C.; SALVADOR, F.M.; SANTANA, R.A.V. Produção de silagem de capim marandu com e sem emurchecimento. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.28, n.2, p.443-449, 2004.

GARCIA, C. M. D. P.; ANDREOTTI, M.; TEIXEIRA FILHO, M. C. M.; BUZETTI, S.; CELESTRINO, T. D. S.; LOPES, K. S. M. Agronomic performance of corn and

forages species in Crop-Livestock Integration system in the Cerrado. **Ciência Rural**, v. 43, n. 4, p. 589-595, 2013.

KLUTHCOUSKI, J.; YOKOYAMA, L. P. Opções de integração lavoura-pecuária. In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F.; AIDAR, H. Integração lavoura-pecuária. 1. ed. Santo Antonio de Goiás, GO: Embrapa Arroz e Feijão, p. 131-141, 2003.

LEONEL, F. P.; PEREIRA, J. C.; COSTA, M. G.; MARCO JÚNIOR, P.; LARA, L. A.; QUEIROZ, A. C. de. Comportamento produtivo e características nutricionais do capim braquiária cultivado em consórcio com milho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.1, p.177-189, 2009.

MACEDO, M.C.M. Integração lavoura e pecuária: o estado da arte e inovações tecnológicas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.1, p. 133-146, 2009.

MACHADO, L. A. Z.; VALLE, C. B. Desempenho agrônômico de genótipos de capim braquiária em sucessão à soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46, n.11, p.1454-1462, 2011.

NEUMANN, M.; RESTLE, J.; ALVES FILHO, D.C.; BERNARDES, R.A.C.; ARBOITE, M.Z.; CERDÓTES, L.; PEIXOTO, L.A.O. Avaliação de diferentes híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor*, L. Moench) quanto aos componentes da planta e silagens produzidas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.1, p. 302-312, 2002.

NEVES, C. M. N.; SILVA, M. L. N.; CURI, N.; MACEDO, R. L. G.; MOREIRA, F. M. de S.; D'NADRÉA, A. F. Indicadores biológicos da qualidade do solo em sistema agrossilvipastoril no noroeste do Estado de Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 33, p. 105-112, 2009.

OLIVEIRA, F. L. R.; MACHADO, V. D.; VELOSO, A. C. G. Seleção de espécies para sistemas agrossilvipastoris. **Revista Eletrônica de Pesquisa Animal**, v. 1, n. 2, p. 99-118, 2013.

SALTON, J. C.; MERCANTE, F. M.; TOMAZI, M.; ZANATTA, J. A.; CONCENÇO, G.; SILVA, W. M.; RETORE, M. Integrated crop-livestock system in tropical Brazil: toward a sustainable production system. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 1, p. 70-79, 2013.

SANTOS, M. S.; OLIVEIRA, M. E.; RODRIGUES, M. M.; VELOSO FILHO, E. S.; CARDOSO NETO, J. A. Estrutura e valor nutritivo de pasto de capim tanzânia e marandu aos 22 e 36 dias de rebrota para ovinos. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 13, p. 35-46, 2012.

XAVIER, D. F.; LÉDO, F. J. da S.; PACIULLO, D. S. de C.; URQUIAGA, S.; ALVES, B. J. R.; BODDEY, R. M. Nitrogen cycling in a Brachiaria-based silvopastoral system in the Atlantic forest region of Minas Gerais, Brazil. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v. 99, p. 45-62, 2014.

2. OBJETIVOS

Avaliar as características agronômicas do milho bem como as características produtivas e nutricionais do capim-paiaguás em consórcio e seu comportamento nos diferentes sistemas forrageiros, na safrinha.

Avaliar a produção de forragem, parâmetros fermentativos e o valor nutricional das silagens do milho consorciado com capim-paiaguás em diferentes sistemas forrageiros e estádios de maturação.

3. CAPÍTULO I

CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS DO MILHO CONSORCIADO COM CAPIM-PAIAGUÁS EM DIFERENTES SISTEMAS FORRAGEIROS

NJAS - Wageningen Journal of Life Sciences

RESUMO: Atualmente, os sistemas mistos de exploração de culturas anuais com forrageiras do gênero *Brachiaria* são uma excelente alternativa para a cultura do milho, pela viabilidade econômica na utilização da mesma área para a exploração agrícola e pecuária, com sustentabilidade. No entanto, pouco se conhece sobre a melhor forma de semeadura das culturas em consórcio. Assim, desenvolveu-se esse estudo com o objetivo de avaliar as características agronômicas do milho (*Zea mays*) bem como as características produtivas e nutricionais do capim-paiaguás (*Brachiaria brizantha* cv. BRS Paiaguás) em diferentes sistemas forrageiros, na entressafra. O delineamento experimental testado foi de blocos casualizados, com quatro repetições. Os tratamentos consistiram dos seguintes sistemas forrageiros: milho em monocultivo; capim-paiaguás em monocultivo; milho consorciado com capim-paiaguás na linha; milho consorciado com capim-paiaguás na entrelinha; e milho com capim-paiaguás na sobressemeadura. Os resultados permitem comprovar que o cultivo consorciado do milho com o capim-paiaguás não interfere nas características agronômicas bem como na produtividade dos grãos do milho, independentemente do sistema adotado. Para a produção de forragem, o capim-paiaguás semeado na sobressemeadura do milho apresentou baixa produção de

massa seca, mas de melhor qualidade. O consórcio de milho com o capim-paiaguás na safrinha se mostrou uma técnica de cultivo promissora para produção de grãos, além de apresentar, após a colheita, disponibilidade de forragem com bom valor nutritivo para ser utilizada na entressafra, mantendo a sustentabilidade, principalmente por utilizar a mesma área agricultável em relação aos sistemas convencionais.

Palavras-chave: *Brachiaria brizantha*, integração agricultura-pecuária, *Zea mays*

AGRONOMIC CHARACTERISTICS OF CORN INTERCROPPING WITH PAIAGUÁS-GRASS IN DIFFERENT FORAGE SYSTEMS

NJAS - Wageningen Journal of Life Sciences

ABSTRACT: Today, the mixed systems of annual crop exploitation with forages of the *Brachiaria* genus are an excellent alternative for the corn crop, due to the economic viability by using the same area for the agricultural and livestock farming with sustainability. However, little is known about the best way to sowing the intercropping cultures. Thus, this study was carried out aiming to evaluate the corn agronomic characteristics (*Zea mays*), as well as the productive and nutritional characteristics of the paiaguás-grass (*Brachiaria brizantha* cv. BRS Paiaguás) in different off-season forage systems. The experimental design was a randomized block design with four replicates. The treatments were the following forage systems: (a) corn in monoculture; (b) paiaguás-grass in monoculture; (c) corn intercropping with paiaguás-grass in the line; (d) corn intercropped with paiaguás-grass in the interline; and (e) corn intercropped with paiaguás-grass in overseeded. Results confirm that corn intercropping with paiaguás-grass does not intervene in the agronomic characteristics, as well as in the corn grain yield, regardless of the adopted system. For the forage production, the paiaguás-grass sown in the overseeding corn presented low dry mass production, but with better quality. The corn intercropping with the paiaguás-grass in the off-season showed to be a promising crop technique for grain production, and, after harvesting, there is forage availability with good nutritive value to be used in the off-season, maintaining the sustainability, mainly for using the same agricultural area, compared to conventional systems.

Keywords: *Brachiaria brizantha*. Agriculture-livestock integration. *Zea mays*.

INTRODUÇÃO

O cultivo do milho tem grande importância econômica e social dentro dos sistemas de produção agrícola, sendo uma das principais culturas no complexo agroindustrial nas propriedades agrícolas brasileiras (Brambilla et al., 2009). A produção de milho está dividida em duas épocas: a primeira é considerada safra ou cultivo de verão e a segunda é considerada safrinha, plantada após a colheita da soja. Nas últimas safras, têm sido verificados redução de área cultivada na primeira safra e aumento do rendimento e de área na safrinha (Galvão et al., 2015).

Assim, uma das melhores opções para potencializar a produtividade de grãos, a pecuária e a recuperação de pastagens degradadas é a adoção do consórcio, principalmente em condições de Cerrado do Brasil Central (Vilela et al., 2012).

Atualmente, os sistemas integrados de agricultura e pecuária, envolvendo culturas anuais e forrageiras do gênero *Brachiaria* (*Urochloa*) se destacam como ferramenta para a intensificação da exploração de áreas destinadas à agropecuária no Brasil (Seidel et al., 2014). Além disso, trata-se de um manejo do solo mitigador do efeito estufa e preservador do meio ambiente, com sustentabilidade, em virtude de sua alta eficiência em armazenar carbono no solo (sequestro do carbono atmosférico), através do funcionamento do sistema radicular das plantas (Carvalho et al., 2010).

Além dessas ponderações, os sistemas proporcionam recuperação da pastagem degradada e aumentam a quantidade de biomassa, visando à melhor cobertura do solo para a realização do sistema de plantio direto, possibilitando aumento na produtividade da cultura subsequente (Chioderoli et al., 2010), podendo também não interferir na produtividade da cultura anual consorciada (Ribeiro et al., 2015; Costa et al., 2016). Nesse sentido, o consórcio de milho safrinha com plantas forrageiras permite diversificar o cultivo sem alterar o cultivo de soja no verão (Alvarenga et al., 2006).

Sendo assim, para obtenção de altas produtividades, sobretudo em períodos de baixa precipitação, foi lançada, recentemente, a *Brachiaria brizantha* cv. BRS Paiaguás, que se caracteriza por ser uma cultivar adaptada a solos de média fertilidade, apresentar alta produtividade, vigor e produção de sementes (Valle et al., 2013). Estas características a tornam uma excelente opção para produção de forragem de qualidade na entressafra e para formação de biomassa para o plantio direto em sistemas de integração lavoura-pecuária, sendo uma técnica de cultivo promissora (Santos et al., 2016; Costa et al., 2016).

No entanto, por ter sido lançada recentemente, pouco se conhece do consórcio do capim-paiaguás com o milho na safrinha. Assim, a identificação da melhor forma de semeadura dessas culturas simultaneamente possibilitará a exploração para produção de grãos e forragem na entressafra. Diante disso, objetivou-se avaliar as características agronômicas do milho bem como as características produtivas e nutricionais do capim-paiaguás em diferentes sistemas forrageiros, na safrinha, em sistema de integração agricultura-pecuária.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido a campo no município de Rio Verde-GO (17°48'S; 50°55'W; e 748 m de altitude) na safrinha de 2015, em Latossolo Vermelho distroférico (Santos et al, 2013). A caracterização físico-química da amostra de solo da área experimental, na camada de 0,0-0,2 m, foi de 580, 140, e 280 g kg⁻¹ de argila, silte e areia, respectivamente; pH (CaCl₂): 4,93; Ca: 2,59; Mg: 1,10; Al: 0,10; Al+H: 5,9; K: 0,20; CTC: 9,74 em cmol_c dm⁻³; V: 40,56%; P (Mehlich): 1,65; Cu: 3,05; Zn: 4,30; Fe: 32,5 em mg dm⁻³; e matéria orgânica: 25,6 g kg⁻¹.

Antes da instalação do experimento, foi aplicado glifosato para controle de plantas daninhas. Uma semana antes da implantação do ensaio, foi feita gradagem e, na sequência, passada a grade niveladora. A correção da acidez do solo foi feita com calcário calcítico com 100% de PRNT, com aplicação de 795 kg ha⁻¹, incorporados 30 dias antes da semeadura.

O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados, com quatro repetições, com os seguintes sistemas forrageiros: milho em monocultivo; capim-paiaguás em monocultivo; milho consorciado com capim-paiaguás na linha; milho consorciado com capim-paiaguás na entrelinha e milho com capim-paiaguás na sobressemeadura. O híbrido de milho utilizado foi o AS 1581 (híbrido simples, de dupla aptidão, semiprecoce, de grãos semiduros e alaranjados) consorciado com *Brachiaria brizantha* cv. BRS Paiaguás.

As parcelas do monocultivo e dos consórcios em linha foram compostas por oito linhas com 4,0m de comprimento, espaçadas de 0,50 m. Para o consórcio na entrelinha, foram utilizadas quinze linhas, sendo oito linhas com milho e sete com capim-paiaguás, totalizando 16 m². Os sulcos para semeadura dos cultivares de milho e capim-paiaguás foram abertos manualmente com uso de enxadas.

A semeadura foi feita no dia 11 de fevereiro de 2015, com a utilização de 240 kg ha⁻¹ de P₂O₅ (supersimples) e 20 kg ha⁻¹ de FTE BR 12, em função da análise de solo e das exigências da cultura do milho. Para todos os sistemas, o milho foi semeado a 3 cm de profundidade, com 0,50m entre as linhas. O capim-paiaguás por sua vez, no sistema em linha, foi semeado a 6 cm de profundidade e na mesma linha do milho, na entrelinha a 0,25 m da linha do milho e na sobressemeadura foi semeado a 0,25 m da linha do milho aos 10 dias após sua semeadura. Para a semeadura do milho, foram utilizadas 7 sementes por metro e para as espécies forrageiras, 5 kg de sementes puras viáveis por hectare.

Duas semanas após a emergência das plântulas (DAE), foi feito o desbaste, objetivando estabelecer população 60.000 plantas ha⁻¹. Quando as plantas do milho estavam em estágio de três e seis folhas completamente desenvolvidas, foram feitas adubações de cobertura a lanço, aplicando 150 e 75 kg ha⁻¹ de N e K₂O, usando como fontes ureia e cloreto de potássio, respectivamente.

Foram feitas capinas manuais semanalmente até 50 dias após a emergência para o controle das ervas daninhas em pós-emergência. Não foi aplicado nenhum herbicida para suprimir o crescimento do capim-paiaguás.

Durante a condução do experimento, foram monitorados diariamente os dados de precipitação pluvial e temperatura média mensal (Figura 1).

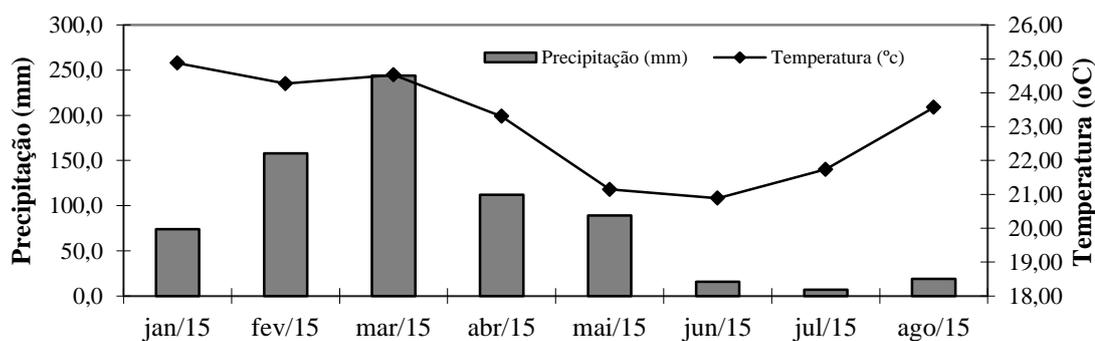


Figura 1. Precipitações pluviais e temperaturas médias registradas durante o período de janeiro a agosto de 2015, em Rio Verde-GO, Brasil.

Para o milho consorciado e em monocultivo, foram avaliados os seguintes parâmetros em dez plantas na área útil das parcelas; altura das plantas, medida aos 30, 60 e 90 DAS, do colo até a extremidade da última folha completamente desenvolvida,

na primeira avaliação, e até a extremidade do pendão para as demais épocas de avaliação; diâmetro do colmo na base, obtido com a mensuração através de um paquímetro, medindo a base do colmo entre os dois primeiros entrenós; número de folhas, pela contagem de todas as folhas; população de plantas, pela contagem do número de plantas na colheita.

Para as características produtivas, foram avaliados: número de grãos por espiga, pela contagem dos grãos da espiga; índice de espigas, relação entre a quantidade de espigas e a população de plantas; massa de mil grãos, pela pesagem de mil grãos com correção da umidade para 13%; e rendimento de grãos, pela pesagem dos grãos com correção da umidade para 13%.

Após a colheita do milho, foram avaliados a produção de massa seca e o valor nutricional do capim-paiaguás em regime de cortes sucessivos, sendo coletadas duas amostras de 1 m², a 0,20 m de altura, direcionando o quadrado aleatoriamente dentro de cada parcela.

Para verificar quantidade de forragem disponível na entressafra, foram feitos o primeiro corte na colheita do milho (19/06) e o segundo aos 63 dias após o primeiro (21/08), simulando pastejo.

Após ambos os cortes, foi feito o corte de uniformização de todas as plantas da área parcela na mesma altura das plantas avaliadas, sendo retirado da área o resíduo resultante da uniformização. Em seguida, o capim-paiaguás permaneceu em descanso para rebrota, visando a dessecação para formação de biomassa para implantação da cultura da soja na próxima safra.

O material coletado foi acondicionado em sacos plásticos e pesado para a avaliação da produção de massa seca total e posteriormente enviado ao laboratório, onde foi retirada uma amostra representativa de cada parcela, de aproximadamente 500 g, e colocada em estufa de ventilação forçada de ar a 55°C para pré-secagem. Posteriormente, as amostras foram moídas em moinho do tipo Willy, com peneira de 1 mm de diâmetro, e armazenadas em potes de plásticos para ulterior análise.

Foram feitas análises bromatológicas para determinação da matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN) e ácido (FDA), segundo metodologia de Silva e Queiroz (2002). Para determinação da digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS), adotou-se a técnica descrita por Tilley e Terry (1963), adaptada ao rúmen artificial, desenvolvida pela ANKON®.

Todas as variáveis foram submetidas à análise de variância, e as médias, comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Para avaliação da forragem, em que foram feitos dois cortes, as análises foram feitas pelo modelo de parcela subdividida no tempo, conforme adequação de modelos lineares de Gauss Markov, utilizando o software SISVAR 4,6 (Ferreira, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Cultura do Milho

Pode-se observar que, aos 30 e 60 dias após a semeadura (DAS), a presença da forrageira na linha de semeadura do milho reduziu o crescimento em relação aos demais sistemas forrageiros (Tabela 1). No entanto, esse comportamento não se manteve aos 90 DAS, quando o sistema de semeadura da forrageira não interferiu no desenvolvimento do milho. Provavelmente, a redução no crescimento das plantas de milho na fase inicial de desenvolvimento do consórcio na linha seja devida à competição interespecífica por água, luz e nutrientes.

A competição entre as espécies na fase inicial é justificada pelo maior desenvolvimento do sistema radicular do capim-paiaguás, proporcionando maior acúmulo de nutrientes, o que acentua a competição por nutrientes com as culturas consorciadas, sobretudo pelo fósforo (Bianco et al., 2005). Sendo assim, quanto maior a quantidade de plantas de *Brachiaria brizantha* cv Piatã próximo às plantas de milho, menor será a disponibilidade de fósforo para a cultura anual (Silva et al. 2015), o que justifica o menor desenvolvimento do milho até os 60 DAS, como observado nesse estudo.

Em relação ao diâmetro do colmo das plantas de milho, Tabela 1, a semeadura do capim-paiaguás na linha de cultivo ocasionou maior competição, o que resultou em menor diâmetro do colmo em todas as épocas de avaliação. Os demais sistemas forrageiros não apresentaram diferença significativa. Vale ressaltar que não foi utilizado nenhum herbicida pós-emergência para suprimir o crescimento da forrageira.

Esse comportamento comprova o maior grau de competição do capim-paiaguás com as plantas de milho, no consórcio na linha, mostrando maior necessidade de água e nutrientes. Bambilla et al. (2009), avaliando consórcio de milho com *Brachiaria ruziziensis*, verificaram maior redução no diâmetro de colmo quando a semeadura foi feita na linha, em comparação com o milho em monocultivo, ressaltando a importância em mensurar o diâmetro por ser altamente relacionado com a formação de

grãos, em virtude do armazenamento de fotoassimilados que serão translocados para o enchimento de grão.

Tabela 1. Altura de plantas (m), Diâmetro do colmo (mm) e Número de folhas aos 30, 60 e 90 DAS do milho em monocultivo e consorciado com capim-paiaguás em diferentes sistemas forrageiros.

Sistemas forrageiros	30 DAS	60 DAS	90 DAS
	Altura de plantas (m)		
Milho em monocultivo	0.27 a	1.67 a	1.85 a
Milho x capim-paiaguás em linha	0.23 b	1.41 b	1.89 a
Milho x capim-paiaguás na entrelinha	0.26 a	1.69 a	1.87 a
Milho x capim-paiaguás na sobressemeadura	0.26 a	1.63 a	1.90 a
CV (%)	3.48	4.46	4.06
	Diâmetro do colmo (mm)		
Milho em monocultivo	18.74 a	25.19 a	30.75 a
Milho x capim-paiaguás na linha	15.01 b	22.01 b	26.50 b
Milho x capim-paiaguás na entrelinha	19.62 a	24.54 b	30.00 a
Milho x capim-paiaguás na sobressemeadura	18.65 a	24.89 a	29.50 a
CV (%)	6.57	4.46	5.03
	Número de folhas		
Milho em monocultivo	2.75 a	4.70 a	4.75 a
Milho x capim-paiaguás na linha	2.50 b	3.95 b	4.25 b
Milho x capim-paiaguás na entrelinha	2.75 a	4.65 a	4.70 a
Milho x capim-paiaguás na sobressemeadura	2.6 a	4.55 a	4.60 a
CV (%)	9.05	5.93	11.71

Médias seguidas por letras diferentes na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. CV: coeficiente de variação.

Os resultados relativos ao número de folhas da cultura do milho permitem comprovar que houve redução na formação de folhas quando o capim-paiaguás foi consorciado na linha do milho, em todas as épocas de avaliação (Tabela 1). Esse resultado pode ser decorrente da competição intraespecífica, em razão da germinação mais rápida do capim-paiaguás (Costa et al., 2016; Santos et al., 2016). Mesmo o capim-paiaguás sendo semeado em profundidade maior (6 cm) que a do milho, houve

competição das plantas por água, luz, nutrientes e espaço físico entre as espécies, na fase de crescimento do milho.

Certamente isso se deve ao fato de as duas espécies serem gramíneas, plantas eficientes que seguem a rota C4 proposta por Melvin Calvin, deste modo, explorando, de forma mais eficiente, a luminosidade disponível, além de apresentarem alta eficiência do sistema radicular em explorar água e nutrientes do solo (Taiz e Zaiger, 2010).

No entanto, quando o milho foi consorciado com capim-paiaguás na entrelinha e em sobressemeadura, não houve efeito significativo ($P > 0,05$) em relação ao milho em monocultivo, mostrando que essa forma de semeadura favorece o desenvolvimento da cultura anual.

Para as características de população de plantas, número de grãos por espiga, índice de espigas, Tabela 2, não houve efeito significativo ($P > 0,05$) entre os sistemas forrageiros. Esses resultados estão fortemente relacionados à quantidade de precipitação no período de desenvolvimento das culturas, considerado ideal/adequada, Figura 1, para a época de plantio na safrinha, comprovando que o consórcio de milho com o capim-paiaguás pode ser considerado excelente alternativa para utilização no sistema de integração agricultura-pecuária para implantação na safrinha, pois não interfere na formação dos componentes de rendimento da cultura do milho.

Tabela 2. População de plantas (POP), número de grãos por espiga (NGE) e índice de espigas (IE) do milho em monocultivo e consorciado com capim-paiaguás em diferentes sistemas forrageiros.

Sistemas forrageiros	POP	NGE	IE
Milho em monocultivo	58.750 a	597.42 a	1,75 a
Milho x capim-paiaguás na linha	56.250 a	584.79 a	1,40 a
Milho x capim-paiaguás na entrelinha	60.000 a	604.60 a	1,75 a
Milho x capim-paiaguás na sobressemeadura	57.500 a	591.42 a	1,50 a
CV (%)	5,55	5,13	35,14

Médias seguidas por letras diferentes diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. CV: coeficiente de variação.

Pesquisas de consórcio do milho com espécies de *Brachiaria* mostraram que o consórcio não influenciou nas características de população de plantas (Bambilla et al.,

2009; Seidel et al., 2014), número de grãos por espiga (Garcia et al., 2013). Pariz et al. (2011), no período de inverno-primavera na região do Cerrado, constataram influência dos sistemas forrageiros no número de grãos por espigas, em razão da competição entre o milho e a *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, *Brachiaria decumbens*, *Brachiaria ruziziensis* e *Brachiaria* híbrido cv. Mulato II.

A massa de mil grãos e a produtividade do milho foram semelhantes ($P>0,05$) em relação aos sistemas forrageiros, Tabela 3, comprovando a viabilidade dos sistemas consorciados, não tendo o capim-paiaguás afetado o desenvolvimento do milho e, conseqüentemente, a produção final de grãos. O comportamento da massa de mil grãos e a produtividade estão relacionados com a população de plantas, número de grãos por espiga e índice de espigas, uma vez que essas características são influenciadas pelas condições ambientais e pelos genótipos (Demetrio et al., 2008; Freitas et al., 2013; Seidel et al., 2014).

A ausência de efeito de sistemas consorciados sobre rendimento de grãos do milho foi semelhante aos trabalhos desenvolvidos por Borghi e Cruciol (2007), Freitas et al. (2013) e Seidel et al. (2014) de consórcio de milho com *Brachiaria brizantha* cv. MG-4, *Brachiaria brizantha* cv. Marandu e *Brachiaria ruziziensis*, respectivamente. Essa ausência de efeito pode ser justificada pelo fato de nos estádios iniciais de desenvolvimento do milho ter ocorrido disponibilidade de água para a cultura (Figura 1).

Tabela 3. Massa de mil grãos (g) e rendimento de grãos (kg ha^{-1}) do milho em monocultivo e consorciado com capim-paiaguás em diferentes sistemas forrageiros.

Sistemas forrageiros	Massa de mil grãos	Rendimento grãos
Milho em monocultivo	341 a	11.138 a
Milho x capim-paiaguás na linha	305 a	10.143 a
Milho x capim-paiaguás na entrelinha	326 a	10.658 a
Milho x capim-paiaguás na sobressemeadura	329 a	9.565 a
CV (%)	5,05	12,36

Médias seguidas por letras diferentes na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. CV: coeficiente de variação.

Alvarenga et al. (2006) relataram que pesquisas envolvendo consórcio de milho com espécies do gênero *Brachiaria* mostraram redução média de 5% na produtividade de grãos em condições de consórcio. De acordo com Bambilla et al. (2009), a redução da produtividade está relacionada à competição entre as espécies utilizadas, sobretudo pelas particularidades relacionadas ao aproveitamento da radiação solar e dos nutrientes, o que não foi observado no presente estudo.

Diante dos resultados obtidos para características de produção, o milho consorciado em todos os sistemas forrageiros não foi influenciado pela presença do capim-paiaguás mostrando ser uma forrageira indicada para o sistema de integração agricultura-pecuária para produção de grãos na entressafra.

Deste modo, é notória a importância desses sistemas para a sustentabilidade do plantio direto. Nos dias atuais, não se justifica o cultivo solteiro de culturas anuais, em razão de, cada vez mais, existir uma preocupação mundial com o meio ambiente, sendo assim, a produção de alimentos com sustentabilidade, como os sistemas consorciados com forrageiras, é prática cada vez mais adotada e recomendada.

Cultura da *Brachiaria*

O capim-paiaguás na sobressemeadura obteve menor altura no primeiro corte, possivelmente em decorrência de a forrageira ter sido estabelecida dez dias após a semeadura do milho, provocando maior competição interespecífica entre as plantas pelo sombreamento do milho na fase inicial de desenvolvimento do capim-paiaguás.

Comportamento semelhante foi observado por Seidel et al. (2014), que verificaram que quando a semeadura da *Brachiaria brizantha* cv. MG4 ocorreu 25 dias após a semeadura do milho na linha e entrelinha, houve redução da altura de plantas de 62 e 55%, respectivamente.

No segundo corte, após a colheita do milho, os valores médios de altura de plantas dos sistemas consorciados foram semelhantes, diferindo apenas do capim-paiaguás em monocultivo (Tabela 4). Embora o sistema de sobressemeadura tenha afetado a altura de planta do primeiro corte, no segundo corte, o capim-paiaguás apresentou desenvolvimento ideal após a colheita do milho. A forma de crescimento ereto de ambas as forrageiras contribuiu para o plantio consorciado, mostrando ser vantajosa para produção de forragem na entressafra.

Na comparação dos cortes, observou-se maior altura de plantas no primeiro corte em todos os sistemas forrageiros, pela maior quantidade de chuvas na fase de

crescimento do capim-paiaguás Figura 1, além do efeito de estiolamento causado pelo sombreamento do milho sobre o capim-paiaguás. No segundo corte, após a colheita do

Tabela 4. Altura de plantas, número de perfilhos, relação lâmina foliar:colmo e produção de massa seca do capim-paiaguás em monocultivo e consorciado com milho em diferentes sistemas forrageiros.

Sistemas forrageiros	1º Corte	2º Corte
	Altura de Plantas (m)	
Capim-paiaguás em monocultivo	1.27 Aa	0.80 Ab
Milho x capim-paiaguás em linha	1.07 ABa	0.48 Bb
Milho x capim-paiaguás na entrelinha	0.97 Ba	0.51 Bb
Milho x capim-paiaguás sobressemeadura	0.65 Ca	0.42 Bb
CV (%)	..... 17.05	
	Número de perfilhos (m ²)	
Capim-paiaguás em monocultivo	332.25 Aa	319.25 Aa
Milho x capim-paiaguás em linha	204.75 Ba	206.75 Ba
Milho x capim-paiaguás na entrelinha	217.75 Ba	221.00 Ba
Milho x capim-paiaguás sobressemeadura	130.50 Cb	188.50 Ba
CV (%)	..... 14.94	
	Relação lâmina foliar/colmo	
Capim-paiaguás em monocultivo	1.55 Ba	1.73 Aa
Milho x capim-paiaguás em linha	1.61 Ba	1.85 Aa
Milho x capim-paiaguás na entrelinha	1.65 Ba	1.64 Aa
Milho x capim-paiaguás sobressemeadura	1.98 Aa	1.74 Aa
CV (%)	.....23.61	
	Produção de massa seca (t ha ⁻¹)	
Capim-paiaguás em monocultivo	6.09 Aa	3.39 Ab
Milho x capim-paiaguás em linha	5.03 Ba	2.28 Bb
Milho x capim-paiaguás na entrelinha	5.88 ABa	2.80 ABb
Milho x capim-paiaguás sobressemeadura	2.91 Ca	1.58 Cb
CV (%)	..... 13.24	

Médias seguidas por letras diferentes, maiúscula na coluna (sistemas forrageiros) e minúscula na linha (cortes), diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. CV: coeficiente de variação.

milho, os baixos níveis de precipitação afetaram o crescimento e o desenvolvimento da forrageira, prejudicando assim a altura das plantas. Avaliando o milho consorciado com capim-paiaguás na linha, entrelinha e sobressemeadura, Costa et al. (2016) verificaram que o milho não prejudicou o desenvolvimento do capim-paiaguás na linha e entrelinha, uma vez que não ocorreu competição por nutriente e água. Resultados estes confirmados no presente estudo com o capim-paiaguás.

No primeiro corte, o sistema em sobressemeadura do capim-paiaguás foi o que mais afetou essa variável, apresentando o menor número de perfilhos. A defasagem de dez dias da sementeira, associada à ocorrência de sombreamento na fase inicial de desenvolvimento da forrageira, prejudicou a indução de novas gemas laterais, responsáveis pela formação de novos perfilhos (Soares et al., 2009). Os maiores valores foram obtidos no capim-paiaguás em monocultivo, corroborando os dados encontrados por Costa et al. (2016) e Santos et al. (2016) no consórcio do girassol e milho com o capim-paiaguás na sobressemeadura, respectivamente.

Entretanto, no segundo corte, os sistemas consorciados apresentaram resultados semelhantes para o número de perfilhos, comprovando mais uma vez a vantagem dos sistemas consorciados, em que, após a colheita da cultura anual, se tem bom desenvolvimento da forrageira, mesmo em períodos de baixa precipitação (Figura 1).

A maior relação lâmina foliar/colmo no primeiro corte foi obtida no sistema do capim-paiaguás na sobressemeadura, diferenciando-se ($P < 0,05$) dos demais sistemas forrageiros (Tabela 4). Esse resultado é decorrente do menor desenvolvimento da forrageira nesse sistema de sementeira por estar sombreada, tendo ocorrido menor alongamento de colmo, proporcionando maior relação lâmina foliar/colmo.

Entretanto, para o segundo corte, a relação foi semelhante entre os sistemas forrageiros. Vale ressaltar que no segundo corte já não havia presença do milho no sistema, tendo ocorrido crescimento mais uniforme das forrageiras, até mesmo na entressafra. A relação lâmina foliar/colmo obtida nesse trabalho foi superior àquela obtida por Leonel et al. (2009), que verificaram relação em torno de 1,0 no consórcio do milho com capim marandu. Essa diferença é decorrente da morfologia do capim-paiaguás, que apresenta maior proporção de lâmina foliar (Costa et al., 2016).

Os sistemas forrageiros influenciaram ($P < 0,05$) na produção de massa seca do capim-paiaguás Tabela 4, em ambos os cortes. Os sistemas em monocultivo e

consorciado na entrelinha do milho apresentaram maiores produções, mostrando que essa forma de semeadura não prejudica a produtividade.

Entretanto, quando o capim-paiaguás foi semeado na sobressemeadura, apresentou produção inferior aos demais sistemas, em ambos os cortes. Isto é atribuído ao menor período de desenvolvimento em função de a forrageira ter sido semeada dez dias após o milho. O milho tem crescimento rápido e, em condições de consórcio, exerce influência no crescimento do capim, conseqüentemente mudando sua estrutura, conhecida como plasticidade fenotípica, podendo ter produção de massa seca reduzida (Garcia et al., 2013).

O efeito negativo da sobressemeadura aos 25 dias após a semeadura do milho sobre a produção de massa seca do capim-MG4, foi relatado por Seidel et al. (2014), com redução de 82 e 63% quando comparada à forrageira semeada na entressafra em linha e entrelinha, respectivamente.

A produção média de massa seca do capim-paiaguás do primeiro e segundo corte foi de 4,090 e 2,510 t ha⁻¹, respectivamente. Estes resultados foram semelhantes aos observados por Pariz et al. (2010), que verificaram valores de 4.128 e 4.168 t ha⁻¹ da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu e *Brachiaria ruziziensis* consorciadas com o milho na linha e a lanço, respectivamente.

Quando se comparam os cortes, o segundo apresentou menor produção de massa seca, pela menor rebrota em condições de baixa precipitação e menores valores de temperatura, fatores estes que determinam o desenvolvimento e a produtividade da forrageira (Costa et al., 2016). No entanto, apesar da influência dos fatores climáticos na produção de forragem, o capim-paiaguás apresentou boa capacidade de rebrota, comprovando que essa forrageira pode ser indicada para o fornecimento de alimento no período de entressafra, após a colheita da cultura anual, no sentido de minimizar a estacionalidade de produção de forragens.

O maior teor de proteína bruta foi obtido no sistema do capim-paiaguás na sobressemeadura, diferenciando-se dos outros sistemas forrageiros (Tabela 5). Esse resultado é decorrente da maior relação lâmina foliar/colmo (1º corte) nesse sistema de semeadura. É oportuno destacar que os valores de PB obtidos em todos os sistemas forrageiros foi acima de 8,3 g kg⁻¹, o que é benéfico em relação às exigências nutricionais, uma vez que, em teor igual ou superior a 7,0 g kg⁻¹, bactérias celulolíticas ruminais apresentam melhor desenvolvimento satisfatório (Van Soest, 1994).

Neste estudo, os teores de PB para o primeiro e segundo corte foram semelhantes aos encontrados por Maia et al. (2014), que, avaliando a composição

Tabela 5. Teores de Proteína Bruta (PB), Fibra em Detergente Neutro (FDN), Fibra em Detergente Ácido (FDA) e Digestibilidade In Vitro da Matéria Seca (DIVMS) do capim-paiaguás em monocultivo e consorciado com milho sob diferentes sistemas forrageiros.

Sistemas forrageiros	1º Corte	2º Corte
	PB (g kg ⁻¹)	
Capim-paiaguás em monocultivo	91.5 Bb	113.8 Aa
Milho x capim-paiaguás na linha	87.0 Bb	112.5 Aa
Milho x capim-paiaguás na entrelinha	83.8 Bb	108.4 Aa
Milho x capim-paiaguás na sobressemeadura	108.9 Aa	113.0 Aa
CV (%)	..... 9.26	
	FDN (g kg ⁻¹)	
Capim-paiaguás em monocultivo	720.2 Aa	688.0 Ab
Milho x capim-paiaguás na linha	726.9 Aa	682.8 Ab
Milho x capim-paiaguás na entrelinha	722.1 Aa	679.2 Ab
Milho x capim-paiaguás na sobressemeadura	712.0 Aa	669.3 Ab
CV (%)	..... 3.93	
	FDA (g kg ⁻¹)	
Capim-paiaguás em monocultivo	440.3 Aa	388.9 Ab
Milho x capim-paiaguás na linha	443.0 Aa	370.9 Ab
Milho x capim-paiaguás na entrelinha	431.1 Aa	376.0 Ab
Milho x capim-paiaguás na sobressemeadura	385.2 Ba	378.6 Aa
CV (%)	..... 4.87	
	DIVMS (g kg ⁻¹)	
Capim-paiaguás em monocultivo	527.8 Ab	584.0 Aa
Milho x capim-paiaguás na linha	524.2 Ab	605.4 Aa
Milho x capim-paiaguás na entrelinha	529.4 Ab	607.3 Aa
Milho x capim-paiaguás na sobressemeadura	530.7 Ab	602.4 Aa
CV (%)	..... 3.25	

Médias seguidas por letras diferentes, maiúscula na coluna (sistemas forrageiros) e minúscula na linha (cortes), diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade CV: coeficiente de variação.

química das forrageiras do gênero *Brachiaria* na entressafra, após a colheita do milho, em sistema de integração lavoura-pecuária, verificaram teores médios de PB de 9,0 a 13,4% para os meses de setembro e outubro, respectivamente.

Quando se comparam os cortes, Tabela 5, os menores teores de PB foram obtidos no primeiro corte para todos os sistemas forrageiros. Isso ocorreu, provavelmente, devido ao fato de o primeiro corte ter sido feito no final do ciclo do milho, aos 120 dias, e neste período o capim-paiaguás apresentava, possivelmente, maior quantidade de material morto, reduzindo assim o teor de PB. No entanto, o segundo corte do capim-paiaguás foi feito no ciclo de crescimento de 61 dias.

Para os teores de FDN, não foi observado efeito significativo entre os sistemas forrageiros ($P > 0,05$), com resultados semelhantes (Tabela 5). No primeiro e segundo cortes, os teores médios de FDN variaram de 679,8 a 720,3 g kg⁻¹, respectivamente, sendo semelhantes aos encontrados por Costa et al. (2016), que, avaliando a composição bromatológica do capim-paiaguás consorciado com milheto, encontraram para a primeira época de semeadura teores médios de FDN de 684,1 g kg⁻¹ no sistema de consórcio em linha, entrelinha e sobressemeadura e de 741,2 g kg⁻¹ para o capim-paiaguás em monocultivo.

Os maiores teores de FDN obtidos no primeiro corte, Tabela 5, estão associados à maior altura da planta, em razão do maior alongamento do colmo, Tabela 4, o que, necessariamente, aumenta a formação de tecidos de sustentação na planta e, conseqüentemente, maior espessura de parede celular (Van Soest, 1994).

Nos teores de FDA, observa-se na Tabela 5 que o menor teor no primeiro corte foi obtido no sistema do capim-paiaguás na sobressemeadura, diferenciando-se dos outros sistemas forrageiros. Isso se deve à maior relação lâmina foliar/colmo e maior teor de PB, o que resultou em menor quantidade de fibra, pois em um menor tempo de crescimento se desenvolve menos caule e assim menos fibra.

Em relação aos cortes, o segundo corte apresentou menores teores de FDN e FDA, Tabela 5, exceto para sobressemeadura, pelo fato de o corte ter sido feito no menor ciclo de desenvolvimento das plantas. Além disso, após a colheita do milho, houve retomada da emissão de novos perfilhos, proporcionando forragem de melhor digestibilidade. Estas características comprovam que o consórcio de milho com o capim-paiaguás deve ser considerado uma alternativa para utilização no sistema de integração lavoura pecuária, no período de entressafra, quando há baixa produção e qualidade de forragem.

As médias de FDA encontradas neste estudo foram semelhantes ao observado por Santos et al. (2016), que, avaliando capim-paiaguás consorciado com girassol na linha, entrelinha e sobressemeadura, verificaram teores médios de 452,9 e 378 g kg⁻¹, para primeiro e segundo cortes, respectivamente

A DIVMS não foi influenciada pelos sistemas forrageiros em ambos os cortes, mostrando resultados semelhantes. No entanto, quando se comparam os cortes, os maiores valores foram obtidos no segundo corte, em função dos menores componentes de fração fibrosa e maior teor de PB, o que certamente disponibilizaria carboidratos prontamente digestíveis para os microrganismos do rúmen (Fernandes et al., 2002).

CONCLUSÃO

O cultivo consorciado do milho com o capim-paiaguás não interfere nas características agronômicas, bem como na produtividade de grãos do milho, independentemente do sistema adotado.

Para a produção de forragem, o capim-paiaguás sobressemeado no milho apresenta baixa produção de massa seca, mas com melhor qualidade.

O consórcio de milho com o capim-paiaguás na safrinha é uma técnica de cultivo promissora para produção de grãos, havendo, após a colheita, disponibilidade de forragem com bom valor nutritivo para ser utilizada entressafra, mantendo a sustentabilidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVARENGA, R. C.; CRUZ, J. C.; NOVOTNY, E. H. **Sistema de produção**. 2 ed. Sete Lagoas: Embrapa, 2006.

BIANCO, S.; TONHAO, M. A. R.; PITELLI, R. A.. Crescimento e nutrição mineral de capim braquiária. **Planta daninha**, v.23, n.3, p.423-428, 2005.

BORGHI, E.; CRUCIOL, C.A.C. Produtividade de milho, espaçamento e modalidade de consorciação com *Brachiaria brizantha* em sistema plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, n.2, p.163-171, 2007.

BRAMBILLA, J. A.; LANGE, A.; BUCHELT, A. C.; MASSAROTO, J. A. Produtividade de milho safrinha no sistema de integração lavoura-pecuária, na região de Sorriso, Mato Grosso. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.8, n.3, p. 263-274, 2009.

CARVALHO, J. L. N.; AVANZI, J. C.; SILVA, M.L.N.; MELLO, C.R.; CERRI, C.E.P. Potencial de sequestro de carbono em diferentes biomas do Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.34, n.2, p.277-289, 2010.

CHIODEROLI, C. A.; MELO, L. M. M. de; GRIGOLLI, P. J.; SILVA, J. O. da R.; CESARIN, A. L. Consorciação de braquiárias com milho outonal em plantio direto sob pivô central. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.30, n.6, p.1101-1109, 2010.

COSTA, R. R. G. F.; COSTA, K. A. P.; SANTOS, C. B.; SEVERIANO, C. E.; EPIFANIO, P. S.; DA SILVA, J. T.; TEIXEIRA, D.A.A.; DA SILVA, V.R. Production and nutritional characteristics of pearl millet and Paiaguas palisadegrass under different forage systems and sowing periods in the offseason. **African Journal of Agricultural Research**, v.11, n.19, p.1712-1723, 2016.

CRUZ, S. C. S.; PEREIRA, F. R. S.; BICUDO, S. J.; ALBUQUERQUE, A. W.; SANTOS, J. R.; MACHADO, C. G. Nutrição do milho e da *Brachiaria decumbens* cultivados em consórcio em diferentes preparos do solo. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 30, p. 733-739, 2008, suplemento.

DEMETRIO, 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**, v.43, n.12, p.1691-1697, 2008.

DENARDIN, J.E.; KOCHHANN, R.A.; SANTI, A.; FAGANELLO, A.; SATTTLER, A. **Efeito da consorciação milho-braquiária (*Brachiaria brizantha*) na mitigação da compactação do solo**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 13p. 2008.

EMBRAPA SOLOS - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Embrapa CNPS, 3 ed. Rio de Janeiro, 2013. 353p.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v.35, n.6, p.1039-1042, 2011.

FERNANDES, L. D. O.; REIS, R. A.; RODRIGUES, L. R. D. A.; LEDIC, I. L.; MANZAN, R. J. Quality of Ammoniated *Brachiaria decumbens*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.3, p.1325-1332, 2002.

FREITAS, F. C. L.; FERREIRA, L. R.; FERREIRA, F. A.; SANTOS, M. V.; AGNES, E. L.; CARDOSO, A. A.; JAKELAITIS, A. Formação de pastagem via consórcio de *Brachiaria brizantha* com o milho para silagem no sistema de plantio direto. **Planta Daninha**, v.23, n.1, p.49-58, 2005.

FREITAS, R. J.; NASCENTE, A. S.; SANTOS, F. L. S. População de plantas de milho consorciado com *Urochloa ruziziensis*. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 43, n.1, p.79-87, 2013.

GALVÃO, J. C. C., MIRANDA, G. V., TROGELLO, E., FRITSCHÉ-NETO, R. Sete décadas de evolução do sistema produtivo da cultura do milho. **Ceres**, v.61, n.7, p.819-828, 2015.

GARCIA, C. M. P.; ANDREOTTI, M.; TEIXEIRA FILHO, M. C. M.; BUZETTI, S.; CELESTRINO, T.S.; LOPES, K.S.M. Desempenho agrônômico da cultura do milho e espécies forrageiras em sistema de Integração Lavoura-Pecuária no Cerrado. **Ciência Rural**, v.43, n.4, p.589-595, 2013.

LEONEL, F. P.; PEREIRA, J. C.; COSTA, M. G.; MARCO JÚNIOR, P.; SILVA, C. J.; LARA, L. A. Consórcio milho-braquiária e milho: comportamento produtivo das culturas e características nutricionais e qualitativas das silagens. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.1, p.166-176, 2009.

MAIA, G. A.; COSTA, K. A. P.; SEVERIANO, E. C.; EPIFANIO, P. S.; FLÁVIO NETO, J.; RIBEIRO, M. G.; FERNANDES, P. B.; SILVA, J. F. G.; GONÇALVES, W. G. Yield and Chemical composition of *Brachiaria* forage grasses in the offseason after corn harvest. **American Journal of Plant Sciences**, n.5, p.933-941, 2014.

MAIA, P. B.; REZENDE, I. S.; TSUMURA, F. H. Desempenho de híbridos de milho e da forrageira *Brachiaria brizantha* em cultivo consorciado. **Revista Verde**, v.10, n.1, p.81-87, 2015.

PARIZ, C. M.; ANDREOTTI, M.; AZENHA, M. V.; LIMA, R. C. Produtividade de grãos de milho e massa seca de braquiárias em consórcio no sistema de integração lavoura-pecuária. **Ciência Rural**, v.41, n.5, p.875-882, 2011.

PARIZ, C. M.; FERREIRA, R. L.; SÁ, M.E. de; ANDREOTTI, M.; CHIODEROLI, C. A.; RIBEIRO, A. P. Qualidade fisiológica de sementes de *Brachiaria* e avaliação da produtividade de massa seca, em diferentes sistemas de integração lavoura-pecuária sob irrigação. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.40, p.330-340, 2010.

RIBEIRO, M. G.; COSTA, K. A. P.; SILVA, A. G.; SEVERIANO, E. C.; SIMON, G. A.; CRUVINEL, W. S.; SILVA, V. R.; SILVA, J. T. Grain sorghum intercropping with *Brachiaria brizantha* cultivars in two sowing systems as a double crop. **African Journal of Agricultural Research**, v.10, n.39, p.3759-3766, 2015.

SANTOS, C. B.; PINHO COSTA, K. A.; DE OLIVEIRA, I. P.; DA COSTA SEVERIANO, E.; COSTA, R. R. G. F.; DA SILVA, A. G.; GUARNIERI, A.; DA SILVA, J. T. Production and nutritional characteristics of sunflowers and paiaguas palisadegrass under different forage systems in the off season. **Bioscience Journal**, v.32, n.2, 2016.

SEIDEL, E. P.; GERHARDT, I. F. S.; CASTAGNARA, D. D.; NERES, M. A. Efeito da época e sistema de semeadura da *Brachiaria brizantha* em consórcio com o milho, sobre os componentes de produção e propriedades do solo. **Semina: Ciências Agrárias**, v.35, n.1, p.55-66, 2014.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos)**. 3. ed. Viçosa: Imprensa Universitária da UFV, 235 p.2002.

SILVA, D. V.; PEREIRA, G. A. M.; FREITAS, M. A. M.; SILVA, A. A.; SEDIYAMA, T.; SILVA, G. S.; FERREIRA, L. R.; CECON, P. R. Produtividade e teor de nutrientes do milho em consórcio com braquiária. **Ciência Rural**, v.45, n.8, p.1394-1400, 2015.

SOARES, A. B.; SARTOR, L. R.; ADAMI, P. F.; VARELLA, A. C.; FONSECA, L.; MEZZALIRA, J. C. Influência da luminosidade no comportamento de onze espécies forrageiras perenes de verão. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Brasília, v.38, n.3, p.443-451, 2009.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Plant physiology**. 5^a ed. Sunderland, Sinauer Associates, 700. p.2010.

TILLEY, J. M. A.; TERRY, R. A. A two stage technique for *in vitro* digestion of forages crops. **Journal of the British Grassland Society**, v.18, p.104-111, 1963.

VALLE, C. B.; EUCLIDES, V. P. B.; MONTAGNER, D. B.; VALÉRIO, J. R.; FERNANDES, C. D.; MACEDO, M. C. M; VERZIGNASSI, J. R.; MACHADO, L. A. Z. BRS Paiaguás: A new Brachiaria (*Urochloa*) cultivar for tropical pastures in Brazil. **Tropical Grasslands – Forrajes Tropicales**, Campo Grande-MS, v.1, n.1, p.121-122, 2013.

VAN SOEST, PETER J. **Nutritional ecology of the ruminant**. Cornell University Press, 1994.

VILELA, L.; JUNIOR, G. B. M.; MACEDO, M. C. M.; MARCHÃO, R. L.; JÚNIOR, R. G.; PULROLNIK, K., MACIEL, G. A. Sistemas de integração lavoura-pecuária na região do Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46, n.10, p.1127-1138. 2012.

4. CAPÍTULO II

PRODUÇÃO E QUALIDADE DA SILAGEM DO MILHO CONSORCIADO COM CAPIM-PAIAGUÁS EM DIFERENTES SISTEMAS FORRAGEIROS E ESTÁDIOS DE MATURAÇÃO

RESUMO: Com a intensificação da agropecuária, são esperados aumentos expressivos na produtividade, e o uso de silagem tem sido eficiente solução por produzir alimento de qualidade e de forma sustentável na alimentação de ruminantes. Diante disso, objetivou-se, com este trabalho, avaliar a produção de massa seca, parâmetros fermentativos e o valor nutricional da silagem do milho consorciado com capim-paiaguás em diferentes sistemas forrageiros e estádios de maturação, na safrinha. O experimento foi conduzido no delineamento em blocos casualizados, com quatro repetições, em esquema fatorial 5 x 3, sendo cinco sistemas forrageiros: milho em monocultivo; capim-paiaguás em monocultivo; milho consorciado com o capim-paiaguás na linha; entrelinha e na sobressemeadura; e três estádios de maturação do milho (leitoso, pastoso e farináceo com 80, 90, 110 dias respectivamente após a semeadura). Os resultados permitem concluir que as silagens de milho consorciado com capim-paiaguás na linha e entrelinha no estádio farináceo apresentaram maiores produtividades por área e valores satisfatórios para características fermentativas e nutricionais das silagens, podendo assim ser recomendados como sistemas de semeadura adequados para produção de silagens. Silagens produzidas por sistemas

consorciados são uma técnica alternativa de fornecimento de alimento, permitindo intensificar os sistemas de produção, associados a elevados rendimentos e valor nutritivo, maximizando a produção de nutrientes por área, além da formação indireta de pastagem após a colheita das culturas para ensilagem.

Palavras-chave: Conservação de forragem. Integração lavoura-pecuária. *Brachiaria brizantha*. Ácidos orgânicos. *Zea mays*.

SILAGE PRODUCTION AND QUALITY OF THE CORN INTERCROPPING WITH PAIAGUÁS-GRASS IN DIFFERENT FORAGE SYSTEMS AND MATURATION STAGES

ABSTRACT: With the agro-livestock intensification, significant increases in productivity are expected, and the use of silage has been an efficient solution for producing quality and sustainable feed for ruminants. Therefore, the objective of this study was to evaluate the dry mass production, fermentative parameters, and nutritional value of corn silage intercropped with paiaguá-grass in different forage systems and maturation stages in the off-season. The experiment was carried out in a randomized complete block design, with four replicates, in a 5 x 3 factorial scheme, with five forage systems: (a) corn in monoculture; (b) paiaguás-grass in monoculture; and (c) corn intercropped with the paiaguás-grass in the line, in the interline, and in the overseeded, and three stages of corn maturation (milky, pasty, and farinaceous at 80, 90, 110 days, respectively, after sowing). Results showed that the corn silages intercropped with paiaguás-grass in the line and interlining in the farinaceous stage presented higher yields per area and satisfactory values for fermentative and nutritional characteristics. Thus, it can be recommended as suitable seeding systems for silage production. Silages produced by intercropped systems proved to be an alternative food supply technique, allowing the intensification of production systems, associated with high yields and nutritive value, maximizing nutrient production per area, as well as the indirect pasture formation after crop harvesting for silage.

Keywords: Forage conservation. Crop-livestock integration. *Brachiaria brizantha*. Organic acids. *Zea mays*.

INTRODUÇÃO

A escassez de alimento volumoso e a perda do valor nutritivo da forragem são entraves na produção de bovinos nos trópicos, refletindo-se em baixos índices zootécnicos. Diante disso, é necessário buscar técnicas que visem à produção de alimento de qualidade e de baixo custo, além de intensificar a produção com maiores lucros e maior sustentabilidade ao longo do ano.

Neste sentido, a produção de sistemas consorciados de culturas anuais com forrageiras tropicais possibilita aumento da disponibilidade de volumosos de qualidade para a produção animal (pastagem e silagem) na entressafra, além de apresentar benefícios para o sistema e principalmente ao produtor, com a recuperação/renovação das pastagens degradadas. Adicionalmente, a oferta futura de alimentos para atender a crescente demanda populacional será em função dos ganhos em produtividade ou ocupação/recuperação de áreas agrícolas nas regiões tropicais e diversificação de produção.

Recentemente, foi desenvolvido um novo sistema de integração lavoura-pecuária, denominado Sistema Santa Ana, destinado principalmente aos pecuaristas que precisam reformar pastagens e, ao mesmo tempo, produzir silagem (Embrapa, 2016). Nesse aspecto, a produção de silagem de alta qualidade torna-se alternativa viável à manutenção dos sistemas forrageiros, por restringir o período de carência alimentar e contribuir para a melhoria dos índices zootécnicos do rebanho bovino (Machado et al., 2012).

Entre as forrageiras indicadas para a produção de silagem, a cultura do milho é a mais tradicional e vem sendo ampliada nos últimos anos no período da safrinha, em sistemas de integração lavoura-pecuária (Garcia et al., 2013). Assim, o milho é muito utilizado na ensilagem, pois apresenta alta qualidade bromatológica e nutricional, preenchendo as exigências para confecção de um bom volumoso suplementar. Entre as exigências para um bom volumoso, destacam-se o baixo teor de fibra, alta produção de massa seca por unidade de área, colheita mecânica, bons padrões de fermentação microbiana, elevado valor energético, sem a necessidade de utilização de aditivos ou pré-secagem (Carvalho et al., 2016).

Além do milho, entre as culturas disponíveis ou recomendadas para a ensilagem, as gramíneas do gênero *Brachiaria* (*Urochloa*) vêm despertando interesse, sendo bastante utilizadas, com resultados positivos (Costa et al., 2011; Perim et al., 2014; Epifanio et al., 2014). Entre as gramíneas, destaca-se a *Brachiaria brizantha* cv. BRS

Paiaguás, que foi lançada para atender as exigências dos diferentes sistemas de produção, com variados níveis tecnológicos (Euclides et al., 2016).

Mesmo não sendo uma prática recente, o uso de silagem de gramíneas tropicais vem ganhando espaço nos últimos anos, por ser uma alternativa viável para atender a demanda de qualidade e para utilização durante o período da seca, em virtude de sua elevada produção anual por área, perenidade, baixo risco de perda e maior flexibilidade de colheita (Costa et al., 2011).

Assim como a alta umidade prejudica a obtenção de silagem de qualidade, pela multiplicação de bactérias indesejáveis e produção de efluentes, altos teores de matéria seca também não são desejáveis, pela dificuldade de compactação e expulsão do oxigênio, levando ao aumento da fase aeróbica no processo de ensilagem (Machado et al., 2012 ; Rabelo et al., 2014). Diante disso, são necessárias estratégias para confecção adequada da silagem, priorizando o estágio de maturação adequado (Santos et al., 2010).

Sendo assim, objetivou-se, neste trabalho, avaliar a produção de massa seca, parâmetros fermentativos e o valor nutricional das silagens do milho consorciado com capim-paiaguás em diferentes sistemas forrageiros e estádios de maturação do milho.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Instituto Federal Goiano, Campus de Rio Verde (17°48' S; 50°55' W; e 748 m de altitude), de janeiro a julho de 2015, em um Latossolo Vermelho distroférrico (Santos et al., 2013), com caracterização físico-química na camada de 0-20 cm de 580, 140 e 280 g kg⁻¹ de argila, silte e areia, respectivamente; pH em CaCl₂: 4,93; Ca: 2,59; Mg: 1,10; Al: 0,10; Al+H: 5,9; K: 0,20; CTC: 9,74 em cmol_c dm⁻³; P (mehlich): 1,65; Cu: 3,05; Zn: 4,30; Fe: 32,5 em mg dm⁻³; e matéria orgânica: 25,6 g kg⁻¹.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com quatro repetições, em esquema fatorial 5 x 3, sendo cinco sistemas forrageiros: milho em monocultivo; capim-paiaguás em monocultivo; milho consorciado com o capim-paiaguás na linha; na entrelinha e sobressemeadura; e três estádios de maturação do milho (leitoso, pastoso e farináceo), totalizando 60 parcelas experimentais. O híbrido do milho utilizado foi o AS 1581 (híbrido simples, semiprecoce, de grãos semiduros e alaranjados) de dupla aptidão, para produção de grãos e de silagem.

A área de cada parcela experimental foi de 4 x 4 m, totalizando 16 m². A semeadura foi feita dia 11 de fevereiro de 2015, com a utilização de 240 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 20 kg ha⁻¹ de FTE BR 12 em função da análise de solo e das exigências da cultura do milho.

No monocultivo e consorciado, o milho foi semeado a três cm de profundidade. O capim-paiaguás no plantio em linha foi semeado a seis cm de profundidade, na entrelinha a 0,25 m da linha do milho e na sobressemeadura, foi semeado aos dez dias após a semeadura do milho nas entrelinhas a 0,25 m.

Duas semanas após a emergência das plântulas, foi feito o desbaste, objetivando estabelecer um estande de 60.000 plantas de milho por hectare. Foram feitas capinas manuais semanalmente até 50 dias após emergência para o controle das ervas daninhas em pós-emergência, não tendo sido aplicado nenhum herbicida para suprimir o crescimento do capim-paiaguás. Os tratamentos fitossanitários foram feitos sempre que necessário e de acordo com as recomendações.

Quando as plantas de milho estavam em estágio de três e seis folhas completamente desenvolvidas, foram feitas adubações de cobertura a lanço, aplicando 150 e 75 kg ha⁻¹ de N e K₂O, respectivamente, nas fontes de ureia e cloreto de potássio.

As forrageiras foram colhidas aos 80, 90 e 110 DAS do milho para a ensilagem, o que correspondeu aos estádios de maturação do milho leitoso, pastoso e farináceo, respectivamente. Para avaliação da produção de massa seca e proporção do material ensilado, foram coletadas plantas inteiras do milho e do capim-paiaguás a 20 cm do solo. Em seguida, o material foi pesado e determinada a proporção entre milho e capim-paiaguás em todos os sistemas forrageiros (Tabela 1). Posteriormente, parte do material foi colocado em estufa a 55°C até atingir massa constante, com ulterior determinação do peso seco e conversão para kg ha⁻¹.

Tabela 1. Proporção do material ensilado das forrageiras nos diferentes sistemas forrageiros e estádios de maturação do milho.

Sistemas forrageiros	Estádio de maturação					
	Leitoso		Pastoso		Farináceo	
	M %	P %	M %	P %	M %	P %
Milho em monocultivo	100	0	100	0	100	0
Paiaguás em monocultivo	0	100	0	100	0	100
Milho x paiaguás na linha	82	17	77	22	74	25
Milho x paiaguás na entrelinha	81	18	74	25	73	26
Milho x paiaguás sobressemeadura	90	9	89	10	89	10

M: milho; P: paiaguás; CV: coeficiente de variação.

Para confecção da silagem, outra parte do material foi picado em ensiladora estacionária, em partículas de aproximadamente 10 mm, e armazenado em silos experimentais de PVC, medindo 10 cm de diâmetro e 40 cm de comprimento. Posteriormente, foram compactados com pêndulo de ferro, fechados com tampas de PVC e lacrados com fita adesiva de forma a impossibilitar a entrada de ar. Em seguida, os silos experimentais foram mantidos em área coberta, em temperatura ambiente.

Após 50 dias de fermentação, os silos foram abertos, descartando-se o material da porção superior e a inferior de cada um. A porção central foi homogeneizada e colocada em bandejas de plástico. Parte da silagem *in natura*, após abertura dos silos, foi separada para serem analisados os valores de pH e capacidade tampão (eq.mg HCL 100 g⁻¹ MS) pelo método descrito por Silva e Queiroz (2002).

Após esse procedimento, retirou-se uma amostra da silagem, que foi dividida em duas partes. A primeira parte foi acondicionada em sacos plásticos e congelada. Para determinação do nitrogênio amoniacal (N-NH₃ g kg⁻¹ N), as amostras foram descongeladas para extração do suco (Bolsen et al., 1992). Os ácidos orgânicos foram determinados em cromatógrafo líquido de alto desempenho (HPLC), marca Shimadzu, modelo SPD-10A VP, acoplado ao detector ultravioleta (UV), com comprimento de ondas de 210 nm, de acordo com o método descrito por Kung Jr. e Shaver (2001).

A outra parte da silagem, aproximadamente 500 g, foi pesada e levada para estufa de ventilação forçada a forçada a 55°C, durante 72 horas, na sequência, foi moída em moinho de faca tipo “Willey”, com peneira de 1 mm, e armazenada em recipientes de plástico.

As análises químico-bromatológicas foram feitas para determinação de matéria seca (MS) e mineral (MM), proteína bruta (PB), obtida pela determinação do N total, utilizando a técnica de micro-Kjeldahl e o fator de conversão fixa (6,25), e extrato etéreo (EE), (AOAC, 1990). Para os teores de fibra em detergente neutro (FDN) de acordo com Mertens (2002); fibra em detergente ácido (FDA) (AOAC, 1990) e lignina (Van Soest e Robertson, 1985). Os nutrientes digestíveis totais (NDT) foram obtidos usando a equação ($\% \text{ NDT} = 105,2 - 0,68 (\% \text{ FDN})$), proposta por Chandler (1990). Para digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS), foi adotada a técnica descrita por Tilley e Terry (1963), adaptada para o rúmen artificial, desenvolvida pela ANKON®, usando a “Daisy incubadora” de Ankom Technology.

Foram feitas análises químico-bromatológicas *in natura* do milho e capim-paiaguás em monocultivo e consorciados sob diferentes sistemas forrageiros, antes da ensilagem, de acordo com as metodologias descritas acima (Tabela 2).

Tabela 2. Composição químico-bromatológica do milho e capim-paiaguás (g kg^{-1}) em monocultivo e consorciados sob diferentes sistemas forrageiros e nos diferentes estádios de maturação do milho.

Composição	MM	PM	M x P	M x P	M x P
			linha	entrelinha	sobressemeadura
Leitoso					
MS (g kg^{-1})	273,71	200,04	259,77	242,45	258,73
PB (g kg^{-1})	78,33	97,35	82,93	83,39	80,61
FDN (g kg^{-1})	587,69	715,35	653,58	645,27	626,73
FDA (g kg^{-1})	352,23	451,91	398,35	395,71	387,93
EE (g kg^{-1})	41,71	19,84	34,92	35,85	39,55
NDT (g kg^{-1})	706,76	565,55	659,95	638,41	687,81
DIVMS (g kg^{-1})	704,90	562,60	679,10	664,70	698,77
Pastoso					
MS (g kg^{-1})	311,76	249,30	282,22	272,57	296,49
PB (g kg^{-1})	70,65	83,53	73,14	74,29	72,72
FDN (g kg^{-1})	619,49	730,74	675,41	689,05	678,96
FDA (g kg^{-1})	364,30	487,11	407,70	408,46	389,47
EE (g kg^{-1})	42,05	20,11	37,46	36,25	38,36
NDT (g kg^{-1})	709,54	568,69	679,51	657,04	680,18
DIVMS (g kg^{-1})	725,91	545,46	684,47	681,23	718,05
Farináceo					
MS (g kg^{-1})	356,64	273,74	309,29	319,43	320,84
PB (g kg^{-1})	68,42	77,42	72,34	73,64	71,60
FDN (g kg^{-1})	655,20	786,98	708,20	710,61	681,24
FDA (g kg^{-1})	378,27	514,33	409,14	410,88	397,59
EE (g kg^{-1})	44,47	20,53	39,13	38,78	41,32
NDT (g kg^{-1})	711,06	514,38	677,21	654,75	685,50
DIVMS (g kg^{-1})	782,35	535,55	695,91	689,43	709,70

MM: Milho em monocultivo; PM: Paiaguás em monocultivo; M x PL: Milho consorciado com capim-paiaguás na linha; M x PE: Milho consorciado com capim-paiaguás na entrelinha; M x PS: Milho consorciado com capim-paiaguás na sobressemeadura.

MS: matéria seca; PB: proteína bruta; FDN: fibra em detergente neutro; FDA: fibra em detergente ácido; EE: extrato etéreo; NDT: nutrientes digestíveis totais; DIVMS: digestibilidade *in vitro* da matéria seca. CV: coeficiente de variação.

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo programa estatístico SISVAR 4,6, desenvolvido por Ferreira (2011), e as médias, comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A produção de massa seca indica interação significativa entre os sistemas forrageiros e os estádios de maturação (Tabela 3). Para os sistemas forrageiros, o consórcio do milho com capim-paiaguás na linha e na entrelinha apresentou valores superiores aos sistemas em monocultivo e de sobressemeadura, em todos os estádios de maturação. Tal fato evidenciou que o consórcio nessas formas de semeadura contribuiu para elevação da produção de massa seca, aumentando, assim, o rendimento por área. Esse resultado pode ser atribuído à menor competição pelas plantas por água, luz, nutrientes e espaço físico.

Quando se comparam os estádios de maturação, verifica-se que, para o milho em monocultivo e consorciado, a produção de massa seca foi semelhante nos estádios leitoso e pastoso, diferenciando do farináceo, que apresentou maior produtividade. Esse resultado é decorrente do maior ciclo de desenvolvimento da cultura, acumulando maior volume de massa. No entanto, para o capim-paiaguás em monocultivo, a produção de massa seca nos estágios pastoso e farináceo (90 e 110DAS, respectivamente) foi semelhante.

Tabela 3. Produção de massa seca do material ensilado ($t\ ha^{-1}$) das forrageiras dos diferentes sistemas forrageiros e estádios de maturação do milho.

Sistemas forrageiros	Estádio de maturação		
	Leitoso 80 DAS	Pastoso 90 DAS	Farináceo 110 DAS
Milho em monocultivo	16,53 Bb	18,67 Bb	22,09 Ba
Capim-paiaguás em monocultivo	6,96 Cb	8,79 Ca	9,09 Ca
Milho x capim-paiaguás na linha	19,01 Ab	20,76 Ab	27,97 Aa
Milho x capim-paiaguás na entrelinha	19,69 Ab	21,34 Ab	29,46 Aa
Milho x capim-paiaguás na sobressemeadura	16,88 Bb	17,88 Bb	23,83 Ba
CV (%)	..... 7,33		

Médias seguidas por letras diferentes maiúsculas na coluna (sistemas forrageiros) e minúscula na linha (estádios de maturação) diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. CV: coeficiente de variação.

Também foi observada interação significativa entre sistemas forrageiros e estádios de maturação para as características fermentativas das silagens (capacidade tampão e N-NH₃), ácidos orgânicos (lático, acético, propiônico e butírico) e teor de matéria seca. No entanto, para o valor de pH, houve efeito significativo ($P < 0,05$) isolado para os sistemas forrageiros e estádios de maturação (Tabela 4).

Em relação aos sistemas forrageiros a silagem de capim-paiaguás em monocultivo apresentou maior capacidade tampão ($P < 0,05$), quando comparada com as silagens dos demais sistemas, para todos os estádios de maturação (Tabela 4). Nos sistemas consorciados, foi possível verificar redução nos valores de capacidade tampão, fato este certamente relacionado com a maior proporção de milho na silagem, Tabela 1, e isso certamente conferiu melhor qualidade à silagem, por possibilitar fermentação ideal.

Avaliando as características fermentativas do capim piatã ensilado com farelos energéticos, Perim et al. (2014) verificaram menor capacidade tampão com a utilização do farelo de milho, sendo esses resultados semelhantes aos obtidos nesse estudo.

Nos estádios de maturação, houve redução da capacidade tampão no estágio farináceo para o milho em monocultivo e consorciado (Tabela 4). Esse resultado se deve à maior contribuição de carboidratos solúveis, com a maturação dos grãos do milho. Além disso, normalmente é reconhecido que as silagens de milho apresentam menor capacidade tampão.

Em geral, os valores da capacidade tampão encontrados nas silagens de milho em monocultivo e consorciado estão dentro da faixa recomendada pela literatura, conseqüentemente, não constituindo barreira à rápida redução do pH. Valores abaixo de 20 Emg HCl g⁻¹ MS são considerados ideais, possibilitando obtenção de silagem de qualidade satisfatória (Ferrari Júnior e Lavezzo, 2001).

Para o pH das silagens nos sistemas forrageiros, observa-se na Tabela 4 que os maiores valores foram obtidos nas silagens de capim-paiaguás em monocultivo em todos os sistemas forrageiros e estádios de maturação. Isso se deve à maior capacidade tampão das silagens de capins tropicais, como observado no presente estudo, podendo, conseqüentemente, ocorrer fermentações indesejáveis (Tabela 4).

Tabela 4. Características fermentativas das silagens dos sistemas forrageiros e estágio de maturação do milho.

Sistemas forrageiros	Estádio de maturação		
	Leitoso 80 DAS	Pastoso 90 DAS	Farináceo 110 DAS
	CT (Emg g⁻¹ MS)		
Milho em monocultivo	65,41 Ca	57,92 Ca	53,38 Cb
Capim-paiaguás em monocultivo	202,3 Aa	211,66 Aa	231,94 Aa
Milho x capim-paiaguás na linha	115,72 Ba	107,90 Ba	98,60 Bb
Milho x capim-paiaguás na entrelinha	115,48 Ba	116,54 Ba	89,72 Bb
Milho x capim-paiaguás sobressemeadura	91,60 BCa	89,91 BCa	81,93 Bb
CV (%)	..... 13,20		
	pH		
Milho em monocultivo	3,83 Ba	3,69 Ba	3,61 Ca
Capim-paiaguás em monocultivo	4,61 Aa	4,39 Aab	4,28 Ab
Milho x capim-paiaguás na linha	3,94 Ba	3,96 Ba	3,93 Ba
Milho x capim-paiaguás na entrelinha	4,06 Ba	3,94 Ba	3,91 Ba
Milho x capim-paiaguás sobressemeadura	3,93 Ba	3,72 Ba	3,75 Ca
CV (%)	..... 4,18		
	N-NH₃ (g kg⁻¹ N)		
Milho em monocultivo	24,72 Ba	23,40 Ba	23,68 Aa
Capim-paiaguás em monocultivo	52,09 Aa	42,17 Aab	34,08 Ab
Milho x capim-paiaguás na linha	24,30 Ba	22,47 Ba	27,89 Aa
Milho x capim-paiaguás na entrelinha	29,10 Ba	24,37 Ba	25,77 Aa
Milho x capim-paiaguás sobressemeadura	26,05 Ba	21,25 Ba	22,68 Aa
CV (%)	..... 19,17		
	MS (g kg⁻¹)		
Milho em monocultivo	278,18 Ac	315,81 Ab	356,50 Aa
Capim-paiaguás em monocultivo	206,27 Bb	249,39 Bab	276,70 Ba
Milho x capim-paiaguás na linha	233,09 ABc	289,36 ABb	313,28 ABa
Milho x capim-paiaguás na entrelinha	235,81 ABc	289,47 ABb	308,10 ABa
Milho x capim-paiaguás sobressemeadura	249,45 ABc	299,83 ABb	323,02 ABa
CV (%)	..... 4,82		

Médias seguidas por letras diferentes, maiúsculas na coluna (sistemas forrageiros) e minúscula na linha (estádios de maturação), diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. CT: capacidade tampão; N-NH₃: nitrogênio amoniacal; MS: matéria seca; CV: coeficiente de variação.

Comparando os estádios de maturação, apenas a silagem de capim-paiaguás apresentou maior valor de pH no estágio leitoso do milho (80DAS). Pode-se inferir que, quando ensilada em estágio de desenvolvimento vegetativo precoce, a forrageira tem menor teor de matéria seca (MS), estando diretamente ligada a um maior valor de pH (Tabela 4). Além disso, o menor teor de matéria seca vai influenciar negativamente no processo fermentativo, impedindo o rápido abaixamento do pH, facilitando a ocorrência de fermentações secundárias indesejáveis.

Entretanto, para o milho em monocultivo e consorciado, os valores de pH foram semelhantes entre os estádios de maturação, sendo próximos aos reportados por Leonel et al. (2008), que encontraram valor de pH de 3,51 aos 100 dias após o plantio em silagens provenientes de consórcio de milho com *Brachiaria brizantha* cv. MG-5. Para que uma silagem seja considerada de boa qualidade, são necessários valores de pH entre 3,8 e 4,2, pois nessa faixa ocorre restrição das enzimas proteolíticas da planta, de enterobactérias e clostrídeos, suficiente para preservar o material ensilado (Tomich et al., 2004).

Contudo, observa-se que somente a silagem do capim-paiaguás em monocultivo apresentou valores de pH superiores a 4,2 em todos os estádios de maturação, acima daqueles preconizados para uma boa fermentação (Tomich et al., 2004). Isso reforça a importância de se produzir silagem de cultura anual com forrageira em consórcio, de forma a garantir a redução do valor de pH nas silagens, sendo este fator fundamental para conservação do produto ensilado. Entretanto, o valor de pH da silagem não deve ser considerado isoladamente como critério para a classificação das fermentações.

Os sistemas forrageiros influenciaram nos teores de N-NH₃ das silagens (Tabela 4). As silagens de milho em monocultivo e consorciado apresentaram teores menores de N-NH₃, pelo fato de o milho ter maiores teores de carboidratos solúveis prontamente disponíveis para a fermentação. Entretanto, nota-se que os valores médios de N-NH₃ das silagens de todos os sistemas de forrageiros permaneceram abaixo de 100 g kg⁻¹, propiciando fermentação láctica adequada, consequentemente, reduzindo a proteólise e inibindo microrganismos indesejáveis (Kung Jr. e Shaver 2001).

Em relação aos estádios de maturação, para os valores de N-NH₃, apenas a silagem de capim-paiaguás colhida no estágio leitoso do milho diferiu dos demais estádios, Tabela 4, o que, possivelmente, pode ser explicado pelo menor teor de MS quando comparado ao farináceo.

Avaliando o teor de matéria seca dos sistemas forrageiros, observa-se que a silagem de capim-paiaguás em monocultivo apresentou o menor valor, diferenciando da silagem de milho em monocultivo em todos os estádios de maturação (Tabela 4). Esses resultados podem ser decorrentes das afirmações de Bergamaschine et al. (2006), que relataram que as gramíneas tropicais não apresentam teores adequados de matéria seca, valores de capacidade tampão e carboidratos solúveis, que proporcionem ideal processo fermentativo na silagem de capim marandu.

De modo geral, o teor de matéria seca da silagem do capim-paiaguás em monocultivo apresentou teor abaixo da faixa ideal. Esses valores podem proporcionar condições favoráveis ao aparecimento de microrganismos aeróbicos, leveduras e fungos, promovendo perdas no valor nutritivo das silagens.

Quando se comparam teores de matéria seca dos estádios de maturação, as silagens de todos os sistemas forrageiros, com o avanço do estágio de maturação, sofrem alterações morfológicas que permitem verificar, de forma simples, o momento mais apropriado para a ensilagem. Observa-se que, no estágio farináceo, as silagens de milho em monocultivo e consorciado apresentaram teores de matéria seca adequados, de acordo com Marafon et al. (2015), que recomendam ensilar o milho em estádios mais avançados de maturidade, quando apresentar de 300 a 350 g kg⁻¹ de matéria seca.

Com isso, é possível afirmar que o consórcio pode ser uma ferramenta eficaz para minimizar as características não desejáveis dos processos fermentativos das silagens de gramíneas tropicais, além de viabilizar a substituição das silagens exclusivas de milho, podendo reduzir o custo de produção no processo de ensilagem, com o aumento no rendimento de massa, Tabela 3, pela forrageira.

Entre os ácidos orgânicos (ácido acético, propiônico, butírico e láctico) que contribuem para a acidez final da massa armazenada, o ácido láctico, em face de sua maior constante de dissociação (pKa de 3,86), ou seja, maior tendência para perder prótons (Lehninger et al., 2002), desempenha papel preponderante no processo fermentativo da silagem, pois é responsável pela redução do pH a valores inferiores a 4,20. Nesse valor, ocorre a inibição das bactérias do gênero *Clostridium*, responsáveis pelas fermentações indesejáveis no produto (Carvalho et al., 2016).

Em relação aos sistemas forrageiros, observa-se que a silagem de capim-paiaguás em monocultivo apresentou maiores concentrações dos ácidos orgânicos, com exceção do ácido láctico, que obteve menor concentração, com valor médio de 19,8 g kg⁻¹ (Tabela 5). Esse resultado se assemelha àqueles encontrados por Cezário et al.

(2015), em que a concentração média de ácido láctico foi de 19,7 g kg⁻¹ para silagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. Deste modo, vale ressaltar que, quando comparada aos demais sistemas forrageiros, a menor concentração de ácido láctico resultou nos maiores valores de pH da silagem de capim-paiaguás (Tabela 4).

Entretanto, a silagem de milho em monocultivo, Tabela 5, apresentou maior concentração de ácido láctico, seguida das silagens dos sistemas consorciados. Estes resultados evidenciaram os benefícios da consorciação do milho com o capim-paiaguás para produção de silagem, uma vez que as silagens produzidas consorciadas apresentaram valores de ácido láctico superiores quando comparadas com a silagem de capim-paiaguás em monocultivo.

De maneira geral, a extensão da degradação dos aminoácidos nas silagens de baixo valor de pH depende, principalmente, do grau pelo qual a atividade clostrídica tenha sido suprimida e isto está relacionado com a taxa de produção de ácido láctico e consequente redução do pH (Rabelo et al., 2014), corroborando os resultados encontrados no presente estudo para silagem de milho em monocultivo. Em silagens de gramíneas, utilizando os critérios de classificação estabelecidos por Roth e Undersander (1995), valores de ácido láctico na faixa de 40 a 60 g kg⁻¹ são considerados de boa qualidade.

Em relação aos estádios de maturação, para a concentração de ácido láctico, não houve efeito significativo para a silagem de capim-paiaguás em monocultivo, mostrando resultados semelhantes nos três estádios (Tabela 5). Entretanto, para a silagem de milho em monocultivo e consorciada, as maiores concentrações de ácido láctico foram obtidas no estágio farináceo. Esses resultados são decorrentes da maior concentração de carboidratos solúveis. Johnson et al. (2001) e Filya e Sucu (2010) relataram que a maior concentração de carboidratos solúveis disponíveis nos grãos do cereal possibilita uma rápida acidificação da massa ensilada. Além disso, uma população de bactérias satisfatória, principalmente do gênero *Lactobacillus*, são as grandes responsáveis pela produção de ácido láctico.

Tabela 5. Concentração de ácidos orgânicos das silagens dos sistemas forrageiros e estágio de maturação do milho.

Sistemas forrageiros	Estádio de maturação		
	Leitoso 80 DAS	Pastoso 90 DAS	Farináceo 110 DAS
Ácido Láctico (g kg⁻¹)			
Milho em monocultivo	55,88 Ab	61,72 Ab	73,20 Aa
Capim-paiaguás em monocultivo	20,42 Da	19,25 Ca	19,93 Da
Milho x capim-paiaguás na linha	34,93 Cb	41,58 Bb	55,56 Ca
Milho x capim-paiaguás na entrelinha	36,77 Cb	42,27 Ba	48,74 Ca
Milho x capim-paiaguás na sobressemeadura	44,28 Bb	49,21 Bb	60,47 Ba
CV (%)	.....10,39.....		
Ácido Acético (g kg⁻¹)			
Milho em monocultivo	4,35 Ca	4,60 Ba	2,63 Bb
Capim-paiaguás em monocultivo	9,21 Aa	6,48 Ab	5,55 Ab
Milho x capim-paiaguás na linha	6,47 Ba	5,21 Ba	3,10 Bb
Milho x capim-paiaguás na entrelinha	6,62 Ba	4,60 Bb	2,49 Bc
Milho x capim-paiaguás na sobressemeadura	6,40 Ba	4,49 Bb	2,62 Bc
CV (%)	..... 14,24		
Ácido Propiônico (g kg⁻¹)			
Milho em monocultivo	3,44 Ba	2,11 Bb	1,31 Bc
Capim-paiaguás em monocultivo	3,91 Aa	2,92 Ab	2,07 Ac
Milho x capim-paiaguás na linha	3,50 Ba	2,38 Bb	1,48 Bc
Milho x capim-paiaguás na entrelinha	3,58 Ba	2,41 Bb	1,51 Bc
Milho x capim-paiaguás na sobressemeadura	3,48 Ba	2,29 Bb	1,46 Bb
CV (%)	..... 10,12		
Ácido Butírico (g kg⁻¹)			
Milho em monocultivo	0,23 Ca	0,17 Cb	0,13 Bc
Capim-paiaguás em monocultivo	0,43 Aa	0,31 Ab	0,23 Ac
Milho x capim-paiaguás na linha	0,34 Ba	0,29 Ba	0,17 Bc
Milho x capim-paiaguás na entrelinha	0,35 Ba	0,27 Bb	0,18 Bc
Milho x capim-paiaguás na sobressemeadura	0,28 BCa	0,21 Bb	0,14 Bc
CV (%)	..... 16,33		

Médias seguidas por letras diferentes, maiúscula na coluna (sistemas forrageiros) e minúscula na linha (estádios de maturação), diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; CV: coeficiente de variação.

Para a concentração de ácido acético, propiônico e butírico, a silagem de capim-paiaguás em monocultivo apresentou o maior valor, diferindo do milho em monocultivo e consorciado (Tabela 5). Entretanto, as concentrações de ácido acético estão dentro da faixa preconizada pela literatura, apresentando concentrações adequadas, mesmo na silagem de capim-paiaguás em monocultivo, inferiores ao limite de $20,0 \text{ g kg}^{-1}$, que, segundo Roth e Undersander (1995), é o referencial para classificar as silagens como de “boa qualidade”. Ainda segundo os autores, elevados valores de ácido acético indicam alterações indesejáveis durante a fermentação láctica.

Concentrações acima de $5,0 \text{ g kg}^{-1}$ de ácido propiônico significam degradação do ácido láctico por bactérias butíricas (Kung e Shaver 2001). Dessa forma, no presente estudo, os valores encontrados em todos os sistemas forrageiros não prejudicaram a estabilidade das silagens. Para a concentração de ácido butírico, segundo a classificação de Vieira et al. (2004), são considerados como adequados valores menores que $1,0 \text{ g kg}^{-1}$ da MS. Assim, por apresentar valores inferiores aos preconizados, as silagens têm fermentação adequada à conservação da massa ensilada. A predominância da concentração de ácido láctico possivelmente foi o fator que contribuiu para a obtenção de silagens bem preservadas, pelo seu papel importante na inibição da ação dos clostrídios.

Em relação aos estádios de maturação, em todos os sistemas forrageiros o estádio farináceo proporcionou as menores concentrações de ácido propiônico e butírico. Esse resultado é devido ao maior teor de matéria seca no momento do corte Tabela 3, pois quando há excesso de umidade, as condições são propícias à obtenção de ácido butírico, proporcionando silagem de baixa qualidade, podendo contribuir na queda do valor nutritivo do volumoso conservado.

Avaliando os teores de FDN e FDA, observa-se que os menores teores ocorreram na silagem de milho em monocultivo, seguidos pelas silagens dos sistemas consorciados (Tabela 6). Desta forma, os resultados mostram a vantagem de produzir silagem em sistemas consorciados, em que se verifica que o consórcio do milho com capim-paiaguás nas diferentes formas de semeadura contribuiu para reduzir os teores de FDN e FDA, quando comparadas à silagem de capim-paiaguás, ocorrendo efeito de diluição da fração fibrosa.

Tabela 6. Teores de FDN, FDA, lignina e celulose das silagens (g kg^{-1}) dos sistemas forrageiros e estágio de maturação do milho.

Sistemas forrageiros	Estádio de maturação		
	Leitoso 80 DAS	Pastoso 90 DAS	Farináceo 110 DAS
Milho em monocultivo	585,54 Cb	633,16 Ca	642,57 Ca
Capim-paiaguás em monocultivo	685,58 Ab	703,66 Aa	734,20 Aa
Milho x capim-paiaguás na linha	665,04 Bb	678,63 Ba	682,38 Ba
Milho x capim-paiaguás na entrelinha	642,25 Bb	681,72 Ba	698,00 Ba
Milho x capim-paiaguás na sobressemeadura	623,59 Bb	668,19 BCa	698,17 Bab
CV (%)	..... 3,28		
	FDA (g kg^{-1})		
Milho em monocultivo	345,21 Cb	369,20 Ca	372,71 Ca
Capim-paiaguás em monocultivo	393,17 Ab	439,62 Aa	446,90 Aa
Milho x capim-paiaguás na linha	378,23 Bb	394,18 Ba	408,60 Ba
Milho x capim-paiaguás na entrelinha	374,88 Bb	396,42 Ba	403,77 Ba
Milho x capim-paiaguás na sobressemeadura	370,49 Bb	369,27 Ba	398,06 Ba
CV (%)	..... 4,67		
	Lignina (g kg^{-1})		
Milho em monocultivo	32,69 Bb	37,69 Ba	40,82 Ba
Capim-paiaguás em monocultivo	60,05 Ab	73,34 Aa	75,23 Aa
Milho x capim-paiaguás na linha	43,33 Bb	46,64 Ba	48,31 Ba
Milho x capim-paiaguás na entrelinha	40,47 Bb	45,66 Ba	47,77 Ba
Milho x capim-paiaguás na sobressemeadura	36,68 Bb	41,71 Ba	43,68 Ba
CV (%)	..... 12,88		

Médias seguidas por letras diferentes, maiúsculas na coluna (sistemas forrageiros) e minúsculas na linha (estádios de maturação), diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

FDN: fibra em detergente neutro; FDA: fibra em detergente ácido; CV: coeficiente de variação.

Esses resultados corroboram aqueles obtidos por Leonel et al. (2008), em que as médias de FDN das silagens de *Brachiaria brizantha* cv. MG-5 cultivada na forma exclusiva foram maiores que os teores das silagens dos sistemas consorciados.

Provavelmente, os menores valores de FDN das silagens dos sistemas consorciados estejam relacionados à presença de espigas das plantas de milho.

Adicionalmente, considerando que as silagens de capins apresentam elevados teores de carboidratos fibrosos, que proporcionam lenta digestão no rúmen, e que as fontes proteicas são rapidamente degradadas, pode-se inferir que é necessária a sincronização de carboidratos e proteínas da dieta, de maneira a garantir a eficiência microbiana. Dessa forma, os maiores teores de FDN e FDA foram obtidos na silagem de capim-paiaguás em monocultivo, possivelmente afetando o consumo de forma negativa pelo enchimento ruminal e, por conseguinte, o desempenho dos animais (Mertens, 1987).

Em relação ao estágio de maturação, Tabela 6, houve acréscimo nos teores de FDN e FDA em todos os sistemas forrageiros nos estádio pastoso e farináceo do milho. Esse resultado é decorrente da maturação das forrageiras, colhidas em estágio de maturação mais avançado. Avaliando a silagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, Prado et al. (2013) verificaram teores de FDN variando de 689,90 a 727,55 g kg⁻¹, semelhantes àqueles encontrados no presente estudo entre os estádios leitoso e farináceo.

Em todos os sistemas forrageiros, o teor de lignina foi maior (P<0,05) nas silagens de capim-paiaguás em monocultivo, Tabela 6, provavelmente pelas maiores frações fibrosas do capim. Figueredo et al. (2014) observaram teores de lignina de 49,12 g kg⁻¹ em silagens de *Brachiaria brizantha* cv. Piatã na forma exclusiva, mas a presente pesquisa apresenta valores acima deste patamar, de 69,54 g kg⁻¹. Deste modo, esses teores elevados podem limitar a digestão de alguns tecidos, não apenas pelo efeito negativo da lignina sobre a digestão dos componentes da parede celular, mas também pelo arranjo das células e pela elevada espessura da parede celular, ou seja, pela própria anatomia do vegetal (Oliveira et al., 2010).

Para os estádios de maturação, os menores teores de lignina foram obtidos no estágio leitoso em todos os sistemas forrageiros (P<0,05), diferenciando-se do pastoso e farináceo, que apresentaram resultados semelhantes (Tabela 6). Os valores médios de lignina nas silagens de milho no estágio farináceo obtidos nesse estudo corroboram aqueles citados na literatura.

Avaliando silagens de milho, Silva et al. (2005) observaram valor médio de 42,00 g kg⁻¹, já Leonel et al. (2008), em consórcio de *Brachiaria brizantha* cv. MG-5 com duas fileiras nas entrelinhas do milho, encontraram teor de lignina de 46,80 g kg⁻¹.

Em relação aos teores de hemicelulose, não foram observados efeitos significativos ($P>0,05$) entre os sistemas forrageiros e estádios de maturação (Tabela 6). Figueredo et al. (2014) e Arroquy et al. (2014) verificaram teores de hemicelulose para silagem de *Brachiaria brizantha* cvs. Piatã e Marandu de 288,20 e 284,00 g kg⁻¹, respectivamente, consonantes com o presente estudo, em que foi observado valor médio de 281,65 g kg⁻¹ para as silagens de capim-paiaguás em monocultivo.

Para os teores de PB, NDT e DIVMS, houve influência ($P<0,05$) dos sistemas forrageiros e estádios de maturação bem como interação desses fatores (Tabela 7). Entretanto, para os teores de EE, apenas houve efeito significativo ($P<0,05$) nos sistemas forrageiros.

Os menores teores de PB dos sistemas forrageiros foram obtidos nas silagens de milho em monocultivo, seguidos pelos sistemas consorciados em todos os estádios de maturação, Tabela 7, principalmente onde a proporção do milho no material ensilado foi maior (Tabela 1). Esses teores corroboram aqueles encontrados por Silva et al. (2005), de 76,8 g kg⁻¹ de PB na MS em silagem de milho exclusivo, mostrando vantagem da utilização do sistema consorciado, uma vez que o teor de PB foi superior ao da silagem de milho, considerado padrão pelos produtores.

Nos estádios de maturação, verifica-se redução nos teores de PB apenas na silagem do capim-paiaguás em monocultivo, mostrando diminuição no teor nos estádios de maturação do milho pastoso e farináceo. Em estágio fenológico avançado, o capim, devido ao seu ciclo de produção, diminui os teores de PB em relação aos seus estádios iniciais, em decorrência da lignificação do colmo e da senescência das folhas (Leonel et al., 2009).

Com exceção da silagem de milho em monocultivo no estágio farináceo, os demais sistemas forrageiros apresentaram valores superiores a 70 g kg⁻¹ de PB, ou seja, acima do limite relatado por Lazzarini et al. (2009) como mínimo para manutenção da população de microrganismos ruminais de bovinos, sem o comprometimento da utilização eficiente dos carboidratos fibrosos das silagens.

Para os teores de EE, a silagem de milho em monocultivo apresentou os maiores valores em todos os sistemas forrageiros (Tabela 7). Vale ressaltar a importância de produzir silagem em sistemas consorciados, em que se verificou aumento nos teores de EE em relação à silagem de capim-paiaguás em monocultivo, mostrando que a associação de culturas ajuda para equilibrar o valor energético das silagens, sendo fator importante na fermentação ruminal, na digestibilidade da fibra e, conseqüentemente, na

taxa de passagem (NRC, 2001). O valor médio de 48,38 g kg⁻¹ do EE na silagem de milho em monocultivo corrobora o obtido por Carvalho et al. (2016), de 45,60 g kg⁻¹.

Avaliando os teores de NDT, Tabela 7, observa-se que os menores valores foram obtidos na silagem de capim-paiaguás monocultivo, diferindo das silagens do milho em monocultivo e consorciado em todos os estádios de maturação. Esse resultado é consequência do menor teor de EE contido na silagem de capim-paiaguás Tabela 1, que contribuiu para diminuir a energia do alimento, sabendo-se que o teor de EE contribui com 2,25 vezes mais energia que o carboidrato. Dessa forma, fica evidente a vantagem em utilizar sistemas consorciados, uma vez que os teores de NDT foram superiores nestes sistemas em todos os estádios de maturação.

Teores semelhantes de NDT nas silagens de capim-paiaguás em monocultivo foram encontrados em silagem de duas cultivares de *Brachiaria*, mulato e marandu, 561 e 545 g kg⁻¹, respectivamente (Pariz et al., 2010). Além disso, segundo Oliveira et al. (2010), o NDT é uma variável essencial, haja vista a energia e a proteína serem normalmente os fatores mais limitantes para os ruminantes.

Tabela 7. Teores de PB, NDT, EE e DIVMS das silagens dos sistemas forrageiros e estágio de maturação do milho.

Sistemas forrageiros	Estádios de maturação		
	Leitoso 80 DAS	Pastoso 90 DAS	Farináceo 110 DAS
	PB (g kg⁻¹)		
Milho em monocultivo	74,2 Ca	72,6 Ca	68,0 Ca
Capim-paiaguás em monocultivo	113,9 Aa	102,7 Aab	90,8 Ab
Milho x capim-paiaguás na linha	88,5 Ba	82,6 Ba	77,2 Ba
Milho x capim-paiaguás na entrelinha	85,1 Ba	83,9 Ba	79,4 Ba
Milho x capim-paiaguás na sobressemeadura	83,4 Ba	76,8 Ba	72,1 Ba
CV (%)	..... 9,32		
	EE (g kg⁻¹)		
Milho em monocultivo	41,92 Aa	42,92 Aa	44,92 Aa
Capim-paiaguás em monocultivo	21,91 Ca	22,56 Ca	22,98 Ca
Milho x capim-paiaguás na linha	31,28 Ba	34,28 Ba	36,28 Ba
Milho x capim-paiaguás na entrelinha	33,12 Ba	35,12 Ba	36,12 Ba
Milho x capim-paiaguás na sobressemeadura	38,43 Ba	39,93 Ba	40,43 Ba
CV (%)	..... 11,24		
	NDT (g kg⁻¹)		
Milho em monocultivo	700,03 Aa	723,32 Aa	713,36 Aa
Capim-paiaguás em monocultivo	573,39 Ca	540,09 Ca	546,67 Ca
Milho x capim-paiaguás na linha	656,66 Ba	673,38 Ba	640,05 Ba
Milho x capim-paiaguás na entrelinha	650,09 Bab	676,65 Ba	633,37 Bb
Milho x capim-paiaguás na sobressemeadura	673,3 ABa	686,63 ABa	686,60 ABa
CV (%)	..... 2,57		
	DIVMS (g kg⁻¹)		
Milho em monocultivo	705,14 Ab	734,85 Aab	781,95 Aa
Capim-paiaguás em monocultivo	548,43 Ca	521,92 Ca	512,93 Ca
Milho x capim-paiaguás na linha	649,40 Bb	684,49 Bab	702,66 Ba
Milho x capim-paiaguás na entrelinha	665,39 Bb	695,13 Bab	709,81 Ba
Milho x capim-paiaguás na sobressemeadura	685,16 Bb	700,29 Bab	712,99 Ba
CV (%)	..... 4,54		

Médias seguidas por letras diferentes, maiúsculas na coluna (sistemas forrageiros) e minúsculas na linha (estádios de maturação), diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

PB: proteína bruta; MM: matéria mineral; EE: extrato etéreo; NDT: nutrientes digestíveis totais; DIVMS: digestibilidade *in vitro* da matéria seca; CV: coeficiente de variação.

Com relação à DIVMS, a silagem de milho em monocultivo apresentou resultados superiores, seguidos pelos sistemas consorciados em todos os sistemas forrageiros (Tabela 7). Mais uma vez, vale ressaltar a contribuição do milho para melhorar a qualidade da silagem em sistemas consorciados com capim.

Van Soest (1994) explica que ocorre elevação na DIVMS com a adição de material que tem maior teor de carboidratos não estruturais, que são mais digestíveis em relação aos estruturais (Krämer-Schmid et al., 2016), podendo este fato justificar os maiores valores para a DIVMS na silagem de milho em monocultivo e consorciado, em relação ao capim paiaguás em monocultivo. Assim, pode-se verificar que no capim-paiaguás em monocultivo, foram obtidos maiores valores de FDN e FDA, Tabela 6, conseqüentemente, associados a uma menor DIVMS.

Os valores de DIVMS da silagem de milho em monocultivo foram próximos aos obtidos por Carvalho et al. (2016) e Domingues et al. (2012), que avaliaram silagens milho em monocultivo e aditivado com amendoim forrageiro e silagens de diferentes híbridos de milho na safrinha e encontraram valores médios de 746,71 e 707,90 g kg⁻¹ respectivamente. Em contrapartida, Serbester et al. (2015) verificaram valor inferior de digestibilidade média, de 606,53 g kg⁻¹, em silagem de milho em monocultivo.

Quando se compara a DIVMS dos estádios de maturação, observa-se que, para o capim-paiaguás em monocultivo, os valores foram semelhantes entre os estádios. Entretanto, para o milho em monocultivo e consorciado, apenas o estágio leitoso diferiu do farináceo, que obteve o melhor valor em decorrência do ciclo mais avançado de maturação.

Silagens produzidas de sistemas consorciados são uma técnica alternativa de fornecimento de alimento, permitindo intensificar os sistemas de produção, associados a elevados rendimentos e valor nutritivo, além da formação indireta da pastagem após a colheita das culturas para ensilagem.

CONCLUSÃO

As silagens de milho consorciado com capim-paiaguás na linha e na entrelinha, no estágio farináceo, apresentam maior rendimento por área e valores satisfatórios para características fermentativas e nutricionais das silagens, podendo assim ser recomendados como sistemas de semeadura adequados para produção de silagens.

REFERÊNCIAS

AOAC, 1990. **Official Methods of Analysis**, 15th edn. *Association Official Analytical Chemists*, Arlington, VA.

ARROQUY, J. I.; CORNACCHIONE, M. V.; COLOMBATTO, D.; KUNST JR, C. Chemical composition and in vitro ruminal degradation of hay and silage from tropical grasses. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 94, n. 4, p. 705-715, 2014.

BERGAMASCHINE, A. F.; PASSIPIÉRI, M.; VERIANO FILHO, W. V.; ISEPON, O. J.; CORREA, L. D. A. Qualidade e valor nutritivo de silagens de capim marandu (*B. brizantha* cv. *Marandu*) produzidas com aditivos ou forragem emurcheçada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 4, p. 1454-1462, 2006.

BOLSEN, K.K.; LIN, C.; BRENT, B.E. Effect of silage additives on the microbial succession and fermentation process of alfalfa and corn silages. **Journal Dairy Science**, v.75, p.3066–3083, 1992.

CARVALHO, A. F. G.; MARTIN, T. N.; SANTOS, S.; MÜLLER, T. M.; PIRAN FILHO, F. A. Perfil agrônômico e bromatológico de silagem de milho no sudoeste do Paraná. **Revista de la Facultad de Agronomía**, v.114, n.2, p.149-159. 2016.

CEZÁRIO, A.S.; RIBEIRO, K.G.; SANTOS, S.A.; DE CAMPOS VALADARES FILHO, S.; PEREIRA, O.G. Marandu harvested at two regrowth ages: microbial inoculant responses in silage fermentation, ruminant digestion and beef cattle performance. **Animal Feed Science and Technology**. v. 208, p. 33-43, 2015.

CHANDLER, P. Energy prediction of feeds by forage testing explorer. **Feed stuffs**, v.62, n. 36, p.12, 1990.

COSTA, K.A.P.; ASSIS, R.L.; GUIMARÃES, K.C.; SEVERIANO, E.C.; ASSIS NETO, J.M.; CRUNIVEL, W.S.; GARCIA J.F.; SANTOS, N.F. Silage quality of *Brachiaria brizantha* cultivars ensiled with different levels of millet meal. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.63, n.1, p.188-195, 2011.

DOMINGUES, A. N.; ABREU, J. G. D.; CABRAL, L. D. S.; GALATI, R. L.; OLIVEIRA, M. A. D.; REIS, R. H. P. D. Nutrition value of silage from corn hybrids in the State of Mato Grosso, Brazil. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 34, n. 2, p. 117-122, 2012.

EMBRAPA CERRADO – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Dia de Campo mostra a versatilidade dos sistemas de integração aos participantes do Congresso Mundial sobre ILPF**. Disponível em:<<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/3669566/dia-de-campo-mostra-a-versatilidade-dos-sistemas-de-integracao-aos-participantes-do-congresso-mundial-sobre-ilpf>>. Acesso em julho de 2016.

EPIFANIO, P.S.; COSTA, K. A. P.; SEVERIANO, E. C.; CRUVINEL, W.S.; BENTO, J.C.; PERIM, R.C. Fermentative and bromatological characteristics of Piata palisadegrass ensiled with levels of meals from biodiesel industry. **Semina. Ciências Agrárias**, v. 35, p. 491, 2014.

EUCLIDES, V.P.B.; MONTAGNER, D.B.; BARBOSA, R.A.; VALLE, C.B.D.; NANTES, N.N. Desempenho animal e do pasto características de dois cultivares de *Brachiaria brizantha* (BRS Paiaguás e BRS Piatã). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 45, n. 3, p. 85-92, 2016.

FERRARI JÚNIOR, E.; LAVEZZO, W. Qualidade da silagem de capim - elefante (*Pennisetum purpureum Schum.*) emurhecido ou acrescido de farelo de mandioca. **Revista Brasileira zootecnia** v. 30, n. 5, p. 1424-1431, 2001.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011.

FIGUEREDO, R. S.; DE PINHO COSTA, K. A.; EPIFÂNIO, P. S.; DA COSTA SEVERIANO, E.; CRUVINEL, W. S.; MOREIRA, T. S.; GUIMARÃES, K. C. Silage quality of Piata palisadegrass with palm kernel cake. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 35, n. 1, p. 505-518, 2014.

FILYA, I. ; SUCU, E. The effects of lactic acid bacteria on the fermentation, aerobic stability and nutritive value of maize silage. **Grass and Forage Science** .v 65, n. 4, p. 446-455, 2010.

GARCIA, C. M. D. P.; ANDREOTTI, M.; TEIXEIRA FILHO, M. C. M.; BUZETTI, S.; CELESTRINO, T. D. S.; LOPES, K. S. M. Agronomic performance of corn and forages species in Crop-Livestock Integration system in the Cerrado. **Ciência Rural**, v. 43, n. 4, p. 589-595, 2013.

JOHNSON, L.; HARRISON, J. H.; DAVIDSON, D.; MAHANNA, W. C.; SHINNERS, K.; LINDER, D. Com silage management: effect of maturity, inoculation, and mechanical processing on pack density and aerobic stability. **Journal Dairy Science**, v.85 , p. 434-444, 2001.

KUNG JR., L.; SHAVER, R. Interpretation and use of silage fermentation analysis reports. University of Wisconsin Board of Regents. **Focus on Forage**, v.3, n.13, 2001.

KRÄMER-SCHMID, M.; LUND, P.; WEISBJERG, M.R. Importance of NDF digestibility of whole crop maize silage for dry matter intake and milk production in dairy cows. **Animal Feed Science and Technology**, v.219, p.68–76, 2016.

LAZZARINI, I.; DETMANN, E.; SAMPAIO, C. B.; PAULINO, M. F.; VALADARES FILHO, S. C.; SOUZA, M. A.; OLIVEIRA, F. A. Dinâmicas de trânsito e degradação da fibra em detergente neutro em bovinos alimentados com forragem tropical de baixa qualidade e compostos nitrogenados. **Arquivo Brasileiro Medicina Veterinária zootecnia**. v. 61, n. 3, p. 635-647, 2009.

LEHNINGER, A.L.; NELSON D.L.; MICHEL M.C. **Princípios de Bioquímica**, 3.ed. São Paulo, Savier. 975p. 2002.

LEONEL, F.P.L.; PEREIRA, J. C.; COSTA, M. G.; DE MARCO, P.; JÚNIOR, L. A. L.; RIBEIRO, M. D.; DA SILVA, C. J. Consórcio capim braquiária e milho: produtividade das culturas e características qualitativas das silagens feitas com plantas em diferentes idades. **Revista Brasileira Zootecnia**, v. 37, n. 12, p. 2233-2242, 2008.

LEONEL, F.P.L.; PEREIRA, J.C.; COSTA, M.G.; MARCO JÚNIOR, P.; DA SILVA, C.J.; LARA, L.A. Consórcio capim braquiária e milho: comportamento produtivo das culturas e características nutricionais e qualitativas das silagens. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.1, p.166-176, 2009.

MACHADO, F.S.; RODRÍGUEZ, N.M.; RODRIGUES, J.A.S.; RIBAS, M.N.; TEIXEIRA, A.M.; RIBEIRO JÚNIOR, G.O.; VELASCO, F.O.; GONÇALVES, L.C.; GUIMARÃES JÚNIOR, R.; PEREIRA, L.G.R. Qualidade da silagem de híbridos de sorgo em diferentes estádios de maturação. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.64, n.3, p.711-720, 2012.

MARAFON, F.; NEUMANN, M.; RIBAS, T. M. B.; REINEHR, L. L.; POCZYNEK, M.; BUENO, A. V.; FIANCO, B. Análise do efeito da colheita da planta de milho em diferentes estádios reprodutivos e do processamento dos grãos sobre a qualidade da silagem. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 36, n. 5, p. 3257-3268, 2015.

MERTENS, D.R. Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fiber in feeds with refluxing in beaker or crucibles: collaborative study. **Journal of AOAC International**, v.85, n.6, p.1217–1240. 2002.

MERTENS, D.R. Predicting intake and digestibility using mathematical models of ruminal function. **Journal of Animal Science**, v.64, n.5, p.1548-1558, 1987.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requeriments of dairy cattle**. 7. ed. Washington, D.C.: NationalAcademy Press, 381 p. 2001.

OLIVEIRA, L.B.; PIRES, A.J.V.; CARVALHO, G.G.P.; RIBEIRO, L.S.O.; ALMEIDA, V.V.; PEIXOTO, C.A.M. Perdas e valor nutritivo de silagens de milho, sorgo Sudão, sorgo forrageiro e girassol. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.1, p.61-67, 2010.

PARIZ, C. M.; ANDREOTTI, M.; AZENHA, M. V.; BERGAMASCHINE, A.F.; MELLO, L. M. M.; LIMA, R. C. 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 Sciences**, v. 32, n. 2, p. 147-154, 2010.

PERIM, R.C.; COSTA, K.A.P.; EPIFANIO, P.S.; SOUZA, W.F.; FRANCISCHINI, R.; TEIXEIRA, D.A.A.; CARVALHO, W.G.; SANTOS JR., D.R. Fermentative and bromatological characteristics of Piata Palisadegrass ensiled with energetic brans. **American Journal of Plant Sciences**, v.5, p. 942-954, 2014.

PRADO, O.P.P.; FERNANDES, D.B.; JUNIOR, V.H.B.; MIZUBUTI, I.Y.; RIBEIRO, E.L.A.; JUNIOR, F.L.M.; PEIXOTO, E.L.T.; SILVA, L.D.F.; MUNIZ, C.A.S.D.; BARBOSA, M.A.F. Cinética de degradação ruminal de silagens de *Brachiaria brizantha* com diferentes aditivos microbianos. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, n. 6, suplemento 2, p. 4025-4036, 2013.

RABELO, C. H. S.; REZENDE, A. V. D.; RABELO, F. H. S.; NOGUEIRA, D. A.; SENEDESE, S. S.; VIEIRA, P. D. F.; BERNARDES, C. L.; CARVALHO, A. Corn silage inoculated with lactic acid bacteria in different maturity stages: fermentative losses, chemical composition and in vitro digestibility. **Ciência Rural**, v. 44, n. 2, p. 368-373, 2014.

ROTH, G.; UNDERSANDER, D. Silage additives. Corn Silage Production Management and Feeding. **MADISON: Madison American Society of Agronomy**, p.27-29. 1995.

SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A. de; CUNHA, T. J. F.;

OLIVEIRA, J. B. de. Sistema brasileiro de classificação de solos. 3. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 353 p. 2013.

SANTOS, P.M.; PEZZOPANE, J.R.M.; SILVA, F.A.M.; EVANGELISTA, B.A.; BETTIOL, G.M.; LOPES, T.S.S.; MARIN, F.R.; SILVA, S.C. **Zoneamento de riscos climáticos para o consórcio milho x capim marandu no Estado de São Paulo: períodos favoráveis para a implantação por município.** São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 41p. (Documentos, 97). 2010.

SERBESTER, U.; AKKAYA, M. R.; YUCEL, C.; GORGULU, M. Comparison of Yield, Nutritive Value, and In Vitro Digestibility of Monocrop and Intercropped Corn-Soybean Silages Cut at Two Maturity Stages. **Italian Journal of Animal Science**, v. 14, n. 1, p. 3636, 2015.

SILVA, B.C.; PEREIRA, O.G.; PEREIRA, D.H.; GARCIA, R.; FILHO, S. D. C. V.; CHIZZOTTI, F. H. M. Consumo e digestibilidade aparente total dos nutrientes e ganho de peso de bovinos de corte alimentados com silagem de *Brachiaria brizantha* e concentrado em diferentes proporções. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.3, p.1060-1069, 2005.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos).** 3. ed. Viçosa: Imprensa Universitária da UFV, 2002. 235 p.

TILLEY J.; M; A.; TERRY R; A. A two-stage technique of the “in vitro” digestion of forage crop. **Journal of the British Grassland Society**, v.18, n.2, p.104-111, 1963.

TOMICH, T. R.; GONÇALVES, L. C.; TOMICH, R. G. P.; RODRIGUES, J. A. S.; BORGES, I., RODRIGUEZ, N. M. Características químicas e digestibilidade *in vitro* de silagens de girassol. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.1672-1682, (Supl. 1). 2004.

VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B. **Analysis of Forages and Fibrous Foods.** Cornell University, Ithaca. 1985.

VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2 ed. Ithaca: Cornell, p.476, 1994

VIEIRA, F. A.; BORGES, I.; STEHLING, C. A.; GONÇALVES, L. C.; COELHO, S. G.; RODRIGUES, J. A. Qualidade de silagens de sorgo com aditivos. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.56, n.6, p.764-772, 2004.

5. CONCLUSÃO GERAL

O consórcio de milho com o capim-paiaguás na safrinha é uma técnica de cultivo promissora para produção de grãos, por não interferir nas características agrônômicas bem como no rendimento de grãos do milho, independentemente do sistema adotado. Além disso têm-se após a colheita, disponibilidade de forragem com bom valor nutritivo para ser utilizada entressafra, mantendo a sustentabilidade, principalmente por utilizar uma menor área agricultável em relação aos sistemas convencionais.

Para a produção de forragem, o capim-paiaguás semeado na sobressemeadura do milho apresentou baixa produção de massa seca, mas com melhor qualidade.

Em relação à produção de silagem em sistema consorciado, o milho consorciado com capim-paiaguás na linha ou na entrelinha, colhido no estágio farináceo, apresenta maior produtividade por área e valores satisfatórios para características fermentativas e nutricionais das silagens, podendo assim ser recomendados como sistemas de semeadura adequados para produção de silagens.

Silagens produzidas por sistemas consorciados são uma técnica alternativa de fornecimento de alimento, permitindo intensificar os sistemas de produção, associados a elevados rendimentos e valor nutritivo, maximizando a produção de nutrientes por área, além da formação indireta de pastagem após a colheita das culturas para produção de silagem.