

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

CONSÓRCIO DO MILHETO COM CAPIM PAIAGUÁS EM
SISTEMAS FORRAGEIROS E ÉPOCAS DE SEMEADURA
NA SAFRINHA, NA REGIÃO DO CERRADO

Autor: Raoni Ribeiro Guedes Fonseca Costa
Orientadora: Prof^a. Dr^a. Kátia Aparecida de Pinho Costa
Coorientador: Prof^o. Dr. Eduardo da Costa Severiano

RIO VERDE-GO
Fevereiro 2016

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

CONSÓRCIO DO MILHETO COM CAPIM PAIAGUÁS EM
SISTEMAS FORRAGEIROS E ÉPOCAS DE SEMEADURA
NA SAFRINHA, NA REGIÃO DO CERRADO

Autor: Raoni Ribeiro Guedes Fonseca Costa
Orientadora: Prof^a. Dr^a. Kátia Aparecida de Pinho Costa
Coorientador: Prof^o. Dr. Eduardo da Costa Severiano

Tese apresentada como parte das exigências
para obtenção do título de DOUTOR EM
CIÊNCIAS AGRÁRIAS - AGRONOMIA
no Programa de Pós-Graduação em
Ciências Agrárias – Agronomia, do
Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia Goiano – Campus Rio Verde.

RIO VERDE-GO
Fevereiro 2016

COSTA, Raoni Ribeiro Guedes Fonseca

C 837c **Consórcio do milheto com capim paiaguás em sistemas forrageiros e épocas de semeadura na safrinha, na região do Cerrado.** Raoni Ribeiro Guedes Fonseca Costa, Rio Verde – GO. Fevereiro 2016. 118 f.: il.

Tese de Doutorado – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – *Campus* Rio Verde – GO, 2016
Orientadora: Dr^a. Kátia Aparecida de Pinho Costa.

Bibliografia

1. *Urochloa brizantha* cv. BRS Paiaguás. 2. Integração Agricultura-Pecuária. 3. Sucessão de culturas. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – *Campus* Rio Verde – GO, 2016

CDD: 633

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

CONSÓRCIO DO MILHETO COM CAPIM PAIAGUÁS EM
SISTEMAS FORRAGEIROS E ÉPOCAS DE SEMEADURA
NA SAFRINHA, NA REGIÃO DO CERRADO

Autor: Raoni Ribeiro Guedes Fonseca Costa
Orientadora: Prof. Dr^a. Kátia Aparecida de Pinho Costa

TITULAÇÃO: Doutor em Ciências Agrárias-Agronomia

APROVADA em 25 de Fevereiro de 2016.

Prof. Dr. Itamar Pereira de Oliveira
Avaliador interno
IF Goiano/RV

Dr. Alessandro Guerra da Silva
Avaliador interno
UniRV/RV

Prof. Dr. Renato Lara de Assis
Avaliador externo
IF Goiano/ Iporá

Dr^a. Suzana Pereira de Melo
Avaliador externo
Universidade Federal do Mato Grosso

Prof. Dr^a. Kátia Aparecida, de Pinho Costa
Presidente da banca
IF Goiano/RV

DEDICO

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

À minha maravilhosa esposa Ana Flávia de Souza Rocha, que me apoiou na realização deste sonho, contribuindo inclusive com a pesquisa em campo. Minha eterna companheira.

Aos meus pais, Juarez Fonseca Costa e Edilamar Ribeiro Guedes, pelo carinho, ensinamentos e apoio em todos os momentos.

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

OFEREÇO

À minha filha Valentina, ainda no ventre da mãe, à minha esposa Ana Flávia, pelo companheirismo e carinho, e à minha orientadora, Prof.^a Dr.^a Kátia Aparecida de Pinho Costa, por toda dedicação, determinação e confiança.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à minha esposa Ana Flávia de Souza Rocha, pelo apoio, companheirismo e amizade, à minha orientadora Dr^a Kátia Aparecida de Pinho Costa, pelo aprendizado, dedicação e paciência, durante esta minha trajetória no doutorado, que se apresentou cheio de novidades, expectativas e desafios. A meus irmãos Taiubi Ribeiro Guedes Fonseca Costa e Anaíra Ribeiro Guedes Fonseca Costa, por todos os momentos bons e difíceis que passamos juntos.

A meus amigos e colegas da UEG, Welington Hannibal, Laura Marcon e Isa Lucia de Moraes, pelos conselhos e apoio durante este período.

Ao meu coorientador, Prof. Dr. Eduardo da Costa Severiano, e aos companheiros Wainer, José Fausto e Adalto Souza, do laboratório de Física do Solos, pela colaboração no desenvolvimento da pesquisa.

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

À Fapeg, pela concessão da bolsa.

Meus agradecimentos às empresas Sementes Adriana e Agroquima, que, gentilmente, cederam as sementes de milho e capim paiguás, respectivamente.

Ao Prof.^o Dr. Renato Lara de Assis, que muito contribuiu com seus conhecimentos sobre a cultura do milho e física dos solos.

A toda a família do laboratório de Forragicultura e Pastagens - Charles Barbosa Santos, Welma Cruvinel, Patrícia Epifanio, Wayron, Valdivino, Daniel Augusto, Jessika Torres, Suelen Soares Oliveira, Analu Guarnieri, Kassia de Paula, Eduardo Valcácer, Wender Ferreira, Victor, Bruna Ferreira Sousa, Millena Aquino, Hemyla e Cecília - .

com grande satisfação

BIOGRAFIA DO AUTOR

Raoni Ribeiro Guedes Fonseca Costa, nascido em Rio Verde – GO em 02 de outubro de 1983, filho de Juarez Fonseca Costa e Edilamar Ribeiro Guedes.

Graduado em Ciências Biológicas pela Universidade de Rio Verde UniRV, 2005. Mestre em Genética e Melhoramento de Plantas pela Universidade Federal de Lavras- UFLA-2008.

Docente da UEG-Universidade Estadual de Goiás, Campus Quirinópolis, desde 2010, atualmente coordenador do curso de Ciências Biológicas.

No primeiro semestre de 2013 pleiteou vaga de Doutorado no Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias-Agronomia, do Instituto Federal Goiano, Campus Rio Verde, finalizando o curso em 2016.

ÍNDICE

	Página
ÍNDICE DE TABELAS	xii
ÍNDICE DE FIGURAS	xv
LISTA DE SÍMBOLOS, SIGLAS, ABREVIACÕES E UNIDADES.....	xvii
RESUMO	xix
ABSTRACT	xxi
1. INTRODUÇÃO GERAL	1
2. OBJETIVOS	8
CAPÍTULO 1:	9
CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS E NUTRICIONAIS DO MILHETO E CAPIM PAIAGUÁS EM DIFERENTES SISTEMAS FORRAGEIROS E ÉPOCAS DE SEMEADURA.....	9
INTRODUÇÃO	11
MATERIAL E MÉTODOS	12
RESULTADOS E DISCUSSÃO	16
CONCLUSÕES	29
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	29
CAPÍTULO 2:	33
PRODUÇÃO E DECOMPOSIÇÃO DE BIOMASSA DO MILHETO E CAPIM PAIAGUÁS EM SISTEMAS FORRAGEIROS E ÉPOCAS DE SEMEADURA NA SAFRINHA NA REGIÃO DO CERRADO.....	33
INTRODUÇÃO	35

MATERIAL E MÉTODOS	37
RESULTADOS E DISCUSSÃO	41
CONCLUSÕES	52
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	53
CAPÍTULO 3:	57
CONCENTRAÇÃO E ACÚMULO DE NUTRIENTES NA BIOMASSA DO MILHETO E CAPIM PAIAGUÁS EM DIFERENTES SISTEMAS FORRAGEIROS E ÉPOCAS DE SEMEADURA.....	57
INTRODUÇÃO	59
MATERIAL E MÉTODOS	60
RESULTADOS E DISCUSSÃO	64
CONCLUSÕES	76
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	77
CAPÍTULO 4:	79
DESEMPENHO AGRONÔMICO DA SOJA EM SUCESSÃO AO CONSÓRCIO DO MILHETO COM CAPIM PAIAGUÁS EM DIFERENTES SISTEMAS FORRAGEIROS E ÉPOCAS DE SEMEADURA	79
INTRODUÇÃO	81
MATERIAL E MÉTODOS	82
RESULTADOS E DISCUSSÃO	86
CONCLUSÕES	93
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	93
CONCLUSÃO GERAL	97

ÍNDICE DE TABELAS

		Página
CAPÍTULO I	CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS E NUTRICIONAIS DO MILHETO E CAPIM PAIAGUÁS EM DIFERENTES SISTEMAS FORRAGEIROS E ÉPOCAS DE SEMEADURA.....	9
Tabela 1	Altura de plantas aos 30, 60 e 90 DAS do milho em monocultivo e consorciado com capim paiaguás em diferentes sistemas forrageiros e épocas de semeadura.....	17
Tabela 2	Diâmetro do colmo aos 30, 60 e 90 DAS do milho em monocultivo e consorciado com capim paiaguás em diferentes sistemas forrageiros e épocas de semeadura.....	18
Tabela 3	Tamanho da panícula aos 60 e 90 DAS do milho em monocultivo e consorciado com capim paiaguás em diferentes sistemas forrageiros e épocas de semeadura.....	19
Tabela 4	Rendimento de grãos, massa de 1000 grãos e saca por hectare do milho em monocultivo e consorciado com capim paiaguás em diferentes sistemas forrageiros e épocas de semeadura.....	20
Tabela 5	Altura de plantas (cm) e número de perfilhos do capim paiaguás em monocultivo e consorciado em diferentes sistemas forrageiros e épocas de semeadura.....	22
Tabela 6	Produção de massa seca (MS kg ha ⁻¹) e relação folha: colmo do capim paiaguás em monocultivo e consorciado em diferentes sistemas forrageiros e épocas de semeadura.....	25
Tabela 7	Teores de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em	

	detergente ácido (FDA) do capim paiaguás em monocultivo e consorciado em diferentes sistemas forrageiros e épocas de semeadura.....	26
Tabela 8	Teores de proteína bruta (PB) e digestibilidade <i>in vitro</i> da matéria seca (DIVMS) do capim paiaguás em monocultivo e consorciado em diferentes sistemas forrageiros e épocas de semeadura.....	28
CAPÍTULO II	PRODUÇÃO E DECOMPOSIÇÃO DE BIOMASSA DO MILHETO E CAPIM PAIAGUÁS EM DIFERENTES SISTEMAS FORRAGEIROS E ÉPOCAS DE SEMEADURA	33
Tabela 1	Produção de biomassa (kg ha ⁻¹) e biomassa remanescente (kg ha ⁻¹) aos 30,60, 90 e 120 dias, do milho e capim paiaguás em monocultivo e consorciado em diferentes sistemas forrageiros e épocas de semeadura.....	42
Tabela 2	Perda percentual acumulada de biomassa da palhada do milho e capim paiaguás em monocultivo e consorciado em diferentes sistemas forrageiros e épocas de semeadura.....	45
Tabela 3	Relação C/N do milho e capim paiaguás em monocultivo e consorciado em diferentes sistemas forrageiros e épocas de semeadura.....	47
Tabela 4	Coeficientes da equação de regressão, $P = P_0 \cdot \exp(-kt)$, e meia-vida, para decomposição de palhada dos diferentes sistemas forrageiros de 0 até 120 dias após o manejo nas duas épocas de semeadura.....	49
Tabela 5	Comparação das equações de regressão, após linearização, para decomposição de palhada dos diferentes sistemas forrageiros de 0 até 120 dias após o manejo nas duas épocas de semeadura.....	52
CAPÍTULO III	CONCENTRAÇÃO E ACÚMULO DE NUTRIENTES NA BIOMASSA DO MILHETO E CAPIM PAIAGUÁS EM DIFERENTES SISTEMAS FORRAGEIROS E ÉPOCAS DE SEMEADURA.....	57
Tabela 1	Concentração (g kg ⁻¹) e acúmulo de nitrogênio (kg ha ⁻¹) do milho e capim paiaguás em monocultivo e consorciado em	

	diferentes sistemas forrageiros.....	66
Tabela 2	Concentração (g kg^{-1}) e acúmulo de fósforo (kg ha^{-1}) do milho e capim paiguás em monocultivo e consorciado em diferentes sistemas forrageiros.....	68
Tabela 3	Concentração (g kg^{-1}) e acúmulo de potássio (kg ha^{-1}) do milho e capim paiguás em monocultivo e consorciado em diferentes sistemas forrageiros.....	69
Tabela 4	Concentração (g kg^{-1}) e acúmulo (kg ha^{-1}) de cálcio do milho e capim paiguás em monocultivo e consorciado em diferentes sistemas forrageiros.....	72
Tabela 5	Concentração (g kg^{-1}) e acúmulo de magnésio (kg ha^{-1}) do milho e capim paiguás em monocultivo e consorciado sob diferentes sistemas forrageiros.....	73
Tabela 6	Concentração (g kg^{-1}) e acúmulo de enxofre (kg ha^{-1}) do milho e capim paiguás em monocultivo e consorciado em diferentes sistemas forrageiros.....	75
CAPÍTULO IV	DESEMPENHO AGRONÔMICO DA SOJA EM SUCESSÃO AO CONSÓRCIO DO MILHETO COM CAPIM PAIAGUÁS EM DIFERENTES SISTEMAS FORRAGEIROS E ÉPOCAS DE SEMEADURA.....	79
Tabela 1	Altura de plantas, inserção da primeira vagem e número de vagem por planta da soja sob a biomassa do milho e capim paiguás em monocultivo e consorciado em diferentes sistemas forrageiros e épocas de semeadura.....	87
Tabela 2	População de plantas de soja (plantas ha^{-1}), massa 100 grãos e rendimento da soja sob a biomassa do milho e capim paiguás em monocultivo e consorciado em diferentes sistemas forrageiros e épocas de semeadura.....	91

ÍNDICE DE FIGURAS

		Página
CAPÍTULO. I	CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS E NUTRICIONAIS DO MILHETO E CAPIM PAIAGUÁS EM DIFERENTES SISTEMAS FORRAGEIROS E ÉPOCAS DE SEMEADURA..	9
Figura 1	Precipitações pluviais e temperaturas médias registradas durante o período de janeiro de 2014 a setembro de 2014, em Rio Verde-GO.....	14
CAPÍTULO II	PRODUÇÃO E DECOMPOSIÇÃO DE BIOMASSA DO MILHETO E CAPIM PAIAGUÁS EM SISTEMAS FORRAGEIROS E ÉPOCAS DE SEMEADURA NA SAFRINHA NA REGIÃO DO CERRADO.....	33
Figura 1	Precipitações pluviais e temperaturas médias registradas durante o período de outubro de 2014 a março de 2015, em Rio Verde-GO	40
Figura 2	Biomassa remanescente do milho e capim paiaguás em monocultivo e consorciado em diferentes sistemas forrageiros e épocas de semeadura (a e b).....	50
CAPÍTULO III	CONCENTRAÇÃO E ACÚMULO DE NUTRIENTES NA BIOMASSA DO MILHETO E CAPIM PAIAGUÁS EM DIFERENTES SISTEMAS FORRAGEIROS E ÉPOCAS DE SEMEADURA.....	57

Figura 1	Precipitações pluviiais e temperaturas médias registradas durante o período de outubro de 2014 a março de 2015, em Rio Verde-GO.....	64
CAPÍTULO IV	DESEMPENHO AGRONÔMICO DA SOJA EM SUCESSÃO AO CONSÓRCIO DO MILHETO COM CAPIM PAIAGUÁS EM DIFERENTES SISTEMAS FORRAGEIROS E ÉPOCAS DE SEMEADURA.....	79
Figura 1	Precipitações pluviiais e temperaturas médias registradas durante o período de outubro de 2014 a março de 2015, em Rio Verde-GO.....	85

LISTA DE SÍMBOLOS, SIGLAS, ABREVIACÕES E UNIDADES

%	Porcentagem	
Ca	Cálcio	kg ha ⁻¹
CTC	Capacidade de troca de cátions	cmol _c dm ⁻³
C/N	Relação carbono nitrogênio	
CV	Coeficiente de Variação	%
DAS	Dias após semeadura	
DIVMS	Digestibilidade in vitro da matéria seca	%
FDA	Fibra em Detergente Ácido	%
FDN	Fibra em Detergente Neutro	%
FTE	Fritted Trace Elements	kg ha ⁻¹
ha	Hectare	
ha⁻¹	Por hectare	
IAP	Integração agricultura-pecuária	
IVTD	<i>In vitro true digestibility</i>	
K	Potássio	kg ha ⁻¹
Kg	Quilograma	
K₂O	Óxido de potássio	kg ha ⁻¹
m⁻¹	Por metro	
Mg	Magnésio	kg ha ⁻¹
MO	Matéria Orgânica	g kg ⁻¹

MS	Matéria Seca	%
N	Nitrogênio	kg ha ⁻¹
P	Fósforo	kg ha ⁻¹
PB	Proteína Bruta	%
P₂O₅	Pentóxido de fósforo - forma padrão do elemento fósforo	kg ha ⁻¹
S	Enxofre	kg ha ⁻¹
SILP	Sistema de Integração lavoura-pecuária	
SPD	Sistema de Plantio Direto	
SSD	Sistema de Semeadura Direta	

RESUMO

COSTA, R.R.G.F Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – *Campus* Rio Verde – GO, fevereiro de 2016. **Consórcio do milho com capim paiguás em sistemas forrageiros e épocas de semeadura na safrinha na região do Cerrado.** Orientadora: Dr^a. Kátia Aparecida de Pinho Costa, Coorientador Dr. Eduardo da Costa Severiano.

Os manejos inadequados do solo têm reflexos diretos no meio ambiente, promovem degradação das pastagens, redução na produtividade das lavouras e empobrecimento da fertilidade do solo. Com isto, o sistema de Integração Lavoura-Pecuária (SILP) tem sido proposto como uma excelente alternativa para manter os sistemas produtivos e sustentáveis nos Cerrados. Os benefícios do SILP têm sido observados graças à viabilidade do consórcio das forrageiras com culturas anuais, em plantio simultâneo, tornando essa técnica eficiente e economicamente viável. Diante disso, objetivou-se avaliar as características produtivas do milho consorciado com o capim paiguás, bem como a produção e decomposição da biomassa remanescente, concentração e acúmulos de nutrientes e sua influência nas características agrônômicas da soja em sucessão, em diferentes sistemas forrageiros e épocas de semeadura na safrinha. O experimento foi conduzido a campo no município de Rio Verde-GO. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, em esquema fatorial 5 x 2, com três repetições, sendo 5 sistemas forrageiros: milho em monocultivo; capim paiguás em monocultivo; milho consorciado com capim paiguás na linha; milho consorciado

com capim paiaguás na entrelinha; e milho consorciado com capim paiaguás na sobressemeadura, em duas épocas de semeadura (fevereiro e março). O sistema forrageiro e as épocas de semeadura não influenciaram no rendimento de grãos do milho. Para a produção de biomassa, o capim paiaguás semeado na sobressemeadura do milho é prejudicado pelo consórcio, apresentando baixa produção de palhada para ser utilizado no sistema de plantio direto. A primeira época de semeadura proporcionou maior produção de biomassa para o capim paiaguás em monocultivo e consorciado em linha e entrelinha. A maior relação C/N foi obtida no milho em monocultivo, nas duas épocas de semeadura. O capim paiaguás em monocultivo apresentou maior produção de biomassa remanescente. A decomposição da palhada nos sistemas consorciados apresentou comportamento semelhante. Os sistemas forrageiros de capim paiaguás em monocultivo e os sistemas consorciados do milho com capim paiaguás em linha e na entrelinha apresentaram as maiores concentrações e acúmulos de nutrientes na biomassa remanescente. O potássio foi o nutriente mais acumulado na biomassa remanescente, sendo também o que apresentou maior redução percentual, quando comparado seu acúmulo inicial com a época de colheita. A primeira época de implantação dos sistemas forrageiros promoveu maior concentração e acúmulo de nutrientes em sua biomassa. As coberturas vegetais do sistema do capim paiaguás em monocultivo e os sistemas de consórcio do milho com capim paiaguás na linha e entrelinha contribuíram para o melhor desempenho nas características agrônomicas e de produtividade na soja. Os resultados permitiram constatar que o consórcio do milho com o capim paiaguás na safrinha se mostrou uma técnica de cultivo promissora para produção de grãos na entressafra, na região Sudeste de Goiás.

Palavras-chave: *Urochloa brizantha* cv. BRS Paiaguás, Integração Agricultura-Pecuária, Sucessão de culturas, Sistemas de manejo, rendimento de grãos.

ABSTRACT

COSTA, R. R.G.F Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – *Campus* Rio Verde – GO. February 2016. **Intercropping of pearl millet and paiaguaspalisadegrass in different forage systems and sowing periods in the offseason in the Cerrado** region. Advisor: Dr^a. Kátia Aparecida de Pinho Costa, co-advisor Dr. Eduardo da Costa Severiano.

Inappropriate soil management reflects straightly on the environment, promoting pasture degradation, reducing crops productivity and impoverishing the soil fertility. The integrated crop-livestock system (ICLS) has been proposed as an excellent alternative to maintain the sustainable and productive systems in Cerrado. Its benefits have been observed due to the feasibility of intercropping forage species with annual crops, planted simultaneously, making this technique efficient and economically viable. However, the objective was to evaluate the production characteristics of the pearl millet intercropped with Paiaguas palisadegrass, as well as the production and decomposition of the remaining biomass, concentration and nutrients accumulation and its influence over agronomic traits of soybean cultivated in succession under different forage systems and sowing periods in the offseason. The experiment was carried out in the field in Rio Verde-GO Municipality. The experimental design was a randomized complete block with a 5 x 2 factorial arrangement, with three replications, two sowing periods and five forage systems: monocropped pearl millet; monocropped Paiaguas palisadegrass; pearl millet intercropped in rows with Paiaguas palisadegrass; pearl millet intercropped between rows of Paiaguas palisadegrass and pearl millet oversown and intercropped

with Paiaguas palisadegrass and two sowing dates (February and March). The forage systems and the sowing periods did not influence the grain yield of millet. With respect to the biomass production, the Paiaguas palisadegrass sown in pearl millet was impaired by the intercropping, having low forage production to be used in a no-tillage system. The first sowing period provided higher biomass production for monocropped Paiaguas palisadegrass and pearl millet intercropped in rows and between rows with Paiaguas palisadegrass. The higher C/N ratio was obtained by monocropped pearl millet in both sowing periods. The monocropped Paiaguas palisadegrass presented higher production of remaining biomass. The straw decomposition in intercropping systems presented a similar behavior. Monocropped Paiaguas palisadegrass and pearl millet intercropped in rows and between rows with Paiaguas palisadegrass presented the highest concentration and accumulation of nutrients in the remaining biomass. Potassium was the most accumulated nutrient in the remaining biomass, and also presented higher reduction percentage comparing its initial accumulation with the sowing period. The first period of forage system implementation promoted higher concentration and accumulation of nutrients in its biomass. The vegetative cover of the monocropped Paiaguas palisadegrass and pearl millet intercropped in rows and between rows with Paiaguas palisadegrass contributed to improve the performance in the agronomic traits and productivity of soybean. The results verified that intercropping pearl millet and Paiaguas palisadegrass is a promising cultivation technique for the production of grains during the off-season in southeastern Goiás state.

Key words: *Urochloa brizantha* cv. BRS Paiaguas, Integrated crop-livestock system, Crop succession, Management systems, Grain yield.

1. INTRODUÇÃO

Tradicionalmente no Brasil, a agricultura e a pecuária executam suas atividades produtivas separadamente. Essa prática, no decorrer dos anos, tem acelerado o processo de degradação das pastagens e das áreas agriculturáveis destinadas à produção de grãos, isso ocorre por esta prática não devolver ao solo os nutrientes extraídos pelas pastagens na pecuária e pela lavoura, sendo esta reposição feita parcialmente por meio de adubações durante a semeadura (Almeida et al., 2012). A crescente preocupação com o avanço desse processo degradativo, que ocorre em grande parte dos solos brasileiros, e a necessidade de prevenção da degradação de novas áreas têm conduzido ao uso de práticas de manejo conservacionista (Bernardes et al., 2010)

Com isto, buscando tornar a atividade agropecuária mais sustentável, o sistema de integração lavoura-pecuária (SILP) tem sido uma boa alternativa, pois seu uso condiciona aumentar e diversificar a renda do produtor, minimizar os riscos de perdas agrícolas e melhorar a qualidade da palhada utilizada no sistema de plantio direto (SPD) (Horvaty et al., 2012). O uso deste sistema possibilita ao produtor melhor uso da área, sendo possível em uma única safrinha, após a colheita da soja de verão, o cultivo da cultura anual para a produção de grãos, a utilização da pastagem na entressafra (exploração pecuária) e a produção de uma palhada de qualidade para o sistema de plantio direto.

Além disso, no decorrer do ciclo de decomposição desta palhada, ocorre uma elevada taxa de ciclagem de nutrientes, contribuindo para a redução dos custos de produção quanto ao uso de fertilizantes químicos, proporcionando ganhos ambientais importantes para o solo, para os recursos hídricos e também redução na pressão sobre as fontes não renováveis de fertilizantes (Torres et al., 2008). Ressalta-se que a disponibilidade de nutrientes para a cultura sucessora depende da sua disponibilidade

nos solos e da velocidade de liberação pelas palhadas, possibilitando o entendimento dos processos que controlam a ciclagem de nutrientes sincronizar a liberação de nutrientes pela palhada com a demanda da cultura sucessora (Ferreira et al., 2011).

A presença da palhada também promove o incremento de matéria orgânica no solo, ocasionando a agregação do solo (Loss et al., 2011), contribuindo positivamente para a infiltração da água (Lanzanova et al., 2007). Beneficia a manutenção da umidade do solo, tornando o meio mais adequado à sua biota (Calvo et al., 2010), favorecendo, desta forma, o estabelecimento da cultura em sucessão.

Cultivos consorciados de culturas anuais com forrageiras tropicais, em especial espécies do gênero *Urochloa spp.*, têm contribuído na formação da palhada para o SPD, pela sua boa produção de massa seca e adequada relação C/N (Kluthcouski e Aidar, 2003). Estes cultivos vêm sendo adotados de forma crescente por produtores rurais no Cerrado (Pacheco et al., 2008), principalmente em função de as pesquisas mostrarem a viabilidade do consórcio entre a cultura anual e as diversas espécies forrageiras, quando a semeadura é simultânea (Petter et al., 2011).

A adoção deste sistema é uma forma de suprir parcial ou totalmente o déficit de forragem durante o inverno nas regiões de clima tropical, como ocorre no Cerrado (Machado e Assis, 2010). Isso porque as baixas temperaturas e o estresse hídrico observados nessa época são determinantes para a redução da produtividade e da qualidade das pastagens (Costa et al., 2005). No entanto, apesar dos diversos benefícios observados em condições de consórcios, sua eficiência agrônômica depende das condições edafoclimáticas peculiares a cada ambiente (Barducci et al., 2009), sendo também importante considerar que o estabelecimento de uma forrageira com uma cultura consorciada ocorre em condições de competição entre elas.

Desta forma, a escolha adequada das espécies a serem utilizadas em condição de consórcio é primordial para uma boa eficiência do sistema de integração lavoura-pecuária. A maioria das pesquisas sobre consórcio utiliza espécies anuais como o milho (Maia et al., 2014), sorgo (Horvathy Neto et al., 2014) e girassol (Souza et al., 2015) com forrageiras do gênero *Urochloa*. Contudo, o uso do milheto (*Pennisetum glaucum* (L) R.BR) é uma opção promissora para o consórcio com as gramíneas deste gênero (Portes et al., 2000).

O milheto tem se destacado nos últimos anos pela sua boa adaptação às condições edafoclimáticas do Cerrado e também principalmente pelo lançamento de genótipos precoces e de alta produtividade, provenientes de programas de

melhoramento genético. Isto fez com que o milho deixasse de ser uma espécie usada somente para cobertura ou produção de palhada para o plantio direto (Dan et al., 2009), passando a ser considerado uma cultura de alto valor econômico para produção de forragem, pastejo (Leão et al., 2012), silagem (Costa et al., 2012) e grãos (Costa et al., 2015).

As características agronômicas do milho têm favorecido seu uso principalmente em cultivos de safrinha, por apresentar alta resistência à seca, baixa exigência em fertilidade dos solos, crescimento rápido e elevada produção de biomassa (Pacheco et al., 2011), com alta relação C/N (Boer et al., 2008). Dessa forma, torna-se uma excelente alternativa de palhada de qualidade para a cobertura de solos no sistema plantio direto. O milho contribui também para a melhoria da fertilidade do solo, visto aumentar o aporte de matéria orgânica e a ciclagem dos nutrientes das camadas mais profundas, principalmente o potássio (Pacheco et al., 2011).

Pelas vantagens apresentadas, o milho tem sido indicado para cultivos consorciados com forrageiras tropicais perenes, principalmente do gênero *Urochloa* visando à implantação, renovação ou recuperação de pastagens (Portes et al. 2000). Ressalta-se que estes sistemas de cultivo consorciados possibilitam a colheita de grãos durante o período necessário para o estabelecimento da forrageira, reduzindo o custo do estabelecimento, sem prejudicar a eficiência da implantação da forrageira (Abreu et al., 2005). Os capins do gênero *Urochloa* são os mais utilizados em pastagens cultivadas no Brasil, sendo estas áreas cultivadas, predominantemente, com o capim marandu (Martuscello et al., 2011).

Buscando a diversificação dessas áreas de pastagens, recentemente a Embrapa Gado de Corte lançou a cultivar *Urochloa brizantha* (BRS Paiaguás), que tem apresentado características vantajosas para sua utilização no sistema de integração lavoura-pecuária. As principais vantagens da BRS Paiaguás são a boa produção e a qualidade de forragem durante o período seco, com maior produtividade por ano (EMBRAPA GADO DE CORTE, 2014). O capim paiaguás é 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, fácil dessecação requerendo baixas doses de glifosato (Machado e Valle, 2011). Produz maiores quantidades de folhas de bom valor nutricional, o que mostrou elevar o potencial de produção animal, resultando em maiores ganhos de peso por animal por área no período seco do ano (EMBRAPA GADO DE CORTE, 2014).

Com o desenvolvimento e o lançamento de novas cultivares de *Urochloa brizantha* e também de híbridos de milho, surge uma carência de informações, principalmente em relação à produção e qualidade dessas forrageiras, quando submetidas ao consórcio 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 palhada para o sistema de plantio direto, de forma eficiente e sustentável.

Contudo, como o consórcio do milho com espécies de *Urochloa* é muito pouco explorado, principalmente em condições de safrinha, há necessidade de mais informações, sobretudo no que diz respeito às recomendações de época de semeadura, sistema de plantio e exploração da produção no sistema.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, G.T. de; SCHUCH, L.O.B.; MAIA, M.S. ROSENTHAL M.D.; BACCHI, S; NUNES,P.É; CANTARELLI, L.D. Produção de biomassa em consórcio de aveia branca (*Avena sativa L.*) e leguminosas forrageiras. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 10, n. 1, p. 19-24, 2005.

ALMEIDA, C.M.; LANA, Â. M.Q.; RODRIGUES, J. A. S.; ALVARENGA, R.C.; BORGES, I. Influência do tipo de semeadura na produtividade do Consórcio sorgo - *urochloa brizantha* cv marandu no sistema de integração lavoura-pecuária. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.11, n.1, p. 60-68, 2012.

BARDUCCI, R.S.; COSTA, C.; CRUSCIOL, C.A.C.; BORGHI, É.; PUTAROV, T. C.; SARTI, L.M.N. Produção de *Brachiaria brizantha* e *Panicum maximum* com milho e adubação nitrogenada. **Archivos de Zootecnia**, v. 58, n. 222, p. 211-222, 2009.

BERNARDES G.T.; SILVEIRA, P.M.; MESQUITA, M.A.M.; AGUIAR, R.A.; MESQUITA, G.M. Decomposição da biomassa e liberação de nutrientes dos capins Braquiária e Mombaça, em condições de Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 40, n. 3, p. 370-377. 2010.

BOER, C.A.; ASSIS, R.L.; SILVA, G.P.; BRAZ, A.J.B.P.; BARROSO, A.L.L.; CARGNELUTTI FILHO, A. & PIRES, F.R. Biomassa, decomposição e cobertura do solo ocasionada por resíduos culturais de três espécies vegetais na região Centro-Oeste do Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, n.02, p.843-851, 2008

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).

CALVO, C.L.; FOLONI, J.S.S.; BRANCALIÃO, S.R. Produtividade de fitomassa e relação C/N de monocultivo e consórcios de guandu-anão, milho e sorgo em três épocas de corte. **Bragantia**, v. 69, n. 1, p. 77-86, 2010.

COSTA, N.R.; ANDREOTTI, M.; GAMEIRO, R. A.; PARIZ, C.M.; BUZETTI, S.; LOPES, K.S.M. Adubação nitrogenada no consórcio de milho com duas espécies de braquiária em sistema plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília**, v. 47, n. 8, p. 1038-1047, 2012.

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.

COSTA, A. C. T. da; GERALDO, J.; PEREIRA, M. B.; PIMENTEL, C. Unidades térmicas e produtividade em genótipos de milho semeados em duas épocas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, n. 12, p. 1171-1177, 2005.

DAN, H. De. A.; BARROSO, A. L. DE. L.; DAN, L. G. DE. M., TANNÚS, V. R.; FINOTTI, T. R. Seletividade de herbicidas aplicados na pós-emergência da cultura do milho (*Pennisetum glaucum*). **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 08, n. 03, p. 297-306, 2009.

EMBRAPA GADO DE CORTE- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **BRS Paiaguás, uma nova força para a pecuária**. Informativo Paiaguás, 2014.

FERREIRA, E.V.O.; ANGHINONI, I.; ANDRIGHETTI, M.H.; MERTINS A.P. e CARVALHO P. C. de F. Ciclagem e balanço de potássio e produtividade de soja na integração-lavoura-pecuária sob semeadura direta. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.35, p.161-169, 2011.

HORVATHY NETO, A.; SILVA, A.G.; TEIXEIRA, I.R.; G.A.; ASSIS, R.L.; ROCHA, V.S. Consórcio sorgo e braquiária para produção de grãos e biomassa na entressafra. **Agrária**, v. 7, p. 743-749, 2012.

HORVATHY NETO, A.; SILVA, A. G.; TEIXEIRA, I. R.; COSTA, K.A.P. & ASSIS, R.L. Consórcio de sorgo granífero e braquiária na safrinha para produção de grãos e forragem. **Revista Caatinga**, v.27, p.132-141, 2014.

KLUTHCOUSKI, J.; AIDAR, H.; Implantação, condução e resultados obtidos com o Sistema Santa Fé. In: KLUTHCOUSKI, J.; STNE, L.F. e AIDAR, H. **Integração Lavoura-Pecuária: implantação**, Embrapa Arroz e feijão, 407 a 442 p. 2003.

LANZANOVA, M.E.; NICOLOSO, R.S.; LOVATO, T.; ELTZ, F.L.F.; AMADO, T.J.C.; REINERT, D.J. Atributos físicos do solo em sistema de integração lavoura-pecuária sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.31, n.1, p.1131-1140, 2007.

LEÃO, H. F.; DE PINHO COSTA, K.A.P.; DOS SANTOS DIAS, F. J.; DA COSTA SEVERIANO, E.; COLLAO-SAENZ, E. A.; SIMON, G. A. Production and bromatological composition of pearl millet genotypes for pasture managed in different cutting heights. **Bioscience Journal**, v. 28, n. 6, p.903-912, 2012.

LOSS, A.; PEREIRA, M.G.; GIÁCOMO, S.G.; PERIN, A.; ANJOS, L.H.C. Agregação, carbono e nitrogênio em agregados do solo sob plantio direto com integração lavoura pecuária. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46, n.10, p.1269-1276, 2011.

MACHADO, L. A. Z.; ASSIS, P. G. G. Produção de palha e forragem por espécies anuais e perenes em sucessão à soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 45, n.4 p. 415-422, 2010.

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.

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 off season, after corn harvest. **American Journal of Plant Sciences**, n. 5, p. 933-941, 2014.

MARTUSCELLO, J.A.; OLIVEIRA, A.B.; CUNHA, D.N.F.V.; AMORIM, P. L.; DANTAS, P. A. L.; LIMA, D. A. Produção de biomassa e morfogênese do capim braquiária cultivado sob doses de nitrogênio ou consorciado com leguminosas. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.12, n.4, p. 923-934, 2011.

PACHECO, L.P.; PIRES, F.R.; MONTEIRO, F.P.; PROCOPIO, S.O.; ASSIS, R.L.; CARMO, M.L.; PETTER, F.A. Desempenho de plantas de cobertura em sobressemeadura na cultura da soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43: p.815-823, 2008.

PACHECO, L.P.; LEANDRO, W.M.; MACHADO, P.L.O.; ASSIS, R.A.; COBUCCI, T.; MADARI, B.E.; PETTER, F.A. Produção de fitomassa e acúmulo e liberação de nutrientes por plantas de cobertura na safrinha. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46, n.1, p.17-25, 2011.

PETTER, F. A.; PACHECO, L. P.; PROCOPIO, S. O.; CARGNELUTTI FILHO, A.; VOLF, M. R. Seletividade de herbicidas à cultura do milho e ao capim braquiária

cultivadas no sistema de integração lavoura-pecuária. **Semina Ciências Agrárias**, v. 32, p. 855-864, 2011.

PORTES, T. de A.; CARVALHO, S.I.C. de; OLIVEIRA, I.P.; KLUTHCOUSKI, J. Análise do crescimento de uma cultivar de braquiária em cultivo solteiro e consorciado com cereais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, p.1349-1358, 2000.

SOUZA, F.R.; SILVA, I.M.; PELLIN, D.M.P.; BERGAMIN, A.C.; SILVA, R.P. Características agronômicas do cultivo de sunflower consorciado com *Brachiaria ruziziensis*. **Revista Ciência Agronômica**, v. 46, n. 1, p. 110-116, 2015.

TORRES, J.L.R.; PEREIRA, M.G.; FABIAN, A.J. Produção de fitomassa por plantas de cobertura e mineralização de seus resíduos em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, n.3, p.421-428, 2008.

2. OBJETIVOS

Avaliar as características agronômicas do milho, bem como as características produtivas e nutricionais do capim paiguás em diferentes sistemas forrageiros e épocas de semeadura.

Avaliar a produção de biomassa, relação C/N e a decomposição de palhada do milho e capim paiguás em diferentes sistemas forrageiros e épocas de semeadura.

Avaliar a concentração e acúmulo de nutrientes na biomassa do milho e capim paiguás em diferentes sistemas forrageiros e épocas de semeadura.

Avaliar as características agronômicas da soja sob a biomassa do milho e capim paiguás em diferentes sistemas forrageiros e épocas de semeadura.

3. CAPÍTULO I

CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS E NUTRICIONAIS DO MILHETO E DO CAPIM PAIAGUÁS EM DIFERENTES SISTEMAS FORRAGEIROS E ÉPOCAS DE SEMEADURA

(Normas African Journal Agricultural Research)

RESUMO: A consorciação de culturas anuais com gramíneas perenes é uma alternativa frequentemente adotada na região Centro-Oeste, por apresentar viabilidade econômica na utilização da mesma área para exploração agrícola e pecuária. No entanto, a maioria dos trabalhos de integração agricultura-pecuária avalia a utilização das forrageiras do gênero *Urochloa* em condições de consórcio com milho, sorgo e girassol. Com isto, existe carência de informações em relação à cultura do milheto, quando cultivado simultaneamente na mesma área com forrageiras tropicais. Sendo assim, objetivou-se, com este trabalho, avaliar as características agronômicas do milheto, bem como as características produtivas e nutricionais do capim paiaguás em diferentes sistemas forrageiros e épocas de semeadura na safrinha. O experimento foi conduzido a campo no município de Rio Verde, GO. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, em esquema fatorial 5 x 2, com três repetições, sendo cinco sistemas forrageiros: milheto em monocultivo; capim paiaguás em monocultivo; milheto consorciado com capim paiaguás na linha; milheto consorciado com capim paiaguás na entrelinha; e milheto consorciado com capim paiaguás na sobressemeadura, em duas épocas de semeadura (fevereiro e março). Os resultados permitiram constatar que o consórcio do milheto com o capim paiaguás na safrinha se mostrou uma técnica de

cultivo promissora para a produção de grãos na entressafra, na região Sudeste de Goiás, não tendo o capim paiaguás interferido no rendimento de grãos do milheto. A segunda época de semeadura proporcionou melhores rendimentos de grãos e sacas por hectare. Para a produção de forragem, o capim paiaguás semeado na sobressemeadura do milheto é prejudicado pelo consórcio, apresentando baixa produção de forragem. Já em relação à qualidade de forragem, a forma de semeadura no consórcio não influenciou nas características nutricionais do capim paiaguás.

Palavras-Chave: *Urochloa brizantha*, integração agricultura-pecuária, *Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.

AGRONOMIC CHARACTERISTICS AND NUTRITION OF MILLET AND GRASS PAIAGUÁS IN DIFFERENT FORAGE SYSTEMS AND SOWING PERIODS

ABSTRACT: The intercropping of annual crops with perennial grasses is an alternative often adopted in the Midwest, to present economic viability, using the same area for agricultural and livestock farming. However, most of the agriculture-livestock integration work evaluates the use of the *Urochloa* forage gender in intercropping conditions with corn, sorghum and sunflower. Thus, there is a lack of information regarding the millet crop when grown simultaneously in the same area with tropical forages. Thus, this study aimed to evaluate the agronomic characteristics of millet, as well as the productive and nutritional characteristics of grass Paiagua in different feed systems and sowing periods in the off-season. The experiment was carried out in the field in the city of Rio Verde, GO. The experimental design was randomized blocks in factorial scheme 5 x 2, with three replications and five feed systems: monocropped millet; monocropped Paiaguas grass; millet intercropped with Paiaguas grass in line; millet intercropped with Paiaguas grass between rows and pearl millet oversown and intercropped with Paiaguas grass and two sowing dates (February and March). The results demonstrated that millet intercropped with Paiaguas grass in the off-season proved to be a promising cultivation technique for grain production in off season in the Southeast of Goiás, where the Paiaguas grass does not affect the yield of millet grains. The second sowing gave better yields of grain and sacks per hectare. For forage production Paiaguas grass oversown in millet is hampered by the consortium, with low

forage production. Regarding the forage quality, the form of sowing in the consortium, did not influence the nutritional characteristics of Paiaguas grass.

Key words: *Urochloa brizantha*, agriculture-livestock integration, *Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.

3.1 INTRODUÇÃO

A consorciação entre culturas anuais e forrageiras tropicais tem sido adotada de forma crescente por produtores rurais do Cerrado (Pacheco et al., 2008), principalmente em função de estudos mostrarem a viabilidade do consórcio entre a cultura anual e as diversas espécies forrageiras, em semeadura simultânea (Petter et al., 2011).

Neste sistema, o produtor tem a possibilidade de três usos da área em uma única safinha após a colheita da soja de verão: o cultivo da cultura anual para a produção de grãos, o uso da forrageira para pastejo (exploração pecuária) e a produção de palhada para o sistema de plantio direto. Este sistema proporciona maior diversificação da produção, minimização dos riscos de perdas agrícolas e mais opções de culturas para a adoção de sucessão e rotação em solos cultivados no sistema de plantio direto (Horvathy Neto et al., 2012).

Apesar dos diversos benefícios observados em condições de consórcios, sua eficiência agrônômica depende de certas condições edafoclimáticas, peculiares a cada ambiente (Barducci et al., 2009). É importante considerar que o estabelecimento da forrageira com uma cultura consorciada ocorre sob condições de competição entre elas, principalmente quando a semeadura é simultânea. O plantio consorciado de culturas anuais e forrageiras tropicais é possível pela existência do diferencial de tempo e espaço e pelo acúmulo de biomassa entre as espécies. Entre as forrageiras utilizadas, destacam-se as gramíneas do gênero *Urochloa* (Ikeda et al., 2007; Pariz et al., 2010; Machado e Valle, 2011; Ribeiro et al., 2015). As vantagens da utilização desse gênero no sistema de integração estão no fato de essas espécies apresentarem sistema radicular abundante, contribuindo para a infiltração de água, além da agregação e aeração do solo (Kluthcoouski et al., 2004).

Essas forrageiras apresentam adaptação, tolerância e resistência a fatores abióticos, além da elevada produção de massa seca de adequado valor nutricional capaz de suprir as exigências dos animais, principalmente no período da entressafra (Brighenti

et al., 2008). A maioria das pesquisas é relativa ao consórcio entre milho (Maia et al., 2014), sorgo (Horvathy Neto et al., 2014) e girassol (Souza et al., 2015) e forrageiras. Entretanto, ainda são escassas as pesquisas com o uso do milheto (*Pennisetum glaucum* (L) R.BR) em consórcio com as gramíneas do gênero *Urochloa*.

Pela sua adaptação ao Cerrado, o milheto se destacou nos últimos anos, principalmente com o lançamento de genótipos precoces e de alta produtividade, oriundos de programas de melhoramento genético. Este fato fez com que o milheto deixasse de ser uma simples espécie de cobertura ou de produção de palha para o cultivo direto (Dan et al., 2009), passando a ser considerada uma cultura de alto valor econômico para produção de forragem, pastejo (Leão et al., 2012), silagem (Costa et al., 2012) e grãos (Costa et al., 2015).

Contudo, como o consórcio do milheto com espécies de *Urochloa* é muito pouco explorado, principalmente em condições de safrinha, há necessidade de mais informações, sobretudo no que diz respeito às recomendações de época de semeadura, sistema de plantio e exploração da produção de forma sustentável. Sendo assim, objetivou-se, com este trabalho, avaliar as características agronômicas do milheto, bem como as características produtivas e nutricionais do capim paiaguás em diferentes sistemas forrageiros e épocas de semeadura na safrinha.

3.2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido a campo (17°48' S ; 50°55' W ; e 748 m de altitude), no município de Rio Verde, GO, na safrinha de 2014, em um Latossolo Vermelho Distroférrico (Embrapa, 2013). Foram coletadas amostras do solo antes do plantio para determinação das características físicas e químicas, na camada de 0-20 cm. A . A caracterização foi de 600, 140, 260 g kg⁻¹ de argila, silte e areia, respectivamente; pH em CaCl₂: 6,02; Ca: 3,50 cmol_c dm⁻³; Mg: 1,43 cmol_c dm⁻³; Al: 0,05 cmol_c dm⁻³; Al+H: 5,90 cmol_c dm⁻³; K: 0,35 cmol_c dm⁻³; CTC: 11,18 cmol_c dm⁻³; V: 47,22%; P (mehlich): 2,29 mg dm⁻³; Cu: 3,50 mg dm⁻³; Zn: 5,10 mg dm⁻³; Fe: 34,1 mg dm⁻³; e M.O.: 37,06 g kg⁻¹.

Antes da instalação do experimento, a área havia sido cultivada com sorgo sacarino e *Urochloa brizantha* cv. Marandu, o que proporcionou, após sua dessecação, incremento na M.O do solo, justificando os valores verificados na análise do solo. O preparo da área foi feito pela dessecação das plantas daninhas com uso do herbicida

glifosato 3,5 L ha⁻¹ (480 g L⁻¹ equivalente ácido), com volume de calda de 150 L ha⁻¹. Trinta dias após a dessecação, foi feita a gradagem, com grade aradora, para eliminação das plantas daninhas não controladas pelo herbicida, seguida de uma subsoladora e grade niveladora. A correção da acidez do solo foi feita com calcário calcítico com 100% de PRNT, com aplicação de 675 kg ha⁻¹, incorporados 30 dias antes da semeadura.

Uma semana antes da implantação do ensaio, foi feita uma segunda operação de gradagem niveladora e abertura de sulcos de semeadura, com uso de uma semeadora, com espaçamento entrelinhas de 0,50 m. Os sulcos para semeadura do capim paiaguás, na entrelinha e sobressemeadura do milho foram abertos manualmente com uso de enxadas, na profundidade de 3 cm.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, em esquema fatorial cinco x dois, com três repetições, sendo cinco 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 consorciado com capim paiaguás na sobressemeadura, em duas épocas de semeadura (fevereiro e março). O híbrido de milho utilizado foi o ADR 8010, de porte médio e duplo propósito (produção de forragem e grãos).

As semeaduras foram feitas em 12 de fevereiro e 04 de março, com uso de 240 kg ha⁻¹ de P₂O₅, tendo como fonte superfosfato simples e 20 kg ha⁻¹ de FTE BR 12. No monocultivo e no consorciado, o milho foi semeado a 3 cm de profundidade. O capim paiaguás no plantio em linha, na entrelinha a 0,25 m da linha do milho e na sobressemeadura foi semeado aos 15 dias após a semeadura do milho nas entrelinhas a 0,25 m, a 6 cm de profundidade. Foram utilizadas para o milho 12 kg de sementes ha⁻¹, visando a atingir uma população final entre 250 e 300 mil plantas ha⁻¹; para as espécies forrageiras, foram utilizadas 5 kg de sementes puras, viáveis, por hectare. Em todos os sistemas forrageiros, as parcelas foram constituídas por oito linhas de 3,0 m de comprimento. A área útil foi obtida considerando apenas as quatro linhas centrais, eliminando 0,5 m de cada extremidade.

Foram feitas adubações em cobertura aos 30 e 50 dias após a semeadura (DAS), tendo sido aplicados a lanço 60 kg ha⁻¹ de nitrogênio e 40 kg ha⁻¹ K₂O, na forma de ureia e cloreto de potássio, respectivamente. Para o controle das plantas daninhas em pós-emergência, foram feitas capinas manuais semanalmente até 50 DAS. Foi feito o controle da lagarta do cartucho, *Spodoptera frugiperda*, com duas aplicações de

chlorpyrifos (L/ha) e teflubenzurom (50 ml/ha), aos 40 e 50 DAS, e duas aplicações (37 e 44 DAS) de Azoxtrobina + ciproconazol com 0,5 L ha⁻¹.

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

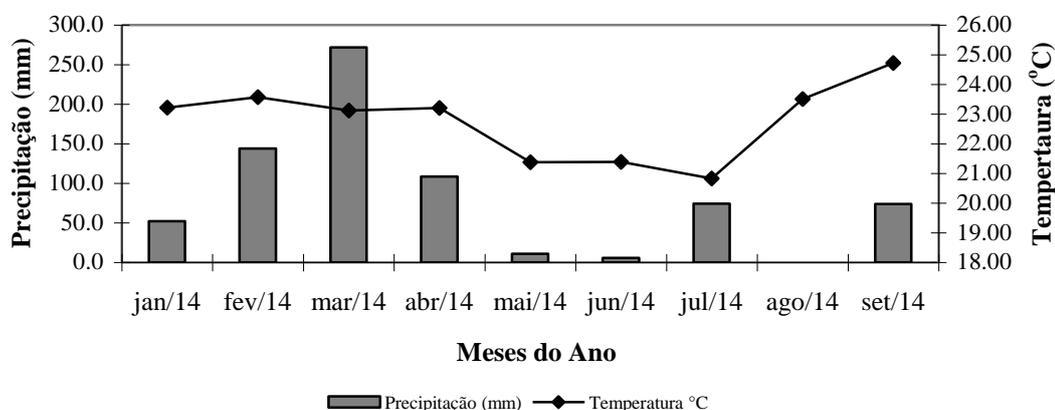


Figura 1. Precipitações pluviais e temperaturas médias registradas durante o período de janeiro de 2014 a setembro de 2014, em Rio Verde-GO.

As características agrônômicas avaliadas do milho em monocultivo e consorciado foram: altura de plantas (medidas da superfície do solo até a primeira folha bandeira aos 30 DAS e até o ápice da panícula aos 60 e 90 DAS), diâmetro do colmo (altura do colo com auxílio de um paquímetro digital) e tamanho da panícula aos 30, 60 e 90 DAS (mensurado com uma trena da base da panícula até o ápice). A colheita do milho foi feita manualmente aos 115 e 118 DAS, para a primeira e segunda época de semeadura, respectivamente, quando as plantas se encontravam no estágio de maturidade fisiológica. Na colheita, foram avaliados, na área útil das parcelas, rendimento de grãos (pesagem dos grãos, corrigida para 13% de umidade) e massa de mil grãos (pesagem de mil grãos, em gramas, corrigida para 13% de umidade).

Após a colheita do milho, foram avaliados a altura de plantas, medida, com auxílio de uma trena graduada, da superfície do solo até a curvatura da lâmina foliar, o número de perfilhos por metro linear e a produção de massa seca do capim paiaguás até o início do período chuvoso (setembro). A forrageira foi avaliada em regime de cortes sucessivos, sendo coletadas amostras de 1 m², direcionando o quadrado aleatoriamente dentro de cada parcela, fazendo o corte a 0,20 m de altura do solo, visando a manter a altura de resíduo adequada para proporcionar a rebrota do capim.

O primeiro corte para a colheita do milho foi feito em 04/06/14 e 24/06/14 para a primeira e segunda época, respectivamente. O segundo corte foi feito 79 dias após o primeiro, em 22/08/14 (primeira época), e 72 dias, em 04/09/14 (segunda época), devido ao baixo desenvolvimento das forrageiras em período de baixa precipitação, considerado período da seca. Após ambos os cortes de avaliação, foi feito o corte de uniformização de todas as plantas da área experimental, na mesma altura das plantas avaliadas, sendo retirado da área o resíduo resultante da uniformização, visando a simular o pastejo das forrageiras.

O material coletado foi acondicionado em sacos plásticos e pesado para a avaliação da produção de massa seca total, tendo este dado sido calculado transformando a massa obtida pela amostra em 1m quadrado, em kg ha⁻¹. Posteriormente, o material coletado foi 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 até massa constante. Posteriormente, as amostras foram moídas em moinho do tipo Willy, com peneira de 1 mm de diâmetro, e armazenadas em potes de plásticos para posterior análise bromatológica.

As análises bromatológicas foram feitas para determinação da matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA), segundo método descrito por 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, desenvolvido pela ANKON®, usando o instrumento “Daisy incubator”, da Ankom Technology (*in vitro true digestibility- IVTD*). A coleta do líquido ruminal foi feita em dois bovinos machos fistulados, com peso médio de 550 kg, tendo os animais sido mantidos a pasto de capim marandu.

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, com o nível de significância de 5% de probabilidade. As análises estatísticas foram feitas utilizando o software estatístico SISVAR 4,6 (Ferreira, 2011).

3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Milheto (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.)

A altura de plantas do milheto aos 30, 60 e 90 DAS não foi influenciada ($P>0,05$) pela interação sistemas forrageiros e épocas de semeadura e efeito isolado de sistemas forrageiros. Portanto, pode-se inferir que as plantas do capim paiaguás não influenciaram a altura do milheto (Tabela 01). No entanto, houve efeito significativo ($P<0,05$) para épocas de semeadura. Verifica-se que a semeadura feita na primeira época resultou em menor altura de plantas aos 30 DAS, para todos os sistemas forrageiros. Esse resultado pode estar correlacionado com a distribuição irregular de chuvas em fevereiro, Figura 1, quando foram constatadas frequentes estiagens no início da emergência, prejudicando, assim, o desenvolvimento inicial das plantas.

Já aos 60 e 90 DAS, apenas a altura de planta do milheto em monocultivo foi influenciada, com maior altura na primeira época de semeadura. Vale ressaltar que o milheto é uma planta sensível a dias curtos, pois floresce em fotoperíodo menor que 12 horas (Leão et al., 2012), deste modo, a semeadura mais tardia reduz o estágio vegetativo e antecipa o florescimento, o que pode ter ocasionado menor altura de plantas na segunda época para o milheto em monocultivo.

Costa et al. (2005) verificaram efeito do fotoperíodo e também da disponibilidade hídrica no desempenho agrônômico de genótipos de milheto em condições de safrinha e observaram que a semeadura do milheto em março ocasionou redução do ciclo da cultura quando comparada à semeadura em janeiro. A altura de plantas observada por estes autores foi de 160 cm para o ENA 1 e de 127 cm para BRS 1501. Cabe ressaltar que estas variedades são destinadas para cobertura do solo, portanto, apresentam maior perfilhamento em comparação com o híbrido ADR 8010, que não apresenta perfilhamento quando a população de plantas está dentro do recomendado, apresentando maior altura.

Tabela 1. Altura de plantas aos 30, 60 e 90 dias após a semeadura (DAS) do milho em monocultivo e consorciado com capim paiaguás em diferentes sistemas forrageiros e épocas de semeadura.

Sistemas forrageiros	Épocas de semeadura	
	Primeira	Segunda
	Altura de plantas aos 30 DAS (cm)	
Milho em monocultivo	43,46 Ab	76,33 Aa
Milho x capim paiaguás na linha	42,60 Ab	68,40 Aa
Milho x capim paiaguás na entrelinha	42,20 Ab	69,00 Aa
Milho x capim paiaguás na sobressemeadura	44,33 Ab	75,53 Aa
CV (%)	..... 15,72	
	Altura de plantas aos 60 DAS (cm)	
Milho em monocultivo	204,0 Aa	185,6 Ab
Milho x capim paiaguás na linha	186,3 Aa	175,3 Aa
Milho x capim paiaguás na entrelinha	195,0 Aa	187,6 Aa
Milho x capim paiaguás na sobressemeadura	193,3 Aa	189,3 Aa
CV (%)	..... 4,07	
	Altura de plantas aos 90 DAS (cm)	
Milho em monocultivo	215,0 Aa	198,0 Ab
Milho x capim paiaguás na linha	192,3 Aa	184,3 Aa
Milho x capim paiaguás na entrelinha	206,3 Aa	193,6 Aa
Milho x capim paiaguás na sobressemeadura	207,3 Aa	194,6 Aa
CV (%)	..... 4,82	

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

Ao avaliar o diâmetro do colmo aos 30 e 60 DAS, verificou-se não ter ocorrido efeito significativo ($P > 0,05$) entre os sistemas forrageiros (Tabela 2). No entanto, aos 90 DAS para as duas épocas de semeadura, o menor diâmetro do colmo foi obtido no milho consorciado com capim paiaguás na linha. Esses resultados são atribuídos à maior competição das plantas por água, luz, nutrientes e espaço físico, pois a semeadura de ambas as espécies foi feita na mesma linha. Além disso, aos 90 dias, já se observa baixa precipitação, Figura 1, aumentando ainda mais a competição das plantas por água.

Por outro lado, para os sistemas consorciados na entrelinha e sobressemeadura, não houve influência negativa no desenvolvimento do milho decorrente da competição com as plantas de *Urochloa*, favorecendo essa forma de semeadura. Certamente, isso se deve às duas espécies serem gramíneas, que apresentam o mesmo metabolismo fotossintético C4, explorando de forma eficiente a luminosidade disponível (Taiz e Zaiger, 2010), além de apresentarem alta eficiência do sistema radicular em explorar água e nutrientes do solo.

Tabela 2. Diâmetro do colmo aos 30, 60 e 90 dias após a semeadura (DAS) do milho em monocultivo e consorciado com capim paiaguás em diferentes sistemas forrageiros e épocas de semeadura.

Sistemas forrageiros	Épocas de semeadura	
	Primeira	Segunda
	Diâmetro do colmo aos 30 DAS (cm)	
Milho em monocultivo	0,80 Ab	0,90 Aa
Milho x capim paiaguás na linha	0,65 Bb	0,73 Aa
Milho x capim paiaguás na entrelinha	0,79 Aa	0,83 Aa
Milho x capim paiaguás na sobressemeadura	0,87 Aa	0,90 Aa
CV (%)	..... 15,18	
	Diâmetro do colmo aos 60 DAS (cm)	
Milho em monocultivo	1,33 Aa	0,113 Ab
Milho x capim paiaguás na linha	1,23 Aa	0,96 Ab
Milho x capim paiaguás na entrelinha	1,26 Aa	1,00 Ab
Milho x capim paiaguás na sobressemeadura	1,23 Aa	1,06 Ab
CV (%)	..... 8,77	
	Diâmetro do colmo aos 90 DAS (cm)	
Milho em monocultivo	1,50 Aa	1,46 Aa
Milho x capim paiaguás na linha	1,03 Bb	1,10 Ba
Milho x capim paiaguás na entrelinha	1,30 Ab	1,53 Aa
Milho x capim paiaguás na sobressemeadura	1,16 ABb	1,46 Aa
CV (%)	..... 11,08	

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

Comparando as épocas de semeadura, observa-se na Tabela 2 que a primeira época apresentou o menor diâmetro do colmo aos 30 DAS em comparação com a segunda época, pela menor disponibilidade de chuva nos estágios iniciais. Comportamento inverso ocorreu aos 60 DAS, quando se verificou maior diâmetro do colmo na primeira época. Certamente, o principal fator que contribuiu para maior diâmetro do colmo na primeira época está relacionado ao melhor balanço hídrico neste período, Figura 1, favorecendo o desenvolvimento das plantas, e também à plasticidade das espécies em aproveitar as melhores condições ambientais, aliada ao maior estágio vegetativo decorrente do fotoperíodo.

O tamanho da panícula aos 60 e 90 DAS na primeira época não foi influenciado ($P > 0,05$) pelos sistemas forrageiros. Entretanto, na segunda época, o tamanho da panícula do milho em monocultivo diferiu ($P < 0,05$) do consorciado na linha, que apresentou o menor valor (Tabela 3). Esse resultado é decorrente da competição por plantas nessa forma de semeadura, conforme ocorrido na avaliação do diâmetro do caule aos 90 dias.

Tabela 3. Tamanho da panícula aos 60 e 90 dias após a semeadura (DAS) do milho em monocultivo e consorciado com capim paiaguás em diferentes sistemas forrageiros e épocas de semeadura.

Sistemas forrageiros	Épocas de semeadura	
	Primeira	Segunda
	Tamanho da panícula aos 60 DAS (cm)	
Milho em monocultivo	25,10 Aa	25,86 Aa
Milho x capim paiaguás na linha	25,43 Aa	23,18 Bb
Milho x capim paiaguás na entrelinha	25,13 Aa	24,92 ABa
Milho x capim paiaguás na sobresemeadura	23,63 Aa	24,07 ABa
CV (%)	..... 4,39	
	Tamanho da panícula aos 90 DAS (cm)	
Milho em monocultivo	26,60 Aa	28,06 Aa
Milho x capim paiaguás na linha	27,33 Aa	24,13 Bb
Milho x capim paiaguás na entrelinha	27,00 Aa	27,00 ABa
Milho x capim paiaguás na sobresemeadura	23,90 Ba	25,76 ABa
CV (%)	..... 5,09	

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

Costa et al. (2005), comparando a produtividade e a biomassa de diferentes cultivares de milho na safrinha, observaram comprimentos da panícula variando de 32,2cm (BRS 1501), 35,5cm (SounaII) e 59,9 cm (ENA2), valores superiores aos observados neste trabalho. Isto se deve à diferença entre os genótipos avaliados neste estudo, que são caracterizados por apresentarem panículas grandes e também pelo fato de nos estádios iniciais de desenvolvimento do milho ter ocorrido baixa disponibilidade de água para a cultura (Figura 1).

Comparando as épocas de semeadura, observa-se na Tabela 3 que apenas o milho consorciado com capim paiaguás na linha foi influenciado, com menor tamanho da panícula na segunda época. Coimbra e Nakagawa, (2006), avaliando o efeito de três épocas de semeadura (janeiro, fevereiro e março) na cultivar BN2, não verificaram influência de épocas no tamanho da panícula, encontrando valores entre 15,10 e 14,41 cm, portanto, inferiores aos obtidos neste trabalho.

O rendimento de grãos e massa de 1000 grãos do milho foi semelhante ($P > 0,05$) em relação aos sistemas forrageiros, nas duas épocas de avaliação, Tabela 4, comprovando a viabilidade dos sistemas consorciados, em que o capim paiaguás não prejudicou o desenvolvimento do milho para a produção de grãos.

Tabela 4. Rendimento de grãos, massa de 1000 grãos e saca por hectare do milho em monocultivo e consorciado com capim paiaguás em diferentes sistemas forrageiros e épocas de semeadura.

Sistemas forrageiros	Épocas de semeadura	
	Primeira	Segunda
	Rendimento de grãos (kg ha⁻¹)	
Milho em monocultivo	2008,4 Ab	2614,3 Aa
Milho x capim paiaguás na linha	2264,7 Ab	2592,6 Aa
Milho x capim paiaguás na entrelinha	2338,3 Ab	2974,6 Aa
Milho x capim paiaguás na sobressemeadura	2041,0 Ab	2360,4 Aa
CV (%)	..... 21,29	
	Massa de 1000 grãos (g)	
Milho em monocultivo	9,61 Aa	8,33 Aa
Milho x capim paiaguás na linha	9,61 Aa	7,66 Aa
Milho x capim paiaguás na entrelinha	9,58 Aa	8,56 Aa
Milho x capim paiaguás na sobressemeadura	9,21 Aa	7,65 Aa
CV (%)	..... 13,48	

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

Para épocas de semeadura, o rendimento de grãos na segunda época foi maior em todos os sistemas forrageiros, que apenas apresentou efeito isolado no sistema do milho com capim paiaguás na sobressemeadura, que não diferenciou em produtividade nas duas épocas avaliadas. A massa de 100 grãos não foram influenciadas pela época de semeadura.

A média de rendimento de grãos do milho foi semelhante à obtida por Costa et al. (2005), que, avaliando genótipos de milho semeados em duas épocas, verificaram produção de grãos de milho ENA 2 de 2.456 kg ha⁻¹.

Geraldo et al. (2000) encontraram valores de massa de mil grãos variando de 6,8 g na cultivar BN2, 6,8 g na IAPAR, 12,0 g na HKP3 e 12,1g na cultivar Guerguera. Esses valores foram próximos aos encontrados nesse estudo para a cultivar ADR 8010. A diferença de resultados pode ser decorrente dos diferentes híbridos utilizados nos dois estudos, sendo o ADR 8010 um híbrido com alto potencial de produção de grãos.

De acordo com Durães et al. (2003), o ambiente afeta o número de grãos ao final da colheita, efeito decorrente das baixas temperaturas, que têm relação direta com a morte da espiguetta, esterilidade da espiguetta e macho esterilidade e também decorrente do estresse hídrico nos estágios iniciais do desenvolvimento do milho, principalmente durante o desenvolvimento da panícula e enchimento dos grãos. O que explicaria o menor rendimento de grãos verificado na primeira época.

Diante dos resultados obtidos, é possível afirmar que, mesmo em condição de consórcio, em que se tem maior competição por luz, água e nutriente, o milho consorciado em todas as formas de semeadura não foi influenciado pela presença do capim paiaguás, mostrando a importância dos sistemas consorciados para produção de grãos na entressafra.

***Urochloa brizantha* cv. BRS Paiaguás**

A altura de plantas do capim paiaguás foi influenciada ($P < 0,05$) pela interação sistemas forrageiros e épocas de semeadura (Tabela 05). Verifica-se que, em ambas as épocas, a altura de plantas do primeiro corte do capim paiaguás em monocultivo e consorciado com milho em linha e entrelinha apresentou o maior valor, quando comparada com a sobressemeadura.

Vale ressaltar que a forma de semeadura do capim paiaguás na sobressemeadura afeta drasticamente o desenvolvimento da forrageira. Esse resultado é devido ao estabelecimento do capim ter ocorrido 15 dias após a emergência do milho, o que resultou em maior competição interespecífica entre o milho e o capim, uma vez que o milho já se encontrava no estágio de desenvolvimento dois, quando o capim paiaguás foi semeado. Isto acarretou sombreamento nos estádios iniciais do capim, reduzindo, deste modo, a quantidade e a qualidade de radiação interceptada pelo estrato inferior do dossel, afetando o crescimento do capim paiaguás.

Resultados semelhantes de altura de plantas foram obtidos por Seidel et al. (2014) com *Urochloa brizantha* cv. MG4, que, em semeadura simultânea, apresentou médias de 88,00 e 78,75 cm nos sistemas de semeadura em linha e entrelinha do milho. Verificaram também alturas de 33,25 e 35,75 cm quando a semeadura do capim ocorreu 25 dias após a semeadura do milho, nos sistemas de linha e entrelinha, respectivamente, equivalendo a uma redução de 62 e 55%.

Com relação às épocas de semeadura, observa-se na Tabela 5 que, no primeiro corte, a segunda época proporcionou as menores alturas em todos os sistemas forrageiros em decorrência da distribuição irregular de chuvas em fevereiro, Figura 1, mês em que ocorreram estiagens no início da emergência, prejudicando, assim, o desenvolvimento inicial das plantas.

Tabela 5. Altura de plantas (cm) e número de perfilhos do capim paiaguás em monocultivo e consorciado em diferentes sistemas forrageiros e épocas de semeadura.

Sistemas forrageiros	Épocas de semeadura	
	Primeira	Segunda
Altura de plantas - 1º corte		
Capim paiaguás em monocultivo	91,66 Aa	73,00 Ab
Milheto x capim paiaguás na linha	85,33 ABa	66,33 ABb
Milheto x capim paiaguás na entrelinha	73,33 ABa	55,00 Bb
Milheto x capim paiaguás na sobressemeadura	53,33 Ca	39,33 Cb
CV (%)	..... 7,83	
Altura de plantas - 2º corte		
Capim paiaguás em monocultivo	63,66 Aa	58,00 Aa
Milheto x capim paiaguás na linha	47,33 Aa	41,00 Aa
Milheto x capim paiaguás na entrelinha	52,00 Aa	49,00 Aa
Milheto x capim paiaguás na sobressemeadura	22,33 Ba	22,66 Ba
CV (%)	..... 23,31	
Número de perfilhos - 1º corte		
Capim paiaguás em monocultivo	320,66 Ab	478,00 Aa
Milheto x capim paiaguás na linha	298,33 Aa	285,33 Ba
Milheto x capim paiaguás na entrelinha	327,33 Aa	271,00 Ba
Milheto x capim paiaguás na sobressemeadura	230,33 Ba	209,33 Ca
CV (%)	..... 20,20.....	
Número de perfilhos - 2º corte		
Capim paiaguás em monocultivo	263,33 Aa	272,33 Aa
Milheto x capim paiaguás na linha	187,66 Ba	168,00 Ba
Milheto x capim paiaguás na entrelinha	205,33 Ba	177,00 Ba
Milheto x capim paiaguás na sobressemeadura	159,00 Ca	145,00 Ca
CV (%)	..... 9,13.....	

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

Para altura de plantas do segundo corte, Tabela 5, observa-se que a menor altura foi obtida no consórcio do capim paiaguás na sobressemeadura, em ambas as épocas. Vale ressaltar que, mesmo após a colheita do milho, o capim paiaguás não conseguiu ter o mesmo desenvolvimento em comparação aos outros sistemas forrageiros. Nesse contexto, pode-se inferir que essa forma de semeadura é uma técnica de cultivo não eficaz para formação de pastagens para serem utilizadas na entressafra.

Por outro lado, a semelhança na altura de plantas no segundo corte dos sistemas forrageiros capim paiaguás em monocultivo em comparação ao consórcio em linha e entrelinha indica que o milho não prejudicou o desenvolvimento do capim paiaguás,

uma vez que não ocorreu competição por recursos. A forma de crescimento ereto de ambas as forrageiras contribuiu para o plantio consorciado.

Em relação às épocas de semeadura, no segundo corte, não houve influência ($P>0,05$) das épocas em todos os sistemas forrageiros, mostrando resultados semelhantes de altura das plantas.

Cabe ressaltar que o capim paiaguás assim como o milho apresentam alta eficiência no uso da água. No entanto, quando é observada menor disponibilidade hídrica, a presença do milho pode ocasionar maior competição e interferir de forma mais contundente no desenvolvimento da forrageira, como se pode observar neste trabalho. O fato de não se verificar efeito de época de semeadura no segundo corte reforça esta explicação, uma vez que, na ausência do milho, as forrageiras apresentaram o mesmo desempenho no segundo corte. As duas espécies apresentam o mesmo metabolismo fotossintético C4, sendo altamente dependentes de luminosidade para alcançar um ponto ótimo na taxa fotossintética, além de também apresentarem alta eficiência do sistema radicular em explorar água e nutrientes do solo, portanto, consideradas espécies altamente competitivas (Taiz e Zaiger 2010). O consórcio do milho com capim paiaguás na sobressemeadura afetou ($P<0,05$) negativamente o número de perfilho, Tabela 5, no primeiro corte da primeira época de semeadura.

A baixa quantidade de luz disponível para o capim paiaguás em consórcio prejudicou o aparecimento e o desenvolvimento de novas gemas laterais que dão origem a novos perfilhos, reduzindo, assim, seu número (Soares et al., 2009). No entanto, para os sistemas consorciados em linha e entrelinha, os resultados foram semelhantes ao capim paiaguás em monocultivo. Já na segunda época, o maior número de perfilhos foi obtido no capim paiaguás em monocultivo, evidenciando os efeitos do sombreamento.

Seidel et al. (2014) verificaram número de perfilhos em *Braquiaria brizantha* cv. MG4 inferior ao observado neste estudo, de 62,75 e 68,25 no sistema de linha e entrelinhas em semeadura simultânea com a cultura do milho, e de 163,67 e 149 em linha e entrelinhas em sistema de sobressemeadura (25 DAS), verificando, neste caso, ao contrário do observado neste estudo, que o sombreamento do milho induziu maior perfilhamento.

Considerando as épocas de semeadura dentro dos sistemas forrageiros, apenas o capim paiaguás em monocultivo apresentou efeito significativo ($P<0,05$), com maior número de perfilhos quando a semeadura foi feita na segunda época. Este resultado corrobora a altura de plantas, que foi maior na primeira época, uma vez que o maior

tamanho da lâmina foliar pode reduzir a produção de novos perfilhos. Como já comentado, a qualidade da luz que chega aos estratos inferiores pode ser reduzida pela maior interceptação luminosa no dossel, atrasando, deste modo, o desenvolvimento das gemas axilares em perfilhos (Soares et al., 2009). Isto explica o maior número de perfilhos observados na segunda época de semeadura, que também apresentou menor altura de plantas.

A produção de massa seca foi influenciada ($P < 0,05$) pelos sistemas forrageiros, pois o sistema em sobressemeadura apresentou médias inferiores aos demais sistemas. E quando comparada com o capim paiaguás em monocultivo, a média de massa seca (kg ha^{-1}) foi 70% e 59% inferior para a primeira e 50% e 57% para a segunda época do primeiro e segundo corte, respectivamente, indicando que o cultivo neste sistema não apresentou produção satisfatória de massa seca (Tabela 6).

Os valores de produção de massa seca observada neste estudo foram semelhantes ao observado por Leonel et al. (2009), com valores de 7.568 kg ha^{-1} em cultivo exclusivo do capim marandu. Já Pariz et al. (2010) verificaram produções de 4.128 e 4.168 kg ha^{-1} de espécies de *Urochloa* consorciadas com o milho na linha e a lança. Machado e Valle (2011), avaliando o desempenho agrônômico de genótipos de capim braquiária em sucessão à soja durante três anos (2007, 2008 e 2009), verificaram que *Urochloa brizantha*, linhagem B6, capim paiaguás produziram massa seca variando de 4.541 , 5.299 e 6.116 kg ha^{-1} , respectivamente. O efeito negativo da sobressemeadura sobre a produção de massa seca do capim-MG4 também foi relatado por Seidel et al. (2014), que verificaram redução, respectivamente, de 81,70 e 62,56% quando a forrageira foi semeada em sistema de linha e entrelinha 25 dias após a semeadura do milho.

As épocas de semeadura não influenciaram ($P > 0,05$) a produção de massa seca dos sistemas forrageiros nos dois cortes (Tabela 6). O segundo corte foi o que proporcionou menor produção, pela dificuldade de rebrota em condições de diminuição da precipitação e também pela redução da temperatura, Figura 1, importantes fatores no desenvolvimento e produtividade da forrageira.

Tabela 6. Produção de massa seca (MS kg ha⁻¹) e relação folha:colmo do capim paiaguás em monocultivo e consorciado em diferentes sistemas forrageiros e épocas de semeadura.

Sistemas forrageiros	Épocas de semeadura	
	Primeira	Segunda
Produção de MS - 1º corte		
Capim paiaguás em monocultivo	7.408 Aa	6.320 Aa
Milheto x capim paiaguás na linha	5.488 Aa	4.332 Aa
Milheto x capim paiaguás na entrelinha	5.379 Aa	4.265 Aa
Milheto x capim paiaguás na sobressemeadura	2.169 Ba	2.590 Ba
CV (%)	..... 21,67	
Produção de MS - 2º corte		
Capim paiaguás em monocultivo	2.574 Aa	2.450 Aa
Milheto x capim paiaguás na linha	2.183 Aa	2.281 Aa
Milheto x capim paiaguás na entrelinha	2.038 Aa	2.619 Aa
Milheto x capim paiaguás na sobressemeadura	1.272 Ba	1.058 Ba
CV (%)	..... 14,8	
Relação folha:colmo - 1º corte		
Capim paiaguás em monocultivo	0.940 Ba	0.894 Ba
Milheto x capim paiaguás na linha	1.392 Aa	1.261 Aa
Milheto x capim paiaguás na entrelinha	1.299 Aa	1.268 Aa
Milheto x capim paiaguás na sobressemeadura	1.240 Aa	1.234 Aa
CV (%)	..... 13,32	
Relação folha:colmo - 2º corte		
Capim paiaguás em monocultivo	1.020 Ba	1.010 Ba
Milheto x capim paiaguás na linha	1.423 Aa	1.223 Aa
Milheto x capim paiaguás na entrelinha	1.280 Aa	1.353 Aa
Milheto x capim paiaguás na sobressemeadura	1.276 Aa	1.230 Aa
CV (%)	..... 7,68.....	

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

A relação folha:colmo nos dois cortes apresentou diferença significativa ($P < 0,05$) apenas para o capim paiaguás em monocultivo, que obteve menor relação, quando comparado aos sistemas consorciados (Tabela 06). Esse resultado provavelmente se deve ao maior crescimento e desenvolvimento do capim em sistema exclusivo, que resultou em maior proporção de colmo, pelo alongamento da lâmina foliar. Estes resultados foram semelhantes ao observado por Leonel et al. (2009), que obtiveram relação folha:colmo em torno de 1,0 quando foi utilizado o consórcio do milho com capim marandu. No entanto, quando se comparam as épocas, a relação folha:colmo foi semelhante em todos os sistemas forrageiros ($P > 0,05$), nas duas épocas analisadas.

O sistema forrageiro do capim paiaguás em monocultivo do primeiro corte das duas épocas de semeadura apresentou maiores teores de FDN e FDA, diferenciando-se ($P < 0,05$) dos sistemas consorciados (Tabela 7). Esse resultado pode estar associado à maior proporção de colmo nesse sistema, o que resultou em maior quantidade de fibras.

Tabela 7. Teores de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) do capim paiaguás em monocultivo e consorciado em diferentes sistemas forrageiros e épocas de semeadura.

Sistemas forrageiros	Épocas de semeadura	
	Primeira	Segunda
FDN (%) - 1º corte		
Capim paiaguás em monocultivo	74,12 Aa	74,04 Aa
Milheto x capim paiaguás na linha	68,38 Ba	69,59 Ba
Milheto x capim paiaguás na entrelinha	68,78 Ba	70,56 Ba
Milheto x capim paiaguás na sobressemeadura	68,07 Ba	68,68 Ba
CV (%)	..... 4,20	
FDN (%) - 2º corte		
Capim paiaguás em monocultivo	67,15 Aa	65,57 Aa
Milheto x capim paiaguás na linha	65,44 Aa	62,24 Aa
Milheto x capim paiaguás na entrelinha	63,80 Aa	63,37 Aa
Milheto x capim paiaguás na sobressemeadura	66,36 Aa	63,18 Aa
CV (%)	..... 4,25	
FDA (%) - 1º corte		
Capim paiaguás em monocultivo	47,86 Aa	46,71 Aa
Milheto x capim paiaguás na linha	44,19 Ba	40,76 Ba
Milheto x capim paiaguás na entrelinha	42,99 Ba	41,91 Ba
Milheto x capim paiaguás na sobressemeadura	43,89 Ba	40,26 Ba
CV (%)	..... 7,68	
FDA (%) - 2º corte		
Capim paiaguás em monocultivo	39,91 Aa	33,34 Ab
Milheto x capim paiaguás na linha	39,55 Aa	35,16 Ab
Milheto x capim paiaguás na entrelinha	37,87 Aa	35,22 Ab
Milheto x capim paiaguás na sobressemeadura	39,62 Aa	33,45 Ab
CV (%)	..... 5,02	

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

Com relação ao segundo corte, os teores de FDN e FDA foram semelhantes ($P > 0,05$). Vale ressaltar que no segundo corte já não havia a presença do milheto, com isso, houve crescimento mais uniforme das forrageiras, mesmo nos períodos (agosto e setembro) em que a precipitação ainda não estava estabilizada. Os resultados de FDN e FDA obtidos nesse estudo foram semelhantes aos encontrados por Pariz et al. (2010), que, avaliando a composição bromatológica de cultivares de *Urochloa* em consórcio

com milho, encontraram teores de FDN de 66,4 a 74,3% e 70,3 a 78,1% e de FDA de 40,0 a 43,1 e 41,6 a 49,5 para os capins mulato e marandu, respectivamente.

Quando avaliadas as épocas de semeadura, observa-se, na Tabela 7, que os teores de FDN da primeira e segunda época foram semelhantes ($P>0,05$) em todos os sistemas forrageiros, mas o mesmo foi constatado para os teores de FDA do primeiro corte. No entanto, para o segundo corte, a segunda época de semeadura proporcionou menores teores de FDA, com média de 34,29%. Esses menores teores de FDN e FDA verificados no segundo corte podem ser explicados pelo menor estágio de desenvolvimento fisiológico da forrageira, que apresentava 78 dias de ciclo, comparado aos 115 e 118 dias do primeiro corte, portanto, com menor quantidade fibras.

Além disso, após a colheita do milho, houve a retomada da emissão de novos perfilhos, influenciada também pelo início do período chuvoso (setembro), proporcionando forragem de melhor qualidade. Este fato comprova que o consórcio de milho com o capim paiaguás pode ser considerado excelente alternativa para utilização no sistema de integração agricultura-pecuária no período de entressafra, época de baixa produção e de forragem de baixa qualidade.

Ao avaliar os teores de PB do primeiro e segundo corte, observou-se semelhança nos resultados entre os sistemas forrageiros e épocas de semeadura ($P>0,05$) (Tabela 8). Os teores de PB obtidos nesse estudo foram semelhantes aos encontrados por Maia et al. (2014), que, avaliando a composição bromatológica de forrageiras do gênero *Urochloa* 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. Já Machado e Valle (2011) encontraram teores de PB variando de 11,9 a 15,5% para o capim paiaguás (linhagem B6).

Van Soest (1994) relatou que as bactérias celulolíticas ruminais têm desenvolvimento satisfatório, se o teor de PB for igual ou superior a 7,0%. Deste modo, pode-se observar que os teores de PB verificados em todos os sistemas forrageiros e épocas de semeadura atendem as exigências nutricionais. Diante disso, pode-se concluir pela importância da utilização da integração agricultura-pecuária para fornecimento de forragem de qualidade no período de entressafra, época em que, normalmente, há baixa disponibilidade de forragem, em decorrência da sazonalidade de sua produção.

Tabela 8. Teores de proteína bruta (PB) e digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) do capim paiaguás em monocultivo e consorciado em diferentes sistemas forrageiros e épocas de semeadura.

Sistemas forrageiros	Épocas de semeadura	
	Primeira	Segunda
	PB (%) - 1º corte	
Capim paiaguás em monocultivo	12,44 Aa	12,57 Aa
Milheto x capim paiaguás na linha	11,68 Aa	12,24 Aa
Milheto x capim paiaguás na entrelinha	12,85 Aa	12,69 Aa
Milheto x capim paiaguás na sobressemeadura	11,88 Aa	12,52 Aa
CV (%)	..... 5,83	
	PB (%) - 2º corte	
Capim paiaguás em monocultivo	13,20 Aa	14,16 Aa
Milheto x capim paiaguás na linha	14,29 Aa	13,57 Aa
Milheto x capim paiaguás na entrelinha	13,55 Aa	14,68 Aa
Milheto x capim paiaguás na sobressemeadura	14,40 Aa	14,09 Aa
CV (%)	..... 6,23	
	DIVMS (%) - 1º corte	
Capim paiaguás em monocultivo	47,41 Ba	48,45 Ba
Milheto x capim paiaguás na linha	51,73 Aa	52,86 Aa
Milheto x capim paiaguás na entrelinha	53,97 Aa	52,77 Aa
Milheto x capim paiaguás na sobressemeadura	52,25 Aa	56,44 Aa
CV (%)	..... 8,54	
	DIVMS (%) - 2º corte	
Capim paiaguás em monocultivo	54,66 Aa	49,83 Aa
Milheto x capim paiaguás na linha	55,00 Aa	49,24 Aa
Milheto x capim paiaguás na entrelinha	55,90 Aa	54,11 Aa
Milheto x capim paiaguás na sobressemeadura	48,53 Aa	51,98 Aa
CV (%)	..... 8,71	

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

A DIVMS foi influenciada pelos sistemas forrageiros ($P < 0,05$) apenas no primeiro corte, nas duas épocas de semeadura, tendo o capim paiaguás em monocultivo apresentado valor inferior quando comparado aos outros sistemas forrageiros (Tabela 8). Esse resultado pode estar associado à maior proporção de colmo nesse sistema forrageiro, que resultou em maiores teores de FDN e FDA (Tabela 7). De acordo com Fernandes et al. (2002), aumento na digestibilidade está associado às modificações na composição química, como redução no conteúdo de FDN, FDA e de hemicelulose, o que certamente disponibilizaria carboidratos prontamente digestíveis para os microrganismos do rúmen.

Com relação às épocas de semeadura, os valores de DIVMS foram semelhantes ($P > 0,05$), mostrando que a época não interferiu na qualidade da forragem. Maia et al.

(2014) encontraram valores superiores de DIVMS para genótipos de *Urochloa* consorciado com milho, variando de 68,50 a 77,58%. A diferença de valores é decorrente da época de avaliação, pois o milho foi colhido em fevereiro e, no presente estudo, o milheto foi colhido em julho.

3.4 CONCLUSÕES

O capim paiaguás não interferiu no rendimento de grãos do milheto. A segunda época de semeadura proporcionou melhores rendimentos de grãos e sacas por hectare.

Para a produção de forragem, o capim paiaguás semeado na sobressemeadura do milheto é prejudicado pelo consórcio. Já em relação à qualidade da forragem, o sistema de semeadura no consórcio não influenciou nas características nutricionais.

3.5 REFERÊNCIAS

BARDUCCI, R.S.; COSTA, C.; CRUSCIOL, C.A.C.; BORGHI, É.; PUTAROV, T.C.; SARTI, L.M.N. Produção de *Brachiaria brizantha* e *Panicum maximum* com milho e adubação nitrogenada. **Archivos de Zootecnia**, v.58 n.222 p.211-222, 2009.

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).

COIMBRA, R.A.; NAKAGAWA, J. Época de semeadura e regimes de corte na produção de fitomassa e grãos de milheto forrageiro. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.5, n.1, p.89-100, 2006.

COSTA, A.C.T. da; GERALDO, J.; PEREIRA, M.B.; PIMENTEL, C. Unidades térmicas e produtividade em genótipos de milheto semeados em duas épocas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, n. 12, p. 1171-1177, 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, n. 3, p. 818-829, 2015.

COSTA, K.A.P.; GUERRA FILHO, I.A.; ASSIS, R.L.; GUIMARÃES, K.C.; CRUVINEL, W.S.; EPIFÂNIO, P.S.; GOUVEIA, R.R. Silage quality of pearl millet cultivars produced in different cutting ages. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 33, n. 3, p. 1189-1198, 2012.

DAN, H. de. A.; BARROSO, A.L de.L.; DAN, L.G. de. M., TANNÚS, V.R.; FINOTTI, T. R. Seletividade de herbicidas aplicados na pós-emergência da cultura do milho (*Pennisetum glaucum*). **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 08, n. 03, p. 297-306, 2009.

DURÃES, F.O.M.; MAGALHÃES, P.C.; SANTOS, F.G. **Fisiologia da planta de milho**, Circular Técnica 28, Sete Lagoas, 2003, 65p.

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. O.; REIS, R. A; RODRIGUES, L. R. A.; LUDIC, I. L; MANZAN, R. J. Qualidade do feno de *Brachiaria decumbens* Stapf. submetido ao tratamento com amônia anidra ou ureia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.31, p.1325-1332, 2002.

GERALDO, J.; ROSSIELLO, R.O.P.; ARAÚJO, A.P.; PIMENTEL, C. Diferenças em crescimento e produção de grãos entre quatro cultivares de milho pérola. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.35, n.7, p.1367-1376, 2000.

HORVATHY NETO, A.; SILVA, A.G.; TEIXEIRA, I.R.; COSTA, K.A.P.; ASSIS, R.L. Consórcio de sorgo granífero e braquiária na safrinha para produção de grãos e forragem. **Revista Caatinga**, v. 27, n. 3, p. 132-141, 2014.

HORVATHY NETO, A.; SILVA, A.G.; TEIXEIRA, I.R.; SIMON, G.A.; ASSIS, R.L.; ROCHA, V.S. Consórcio sorgo e braquiária para produção de grãos e biomassa na entressafra. **Agrária**, v. 7, p. 743-749, 2012.

IKEDA, F.S.; MITJA, D.; VILELA, L.; CARMONA, R. Banco de sementes no solo em sistemas de cultivo lavoura-pastagem. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, n.11, p.1545-1551, 2007.

KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L.F.; AIDAR, H.; COBUCCI, T. Integração lavoura - pecuária e o manejo de plantas daninhas. **Informações Agronômicas**, Piracicaba, n.106, p.1-20, 2004. (Encarte Técnico).

LEÃO, H.F.; COSTA, K.A.P.; DIAS, F.J.S.; SEVERIANO, E.C.; COLLAO-SAENZ, E. A.; SIMON, G.A. Production and bromatological composition of pearl millet genotypes for pasture managed in different cutting Heights. **Bioscience Journal**, v. 28, n. 6, p.903-912, 2012.

LEONEL, F. de P.; PEREIRA, J.C.; COSTA, M.G.; DE 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.01 p.177-189, 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.

MADHUSUDHANA, R.; GOVILA, O. P. Selection strategy for yield improvement in pearl millet (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.). **Indian Journal of Genetics and Plant Breeding**, v. 61, n.2, p.167-168, 2001.

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**, v. 5, n.07 p. 933-941, 2014.

PACHECO, L. P.; PIRES F.R.; MONTEIRO, F.P.; PROCÓPIO, S.O.; ASSIS, R.L.; CARMO, M.L.; PETTER, F.A. Desempenho de plantas de cobertura em sobressemeadura na cultura da soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, n.07 p.815- 823, 2008.

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.

PETTER, F.A.; PACHECO, L.P.; PROCÓPIO, S.O.; CARGNELUTTI FILHO, A.; VOLF, M.R. Seletividade de herbicidas à cultura do milho e ao capim braquiária cultivadas no sistema de integração lavoura-pecuária. **Semina: Ciências Agrárias**, v.32 n.03 p.855-864, 2011.

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.

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 físicas do solo. **Semina. Ciências Agrárias**, v. 35, n.01 p. 55, 2014.

SILVA, D.J; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. Viçosa- MG: UFV, 2002. 235p.

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**, v. 38, n. 3, p. 443-451, 2009.

SOUZA, F.R.; SILVA, I.M.; PELLIN, D.M.P.; BERGAMIN, A.C.; SILVA, R.P. Características agrônômicas do cultivo de sunflower consorciado com *Brachiaria ruziziensis*. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 46, n. 1, p. 110-116, 2015.

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

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.

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

4. CAPÍTULO II

PRODUÇÃO E DECOMPOSIÇÃO DE BIOMASSA DO MILHETO E CAPIM PAIAGUÁS EM SISTEMAS FORRAGEIROS E ÉPOCAS DE SEMEADURA NA SAFRINHA, NA REGIÃO DO CERRADO

(Normas Revista Caatinga)

RESUMO: O sucesso do sistema de plantio direto depende diretamente da escolha adequada das espécies para a produção de palhada para a cobertura do solo. A palhada incrementa a matéria orgânica, atua na ciclagem de nutrientes e melhora as características físicas, químicas e biológicas do solo. Contudo, na região do Cerrado, a cobertura eficiente do solo com palhada é fator limitante na adoção do sistema semeadura direta, pela baixa produção de biomassa na entressafra e decomposição acelerada. Sendo assim, objetivou-se, com este trabalho, avaliar a produção e a decomposição de biomassa do milho e capim paiaguás em diferentes sistemas forrageiros e épocas de semeadura, na safrinha, na região do Cerrado. O experimento foi conduzido a campo no município de Rio Verde. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, em esquema fatorial 5 x 2, com três repetições, sendo cinco 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 consorciado com capim paiaguás na sobressemeadura, em duas épocas de semeadura (fevereiro e março). Os resultados permitiram constatar que o capim paiaguás semeado na sobressemeadura do milho tem sua produção prejudicada pelo consórcio, sendo essa forma de semeadura não

recomendada para ser utilizada no sistema de plantio direto na região Sudoeste de Goiás. O milheto em monocultivo apresentou maior relação C/N, e o capim paiaguás em monocultivo proporcionou maior produção de biomassa remanescente, nas duas épocas de semeadura. A decomposição de palhada nos sistemas consorciados apresentou comportamento semelhante na 1ª época de semeadura. Para todos os sistemas forrageiros, a primeira época de semeadura resultou em maior produção de biomassa remanescente.

Palavras-Chave: Palhada, Relação C/N, Meia vida, *Urochloa brizantha* cv. BRS Paiaguás

PRODUCTION AND DECOMPOSITION OF MILLET BIOMASS AND PAIAGUAS GRASS IN DIFFERENT FORAGE SYSTEMS AND SOWING PERIODS IN OFF-SEASON IN THE CERRADO REGION

ABSTRACT: The success of the no-tillage system depends directly on the proper choice of species for straw production for ground cover. The straw increases the organic matter, acts in nutrient cycling and improves the physical, chemical and biological traits of soil. However, in the Cerrado region the efficient soil covering with straw is a limiting factor in the adoption of tillage, by its low biomass production in the off season and accelerated decomposition. Thus, this study aimed to evaluate the production and decomposition of millet and Paiaguasgrass biomass in different feed systems and sowing periods, in the second crop in the Cerrado region. The experiment was carried out in the field in Rio Verde. The experimental design was randomized blocks in factorial scheme 5 x 2, with three replications, five feed systems: monocropped millet; monocroppedPaiaguas grass; millet intercropped with Paiaguasgrass in line; millet intercropped with Paiaguas grass between rows and pearl millet oversown and intercropped with Paiaguas grass and two sowing dates (February and March). The results demonstrated that Paiaguas grass oversown in millet has its production hampered by the consortium, so this way of seeding is not recommended to be used in no-till system in the southwest of Goiás. Monocropped Pearl millet has higher C / N ratio, and

the monocropped Paiaguas grass provided greater remaining biomass production in the two sowing periods. The decomposition of straw in intercropping systems showed similar behavior in the first sowing. For all feed systems, the first sowing resulted in higher production of remaining biomass.

Keywords: straw, C / N, half-life, *Urochloa brizantha* cv. BRS Paiaguás

INTRODUÇÃO

A correta escolha da espécie vegetal a ser utilizada para produção de biomassa na superfície do solo é extremamente importante para o sucesso do sistema de plantio direto (SPD), uma vez que devem ser considerados os fatores climáticos característicos de cada região e tipo de solo (Costa et al., 2015). No Cerrado, o clima é caracterizado por inverno seco, altas temperaturas no decorrer do ano e estação seca prolongada, o que dificulta a implantação de plantas de cobertura e, principalmente, a produção da palhada na área de cultivo, sendo estes fatores alguns dos maiores entraves na manutenção do plantio direto (Pacheco et al., 2008).

Nesse sentido, a cobertura eficiente do solo com palhada é um dos fatores que mais limitam a sustentabilidade da semeadura direta na região do Cerrado, principalmente pela decomposição acelerada dos resíduos (Menezes e Leandro, 2004). Isso reforça a preocupação de produzir resíduos vegetais com decomposição mais lenta, o que significa manter o resíduo sobre o solo por maior período de tempo, principalmente na entressafra (Costa et al., 2015). Mesmo quando a palhada é basicamente constituída de gramíneas, sua decomposição é mais rápida, de forma que a manutenção de uma camada de cobertura de solo nesse ambiente se torn uma atividade complexa, exigindo conhecimento e experiência do produtor que adota o SPD (Pacheco et al., 2011).

Horvathy Neto et al. (2012) relataram que a produção de palhada para a semeadura direta proporciona maior diversificação, quando se utiliza o consórcio de culturas, o que minimiza os riscos de perdas agrícolas, proporcionando opções para adoção de sucessão e rotação de culturas. Além disso, a palhada melhora as condições físicas, químicas e biológicas do solo, auxiliando no controle de plantas daninhas e na estabilização da produção e recuperação ou manutenção da qualidade do solo (Boer et

al., 2008). E uma das formas para obtenção desses resultados é a consorciação pelo sistema de integração lavoura-pecuária (Menezes e Leandro, 2004).

Apesar dos diversos benefícios observados em condições de consórcios, sua eficiência agrônômica depende das condições peculiares a cada ambiente (Barducci et al., 2009), sendo também importante considerar que o estabelecimento da forrageira com uma cultura consorciada ocorre sob condições de competição entre elas, principalmente quando a semeadura é simultânea (Portes et al., 2000). Contudo, o consórcio, quando conduzido corretamente, proporciona aumento da quantidade de biomassa, visando à melhor cobertura do solo para a realização do SPD; possibilita aumento na produtividade da cultura sequente e/ou a antecipação da formação de pastagem (Chioderoli et al., 2010), podendo também não interferir na produtividade da cultura anual consorciada (Correia et al., 2013; Ribeiro et al., 2015).

Entre as culturas recomendadas para produção de palhada, destaca-se o milheto (Boer et al., 2008; Assis et al., 2013; Torres e Pereira, 2014). Diante disso, houve uma rápida expansão do cultivo de milheto no Brasil, principalmente na região do Cerrado, atribuída à sua fácil instalação, à sua tolerância à seca e ao seu crescimento rápido (Pacheco et al., 2011). Esta expansão é atribuída também à maior capacidade de ciclagem de nutrientes (Soratto et al., 2012), à alta produção de biomassa e à elevada relação C/N, proporcionando maior tempo de duração de sua palhada na superfície do solo (Torres e Pereira, 2014), além da boa adaptação a diferentes níveis de fertilidade, sistema radicular profundo e abundante, facilidade de mecanização e resistência a pragas e doenças (Marcante et al., 2011).

As forrageiras do gênero *Urochloa* também se destacam para a produção de palhada pela excelente adaptação a solos de baixa fertilidade, fácil estabelecimento e considerável produção de biomassa durante o ano, proporcionando excelente cobertura vegetal do solo (Pacheco et al., 2011). Essas forrageiras já são difundidas e aceitas pelos produtores rurais, o que facilita sua eventual adoção para a produção de biomassa para a cobertura do solo em sistema plantio direto (Timossi et al., 2007).

Uma das forrageiras mais utilizadas para produção de biomassa para o sistema de plantio direto no Cerrado é a *Urochloa ruziziensis* (Pariz et al., 2010), e com chegada de novas cultivares de *Urochloa brizantha*, há necessidade de informações a respeito da *Urochloa brizantha* cv. BRS Paiaguás, principalmente em relação à produção e decomposição da biomassa, quando submetidas ao consórcio. De acordo com Fiorin (1999), são necessários cerca de 10.000 a 12.000 kg ha⁻¹ ano de biomassa para a

cobertura adequada dos solos do Cerrado. Considerando que a produção de biomassa da soja está em torno de 3.000 kg ha⁻¹ (Pittelkow et al., 2012), o consórcio do milho com o capim paiguás se insere como alternativa para complementar a biomassa necessária para atender a demanda do SPD.

Sendo assim, objetivou-se, com este trabalho, avaliar a produção e a decomposição de biomassa do milho e capim paiguás em diferentes sistemas forrageiros e épocas de semeadura na safrinha, na região do Cerrado.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido a campo (17°48' S; 50°55' W; e 748 m de altitude), no município de Rio Verde, GO, na safrinha de 2014, em um Latossolo Vermelho Distroférrico (Embrapa, 2013). Foram coletadas amostras do solo antes do plantio para determinação de suas características físicas e químicas, na camada de 0-20 cm. A caracterização foi de 600, 140 e de 260 g kg⁻¹ de argila, silte e areia, respectivamente; pH em CaCl₂: 6,02; Ca: 3,50 cmol_c dm⁻³; Mg: 1,43 cmol_c dm⁻³; Al: 0,05 cmol_c dm⁻³; Al+H: 5,90 cmol_c dm⁻³; K: 0,35 cmol_c dm⁻³; CTC: 11,18 cmol_c dm⁻³; V: 47,22%; P (mehlich): 2,29 mg dm⁻³; Cu: 3,50 mg dm⁻³; Zn: 5,10 mg dm⁻³; Fe: 34,1 mg dm⁻³; e M.O.: 37,06 g kg⁻¹.

Antes da instalação do experimento, a área havia sido cultivada com sorgo sacarino e *Urochloa brizantha*, cv. Marandu, o que proporcionou, após sua dessecação, incremento na M.O do solo, justificando os valores verificados na análise do solo. O preparo da área foi feito pela dessecação das plantas daninhas com o herbicida glifosato 3,5 L ha⁻¹ (480 g L⁻¹ equivalente ácido), com volume de calda de 150 L ha⁻¹. Trinta dias após a dessecação, foi feita gradagem, com grade aradora, para eliminação das plantas daninhas não controladas pelo herbicida, seguida de uma subsoladora e de grade niveladora. A correção da acidez do solo foi feita com calcário calcítico com 100% de PRNT, com aplicação de 675 kg ha⁻¹, incorporados 30 dias antes da semeadura.

Uma semana antes da implantação do ensaio, foi feita uma segunda operação de gradagem niveladora e abertura de sulcos de semeadura, com uso de uma semeadora, com espaçamento entrelinhas de 0,50 m. Os sulcos para semeadura do capim paiguás, na entrelinha e sobressemeadura do milho, foram abertos manualmente com uso de enxadas, na profundidade de 3 cm.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, em esquema fatorial 5 x 2, com três repetições, sendo cinco 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 consorciado com capim paiaguás na sobressemeadura, em duas épocas de semeadura (fevereiro e março). O híbrido de milho utilizado foi o ADR 8010 de porte médio e duplo propósito (produção de forragem e grãos).

As semeaduras foram feitas em 12 de fevereiro e 04 de março, com uso de 240 kg ha⁻¹ de P₂O₅, tendo como fonte o superfosfato simples, e 20 kg ha⁻¹ de FTE BR 12. No monocultivo e consorciado, o milho foi semeado a 3 cm de profundidade. O capim paiaguás no plantio em linha, na entrelinha a 0,25 m da linha do milho e na sobressemeadura, foi semeado aos 15 dias após a semeadura do milho nas entrelinhas a 0,25 m, a 6 cm de profundidade. Foram utilizadas, para o milho, 12 kg de sementes ha⁻¹, visando a atingir uma população final entre 250 a 300 mil plantas ha⁻¹, e para as espécies forrageiras, foram utilizadas 5 kg de sementes puras, viáveis, por hectare. Em todos os sistemas forrageiros, as parcelas foram constituídas por oito linhas de 3,0 m de comprimento. A área útil foi obtida considerando apenas as quatro linhas centrais, eliminando 0,5 m de cada extremidade.

Foi feita adubação em cobertura aos 30 e 50 dias após a semeadura (DAS), com a aplicação a lanço de 60 kg ha⁻¹ de nitrogênio e 40 kg ha⁻¹ K₂O, na forma de ureia e cloreto de potássio, respectivamente. Para o controle das plantas daninhas em pós-emergência, foram feitas capinas manuais semanalmente até 50 DAS. Foi feito controle para a lagarta do cartucho, *Spodoptera frugiperda*, com duas aplicações de chlorpyrifos (L ha⁻¹) e teflubenzurom (50 ml ha⁻¹), aos 40 e 50 DAS, e duas aplicações (37 e 44 DAS) de Azoxtrobina + ciproconazol com 0,5 L ha⁻¹.

A colheita dos grãos do milho foi feita manualmente aos 115 e 118 DAS, para a primeira e segunda época de semeadura, respectivamente, quando as plantas se encontravam no estágio de maturidade fisiológica. O restante da planta (colmo e folha) permaneceu na área para avaliação da palhada.

Após a colheita do milho, foi avaliada a produção de biomassa seca do capim paiaguás na entressafra, em regime de cortes sucessivos, sendo coletadas amostras de 1 m², direcionando o quadrado aleatoriamente dentro de cada parcela, fazendo o corte a 0,20 m de altura do solo, visando a manter a altura de resíduo adequada para proporcionar a rebrota do capim. Os cortes sucessivos visam a simular o pastejo de animais na área.

O primeiro corte foi feito na colheita do milho em 04/06/14 e 24/06/14 para a primeira e segunda época, respectivamente. O segundo corte foi feito 79 dias após o primeiro, em 22/08/14 (primeira época), e 72 dias, em 04/09/14 (segunda época). Após ambos os cortes, foi feito o corte de uniformização de todas as plantas da área experimental, 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, com intuito de dessecar para formação de palhada para o plantio da soja na próxima safra.

A dessecação foi feita em 31/10/14 pela aplicação de herbicida glifosato, na dose de 4,5 L ha⁻¹ (588 g L⁻¹ de i. a.), com volume de calda 150 L ha⁻¹. Para quantificar a produção de biomassa, um dia antes da implantação da soja, foram coletadas amostras de palhada através de 1 m² quadrado distribuído aleatoriamente dentro de cada parcela. O corte do material vegetal foi feito adotando-se como referência 0,05 m em relação à superfície do solo. O material cortado foi pesado, e as amostras, colocadas em estufa de ventilação forçada de ar a 55°C até massa constante, sendo as quantidades extrapoladas para kg ha⁻¹. A semeadura da soja Intacta RR 2 PRO, cultivar M 7110, foi feita em semeadura direta sobre a palha dos sistemas forrageiros. No momento da semeadura, a soja foi inoculada previamente com estirpes de *Bradirhizobium japonicum* (SEMIA 5079 – CPAC 15 e SEMIA 5080 – CPAC 7), com garantia mínima de 7,2 x 10⁹ ufc g⁻¹, da marca comercial Biomax Premium Turfa, na seguinte proporção: 60 g por 50 kg de sementes⁻¹. A semeadura foi feita dia 20/11/14 pela semeadora-adubadora, com aplicação de 120 kg ha⁻¹ de P₂O₅, 30 kg ha⁻¹ de K₂O, 2 kg ha⁻¹ de boro, 0,4 kg ha⁻¹ de molibdênio e 6 kg ha⁻¹ de zinco, nas fontes superfosfato simples, cloreto de potássio, ácido bórico, sulfato de molibdênio e sulfato de zinco, respectivamente.

Foi feito controle de plantas daninhas pelo uso do herbicida glifosato (3,5 L ha⁻¹ 588 g L⁻¹ de i. a.), com volume de calda de 150 L ha⁻¹ no dia 17/12. Foram feitas uma aplicação do inseticida chlorpyrifos (1L ha⁻¹), para controle da lagarta da soja, *Anticarsia gemmatilis*, e também uma aplicação preventiva do fungicida Azoxtrobina + ciproconazol, na dosagem de 0,3 L ha⁻¹, no dia 13/01.

Após esse manejo, acondicionou-se a biomassa fresca de cada parcela em sacolas de decomposição, confeccionadas em nylon (“Litter bags”) (Thomas e Asakawa, 1993), com malha de 2 mm de abertura, e dimensões de 15 x 20. Quatro bolsas contendo resíduos das espécies em quantidade proporcional à da biomassa seca produzida por hectare foram depositados em contato direto com o solo. Aos 30, 60, 90 e

120 dias após o manejo, retirou-se um “*Litter bag*” de cada parcela, a fim de avaliar o remanescente de palhada e determinar o tempo de decomposição durante o período de 120 dias (colheita da soja). Com base nos dados de produção inicial de biomassa (kg ha^{-1}) dos sistemas, foram calculadas as perdas percentuais, pela razão entre a massa dos *litter bags* aos 30, 60, 90 e 120 dias em kg ha^{-1} e a produção inicial de biomassa.

Após a limpeza em laboratório para retirada de solo aderido, o material foi secado em estufa a 55°C até peso constante para obtenção da biomassa seca. Posteriormente, as amostras do material vegetal foram moídas para determinação da concentração de nitrogênio (N) e carbono (C), de acordo com a metodologia proposta Malavolta et al. (1997).

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

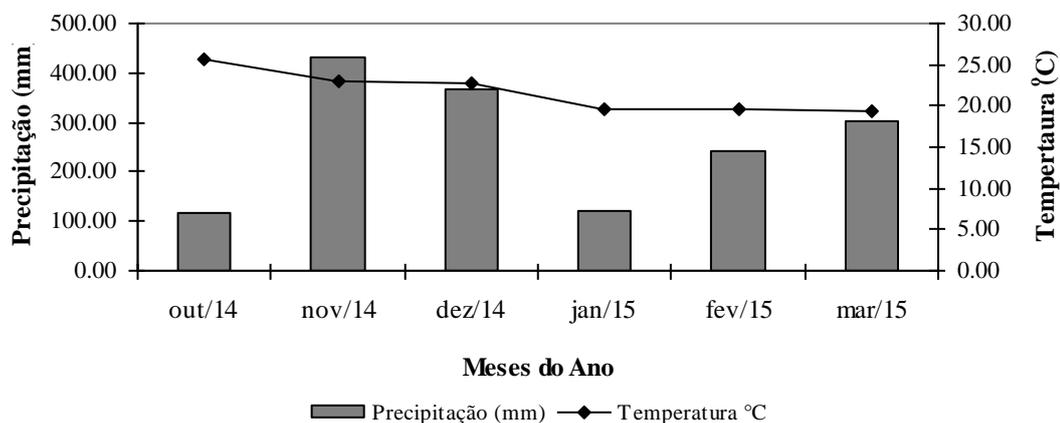


Figura 1. Precipitações pluviais e temperaturas médias registradas durante o período de outubro de 2014 a março de 2015, em Rio Verde-GO.

Os dados de produção de biomassa e relação C/N foram submetidos à análise de variância, e as médias, comparadas pelo teste de Tukey, com o nível de significância de 5% de probabilidade, utilizando o software estatístico SISVAR 4,6 (Ferreira, 2011).

Para descrever a decomposição dos resíduos vegetais, os dados foram ajustados em modelo matemático exponencial, com o uso do aplicativo Sigma Plot, e para as comparações das equações de regressão, após linearização, foi utilizado o procedimento descrito em Snedecor e Cochran (1989). Para calcular a meia-vida ($t_{1/2}$), ou seja, o tempo necessário para que 50% da biomassa remanescente fosse decomposta, utilizou-

se a equação de Paul e Clark (1989): $t_{1/2} = 0,693/k$, sendo $t_{1/2}$ a meia-vida da biomassa seca; e k a constante de decomposição da biomassa seca.

RESULTADO E DISCUSSÃO

A produção de biomassa foi influenciada ($P < 0,05$) pela época de semeadura e sistemas forrageiros. No entanto, não houve influência ($P > 0,05$) da interação de sistemas forrageiros e épocas de semeadura (Tabela 01).

Na primeira e segunda época de semeadura, a maior biomassa foi obtida no capim paiaguás em monocultivo, que apresentou produção de biomassa satisfatória para utilização no sistema de plantio direto. Após a colheita de grãos do milho, foram feitos dois cortes das plantas do capim paiaguás nos sistemas forrageiros, e com início do período chuvoso (setembro), ocorreu emissão de novos perfilhos, o que resultou na produção de biomassa de 3.810 e 2.766 kg ha⁻¹, para a primeira e segunda época, respectivamente, formando assim cobertura do solo para a implantação da soja (Tabela 01). Esses resultados indicam que o capim paiaguás apresenta características favoráveis para utilização na integração agricultura-pecuária, como produzir forragem durante o período da estação seca, com boa rebrota. Franchini et al. (2009) relataram que a maior cobertura total do solo pode trazer benefícios como a reciclagem de nutrientes e melhoria das condições físicas e biológicas do solo.

Resultados semelhantes de biomassa foram obtidos por Costa et al. (2015), que, avaliando a produção de palhada de espécies forrageiras (milho, sorgo e capim-xaraés), verificaram produção de biomassa do capim-xaraés de 3.607 e 3.867 kg ha⁻¹, para a safra de 2009/2010 e 2010/2011, respectivamente.

A menor biomassa foi obtida quando o capim paiaguás foi consorciado com o milho na sobressemeadura (Tabela 1), mostrando, assim, que essa forma de semeadura prejudica o desenvolvimento do capim. Isto foi devido ao capim paiaguás ter sido estabelecido 15 dias após a semeadura do milho, o que resultou em maior sombreamento pelas plantas de milho na fase inicial de germinação do capim paiaguás. Desta forma, houve redução da produção de forragem, influenciando diretamente na produção de biomassa para o sistema de plantio direto.

Tabela 1. Produção de biomassa (kg ha⁻¹) e biomassa remanescente (kg ha⁻¹) aos 30, 60, 90 e 120 dias do milho e capim paiaguás em monocultivo e consorciado em diferentes sistemas forrageiros e épocas de semeadura.

Sistemas forrageiros	Épocas de semeadura	
	Primeira	Segunda
	Semeadura da soja	
Milheto em monocultivo	1.629 Ba	1.466 Ba
Capim paiaguás em monocultivo	3.810 Aa	2.766 Ab
Milheto x capim paiaguás na linha	1.792 Ba	1.422 Ba
Milheto x capim paiaguás na entrelinha	1.623 Ba	1.370 Ba
Milheto x capim paiaguás na sobressemeadura	560 Ca	713 Ca
CV (%)	..... 21,71	
	30 dias	
Milheto em monocultivo	821 Ba	739 Ba
Capim paiaguás em monocultivo	1.898 Aa	1.304 Ab
Milheto x capim paiaguás na linha	983 Ba	692 Bb
Milheto x capim paiaguás na entrelinha	794 Ba	435 Cb
Milheto x capim paiaguás na sobressemeadura	345 Ca	368 Ca
CV (%)	..... 25,73	
	60 dias	
Milheto em monocultivo	740 Ba	700 Ba
Capim paiaguás em monocultivo	1.616 Aa	1.151 Bb
Milheto x capim paiaguás na linha	821 Ba	593 BCb
Milheto x capim paiaguás na entrelinha	676 Ba	399 Cb
Milheto x capim paiaguás na sobressemeadura	300 Ca	335 Ca
CV (%)	..... 24,15	
	90 dias	
Milheto em monocultivo	685 Ba	649 Ba
Capim paiaguás em monocultivo	1.536 Aa	1.064 Ab
Milheto x capim paiaguás na linha	660 Ba	531 Ba
Milheto x capim paiaguás na entrelinha	564 Ba	370 Cb
Milheto x capim paiaguás na sobressemeadura	278 Ca	313 Ca
CV (%)	..... 26,07	
	120 dias	
Milheto em monocultivo	635 Ba	604 Ba
Capim paiaguás em monocultivo	1.347 Aa	1.012 Ab
Milheto x capim paiaguás na linha	549 Ba	494 BCa
Milheto x capim paiaguás na entrelinha	499 Ba	346 Ca
Milheto x capim paiaguás na sobressemeadura	250 Ca	288 Ca
CV (%)	..... 30,01	

Médias seguidas por letras diferentes maiúscula na coluna (sistemas forrageiros) e minúscula na linha (épocas de semeadura) diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Resultado semelhante foi obtido por Gazola et al. (2013), que mostraram que a produção de biomassa seca da *Urochloa brizantha*, cv. marandu, e *Urochloa ruziziensis* foram influenciadas pelo sombreamento das plantas de milho, em função do atraso da

emergência das plantas. Seidel et al. (2014), avaliando a produção de biomassa seca do capim-MG4, verificaram redução de 81,70 e 62,56% quando o capim foi semeado na linha e entrelinha 25 dias após a semeadura do milho. Outros trabalhos também verificaram efeito competitivo do consórcio, como Richart et al. (2010), avaliando semeadura da *Urochloa ruziziensis* de forma simultânea, 15 e 30 dias após a implantação do milho, também verificaram drástica redução na produção de biomassa seca do capim.

Vale ressaltar que o capim paiaguás, entre os cultivares de *Urochloa*, pode ser um dos mais indicados nos sistemas de integração agricultura-pecuária por se estabelecer com menor disponibilidade hídrica e produzir durante o período de baixa precipitação (setembro e outubro), Figura 1, podendo ser considerado excelente opção como cultura produtora de palhada visando à implantação do sistema de plantio direto na região Sudoeste de Goiás. Além dessas características favoráveis, resultados obtidos por Machado e Vale (2011) mostraram que, nos três anos de avaliação, o capim paiaguás (linhagem B 6), além ser considerado o mais produtivo, foi um dos que apresentaram alta eficiência na dessecação, em comparação com os genótipos marandu, MG 4, xaraés, piatã e arapoty. Essa característica é importante, visto que, após as forrageiras receberem a aplicação do herbicida, são necessários no mínimo 21 dias para a semeadura da soja.

Com relação à época de semeadura, Tabela 1, apenas a biomassa do capim paiaguás foi influenciada ($P < 0,05$), com menor valor na segunda época de semeadura.

Para a biomassa remanescente aos 30, 60, 90 e 120 dias, observa-se na Tabela 1 que os sistemas forrageiros, milheto em monocultivo e consorciado com capim paiaguás na linha e entrelinha, apresentaram resultados semelhantes, diferenciando-se ($P < 0,05$) do milheto consorciado na sobressemeadura e capim paiaguás em monocultivo. O hábito de crescimento cespitoso observado tanto no capim paiaguás quanto no milheto provavelmente contribuiu para uma decomposição similar nestes sistemas, pois possibilitou que a biomassa ficasse mais bem distribuída no solo, aliando a isso a semelhança na produção de biomassa, o que favoreceu o menor contido da biomassa com o solo. Nesse sentido, pode-se concluir que essas formas de semeadura não interferem na biomassa remanescente, quando comparadas com o milheto em monocultivo, visto que, pelo fato de ter maior quantidade de material lignificado, apresentou perda de biomassa menor. Isto mostra novamente a importância do sistema consorciado para produção de biomassa para o plantio direto no Cerrado Goiano.

Costa et al. (2014), avaliando o consórcio do milho com a *Urochloa brizantha*, cv. Xaraés, e *Urochloa ruziziensis*, em Selvíria, Mato Grosso do Sul, verificaram que, entre 90 e 120 dias após o manejo, a decomposição da biomassa remanescente apresentou efeitos decrescentes, tendo a temperatura e a pluviosidade favorecido a rápida decomposição da palhada sobre a superfície do solo na região de Cerrado. Resultados semelhantes foram obtidos nesse estudo para as duas épocas de semeadura.

Com relação às épocas de semeadura, foram observados menores valores de biomassas remanescentes na segunda época de semeadura aos 30 e 60 dias para o capim paiaguás em monocultivo e consorciado em linha e entrelinha, e aos 90 dias para o capim paiaguás em monocultivo e consorciado na entrelinha. E aos 120 dias apenas o capim paiaguás em monocultivo apresentou menor biomassa remanescente (Tabela 1). Este resultado pode ser explicado pelo maior tempo de descanso da forrageira na primeira época (79 dias), comparado com a segunda época (72 dias), tendo deste modo melhor aproveitamento das chuvas em setembro, o que possibilitou melhor rebrota.

Com exceção do milheto em monocultivo e consorciado com o capim paiaguás na sobressemeadura, a primeira época de semeadura proporcionou maior produção de biomassa. Esse resultado pode estar correlacionado com a distribuição irregular de chuvas nos meses de maio, junho e julho, Figura 1, quando foram constatadas baixas precipitações, prejudicando o desenvolvimento das plantas, quando a semeadura foi feita em março.

Avaliando a perda percentual acumulada, Tabela 2, na primeira época, em todas as avaliações a menor perda foi obtida no milheto consorciado com capim paiaguás na sobressemeadura, diferenciando-se dos outros sistemas forrageiros. Entretanto, na segunda época, não houve efeito significativo ($P > 0,05$) das perdas em relação aos sistemas forrageiros, mostrando valores semelhantes. O mesmo foi verificado quando são comparadas as épocas de semeadura.

Verifica-se que a maior queda percentual da biomassa ocorreu com 30 dias após o manejo. Estes resultados se devem à decomposição inicial das folhas e de materiais menos lignificados e de fácil decomposição (Wolf e Wagner, 2005). Deste modo, a presença do capim paiaguás nos sistemas consorciados contribuiu para mais rápida decomposição da biomassa por apresentar elevada produção de folhas, assim como os menores valores de queda percentual são verificados nos sistemas de milheto em monocultivo e milheto consorciado com capim paiaguás na sobressemeadura, que

apresentaram material mais lignificado na maior parte da biomassa, em decorrência do predomínio do milheto.

Geralmente, avalia-se a durabilidade da biomassa de plantas forrageiras pela sua relação C/N, com maior decomposição abaixo de 25:1 (Costa et al., 2015). Desta forma, a maior relação C/N verificada no milheto é responsável pela menor queda de biomassa verificada nestes sistemas.

Tabela 2. Perda percentual acumulada de biomassa da palhada do milheto e capim paiaguás em monocultivo e consorciado em diferentes sistemas forrageiros e épocas de semeadura.

Sistemas forrageiros	Épocas de semeadura	
	Primeira	Segunda
	Perda acumulada (%) - 30 dias	
Milheto em monocultivo	49,60 Aa	49,33 Aa
Capim paiaguás em monocultivo	51,80 Aa	53,14 Aa
Milheto x capim paiaguás na linha	48,14 Aa	51,69 Aa
Milheto x capim paiaguás na entrelinha	51,08 Aa	55,27 Aa
Milheto x capim paiaguás na sobresemeadura	38,39 Bb	48,44 Aa
CV%	..... 7,57.....	
	Perda acumulada (%) - 60 dias	
Milheto em monocultivo	52,50 Aa	51,94 Aa
Capim paiaguás em monocultivo	58,47 Aa	58,33 Aa
Milheto x capim paiaguás na linha	54,08 Aa	57,77 Aa
Milheto x capim paiaguás na entrelinha	57,42 Aa	58,94 Aa
Milheto x capim paiaguás na sobresemeadura	46,50 Ba	53,03 Aa
CV%	..... 6,38.....	
	Perda acumulada (%) - 90 dias	
Milheto em monocultivo	57,83 Aa	55,28 Aa
Capim paiaguás em monocultivo	60,64 Aa	61,22 Aa
Milheto x capim paiaguás na linha	63,25 Aa	62,47 Aa
Milheto x capim paiaguás na entrelinha	64,59 Aa	61,99 Aa
Milheto x capim paiaguás na sobresemeadura	50,16 Ba	56,05 Aa
CV%	..... 5,41.....	
	Perda acumulada (%) - 120 dias	
Milheto em monocultivo	60,94 BCa	58,41 Aa
Capim paiaguás em monocultivo	64,80 Aba	63,19 Aa
Milheto x capim paiaguás na linha	69,30 Aa	65,03 Aa
Milheto x capim paiaguás na entrelinha	68,58 Aa	64,55 Aa
Milheto x capim paiaguás na sobresemeadura	54,91 Ca	59,55 Aa
CV%	..... 4,55.....	

Médias seguidas por letras diferentes maiúscula na coluna (sistemas forrageiros) e minúscula na linha (épocas de semeadura) diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Trabalhos avaliando a perda acumulada da biomassa para o SPD, em sistemas consorciados de milho com espécies de *Urochloa*, ainda são escassos. Entretanto, para a cultura do milho, alguns trabalhos já foram avaliados em consórcios com espécies de *Urochloa*, tendo Costa et al. (2014) verificado que, aos 120 dias, o percentual de perda acumulada da palhada remanescente foi de 15 a 60%. Kliemann et al. (2006) observaram perda relativa de 56% até os 150 dias e Santos et al. (2014) verificaram que aos 115 dias metade da biomassa seca acumulada havia se decomposto.

O milho em monocultivo apresentou maior relação C/N ($P < 0,05$) na implantação da soja aos 30 e 90 dias, em relação aos demais sistemas forrageiros, nas duas épocas de semeadura. Aos 60 e 120 dias, a relação C/N do milho foi semelhante ($P < 0,05$) ao consórcio do capim paiaguás na sobressemeadura, Tabela 3, pela maior competição nesse sistema.

Boer et al. (2008) encontraram relação C/N de 34:1 para o milho ADR500 no estágio de pleno florescimento, menor que a obtida nesse estudo. A taxa de decomposição está diretamente relacionada à relação C/N dos resíduos sobre o solo (Palm e Sanchez, 1991). Isso denota o potencial destas plantas de cobertura para manutenção da cobertura do solo, em função da maior permanência dos resíduos no solo, principalmente, na entressafra.

A consorciação do milho com capim paiaguás nos diferentes sistemas forrageiros proporcionou menores valores da relação C/N, isto se devendo à maior contribuição de folhas do capim paiaguás, de rápida decomposição, influenciando no resultado final da relação C/N. Pacheco et al. (2011) verificaram que a relação C/N (34:1) encontrada em *Urochloa ruziziensis* em comparação com o milho (61:1) aos 200 dias após a semeadura foi causada pela maior proporção de folhas em relação a colmos dessa espécie, em resposta aos altos índices de rebrota após as chuvas iniciais de verão.

Nota-se tendência de redução na relação C/N ao comparar as avaliações da semeadura da soja até os 120 dias. Este comportamento se deve às quedas nas concentrações de C na biomassa, pois nos estágios iniciais da decomposição, ocorre aumento na população microbiana, que, para metabolizar o C, utiliza o N disponível no solo, imobilizando-o. À medida que a decomposição se segue, considerando o aumento na microbiota do solo, tem-se um maior consumo do C na biomassa, e a relação C/N vai diminuindo, podendo acarretar maior mineralização quando esta relação fica em torno de 20:1.

Tabela 3. Relação C/N do milho e capim paiguás em monocultivo e consorciado em diferentes sistemas forrageiros e épocas de semeadura.

Sistemas forrageiros	Épocas de semeadura	
	Primeira	Segunda
	Relação C/N - plantio da soja	
Milho em monocultivo	49,01 Ab	53,61 Aa
Capim paiguás em monocultivo	36,65 Ba	34,21 Ba
Milho x capim paiguás na linha	35,72 Ba	35,66 Ba
Milho x capim paiguás na entrelinha	32,42 Ba	31,18 Ba
Milho x capim paiguás na sobresemeadura	35,30 Ba	38,92 Ba
CV (%)	..... 6,21	
	Relação C/N - 30 dias	
Milho em monocultivo	45,48 Ab	52,25 Aa
Capim paiguás em monocultivo	29,41 Ca	30,46 Ca
Milho x capim paiguás na linha	28,27 Ca	29,78 Ca
Milho x capim paiguás na entrelinha	31,41 BCa	29,35 Ca
Milho x capim paiguás na sobresemeadura	37,75 Ba	38,12 Ba
CV (%)	..... 8,30	
	Relação C/N - 60 dias	
Milho em monocultivo	42,53 Ab	50,39 Aa
Capim paiguás em monocultivo	33,70 Ba	34,50 Ca
Milho x capim paiguás na linha	30,82 Ca	32,17 Ca
Milho x capim paiguás na entrelinha	33,35 Ba	31,39 Ca
Milho x capim paiguás na sobresemeadura	38,13 ABa	38,99 Ba
CV (%)	..... 5,85	
	Relação C/N - 90 dias	
Milho em monocultivo	46,31 Aa	46,11 Aa
Capim paiguás em monocultivo	37,41 Ba	37,75 Ba
Milho x capim paiguás na linha	33,46 Ca	33,93 Ca
Milho x capim paiguás na entrelinha	34,56 Ca	33,87 Ca
Milho x capim paiguás na sobresemeadura	39,10 Ba	40,34 Ba
CV (%)	..... 5,10	
	Relação C/N - 120 dias	
Milho em monocultivo	46,36 Aa	49,17 Aa
Capim paiguás em monocultivo	39,94 Ba	30,89 Ca
Milho x capim paiguás na linha	35,94 Ba	36,33 Ba
Milho x capim paiguás na entrelinha	36,85 Ba	35,03 Ba
Milho x capim paiguás na sobresemeadura	41,11 ABa	41,20 Ba
CV (%)	..... 5,50	

Médias seguidas por letras diferentes maiúscula na coluna (sistemas forrageiros) e minúscula na linha (épocas de semeadura) diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Vale ressaltar que uma menor relação C/N pode proporcionar menor tempo de permanência da palhada sobre a superfície do solo, principalmente em condições de clima do Cerrado, caracterizado por apresentar altas temperaturas e umidade (Kliemann et al., 2006). Por outro lado, relação C/N mais baixa ao final do período de entressafra

disponibiliza mais rapidamente nutriente ao solo após sua dessecação, podendo, deste modo, favorecer as culturas anuais em rotação (Pacheco et al., 2011). No entanto, neste trabalho, em todos os sistemas forrageiros, a relação C/N ficou acima de 30:1, considerada por Trinsoutrot et al. (2000) valor de referência para caracterizar resíduos com elevada relação C:N, adequados para uso no SPD.

Algumas pesquisas indicam que o consórcio pode favorecer o incremento em biomassa seca, que é fundamental para o SPD, proporcionando aumento da relação C/N e contribuindo com a redução da velocidade de decomposição da palha (Kliemann et al., 2006; Seidel et al., 2014). Nesses trabalhos, foram observadas maiores relações C/N no consórcio do milho com os capins *Urochloa brizantha*, cv. Marandu, e *Urochloa brizantha*, cv. MG-4, condicionadas pela maior quantidade de colmo e material lignificado no milho, quando comparado ao milheto no presente estudo, o que favoreceu o sistema de consórcio.

A Tabela 4 apresenta as equações de regressão para a decomposição da biomassa remanescente e os valores dos coeficientes P_0 e k da equação de regressão $P = P_0 \cdot \exp(-kt)$ e os coeficientes de determinação (R^2) para decomposição da biomassa, dos diferentes sistemas forrageiros, de 0 até 120 dias após o manejo nas duas épocas de semeadura. Observa-se que a meia vida nas duas épocas de semeadura apresentou menores valores para milheto consorciado com capim paiaguás na linha e entrelinha. Estes resultados se devem à menor relação C/N, Tabela 3, desses materiais em conjunto, resultando numa decomposição mais rápida da palhada, motivada pela maior produção de folhas no capim paiaguás.

Os maiores valores de meia-vida foram observados no milheto consorciado com o capim paiaguás na sobressemeadura (1ª época) e no milheto em monocultivo (2ª época) (Tabela 4). Estes resultados são explicados pelo fato de o milheto apresentar maior quantidade de material lignificado, mantendo-se por mais tempo no solo, apresentar um curto ciclo de desenvolvimento. Floss (2000) relatou que quanto mais altos forem os teores de lignina e a relação C/N nos resíduos, mais lenta será sua decomposição.

Valores de meia vida em milheto também foram avaliados por Boer et al. (2008), que encontraram valores aos 105 dias, quando o milheto foi manejado em pleno florescimento, e por Assis et al. (2013), que encontraram valores de meia vida para o milheto ADR 500 aos 187 dias. Esta diferença entre os valores de meia vida observado por estes autores e comparado ao presente trabalho se deve, entre outros fatores, ao

genótipo utilizado, sendo o ADR 500 uma variedade com finalidade de produção de biomassa para cobertura do solo, enquanto o ADR 8010 é de duplo propósito, destinado à produção de grãos e biomassa. Além disso, nestes trabalhos, o milho foi dessecado ainda na fase de florescimento, assim, apresentando maior diâmetro de caule, portanto, maior quantidade de material lignificado na biomassa, retardando sua decomposição e aumentando sua meia vida.

Tabela 4. Coeficientes da equação de regressão $P = P_0 \cdot \exp(-kt)$ e meia-vida para decomposição de palhada dos diferentes sistemas forrageiros de 0 até 120 dias após o manejo nas duas épocas de semeadura.

Primeira época de semeadura				
Sistemas forrageiros	Coefficientes da equação de regressão			
	Po	k	R ²	Meia-vida (dias)
Milho em monocultivo	1459,08	0,0094	0,79*	74
Capim paiguás em monocultivo	3441,83	0,0106	0,82*	65
Milho x capim paiguás na linha	1676,89	0,0113	0,92**	61
Milho x capim paiguás na entrelinha	1492,94	0,0122	0,87*	57
Milho x capim paiguás sobressemeadura	513,46	0,0074	0,92*	94
Segunda época de semeadura				
Sistemas forrageiros	Coefficientes da equação de regressão			
	Po	k	R ²	Meia-vida (dias)
Milho em monocultivo	1301,11	0,0087	0,75*	80
Capim paiguás em monocultivo	2475,20	0,0108	0,78*	64
Milho x capim paiguás na linha	1288,31	0,0112	0,83*	61
Milho x capim paiguás na entrelinha	863,35	0,0110	0,77*	63
Milho x capim paiguás sobressemeadura	637,29	0,0089	0,78*	78

(**) e (*) Significativo ao nível de 1 e 5% de probabilidade.

A Figura 2 mostra que a maior perda de biomassa ocorre nos primeiros dias, nas duas épocas de semeadura. Esse fato pode ser explicado pela grande quantidade de folhas, que são de fácil decomposição, influenciando no aumento da atividade microbiana e na decomposição de componentes solúveis de simples degradação, como açúcares, amidos e proteínas, que são rapidamente utilizados por organismos decompositores (Wolf e Wagner, 2005).

O capim paiguás em monocultivo apresentou maior produção de biomassa remanescente, nas duas épocas de semeadura, Figura 2, obtendo também uma decomposição inicial mais rápida, provocada pela alta relação folha:colmo dessa forrageira (Machado e Valle, 2011). Para todos os sistemas forrageiros, a primeira época de semeadura proporcionou maior produção de biomassa remanescente.

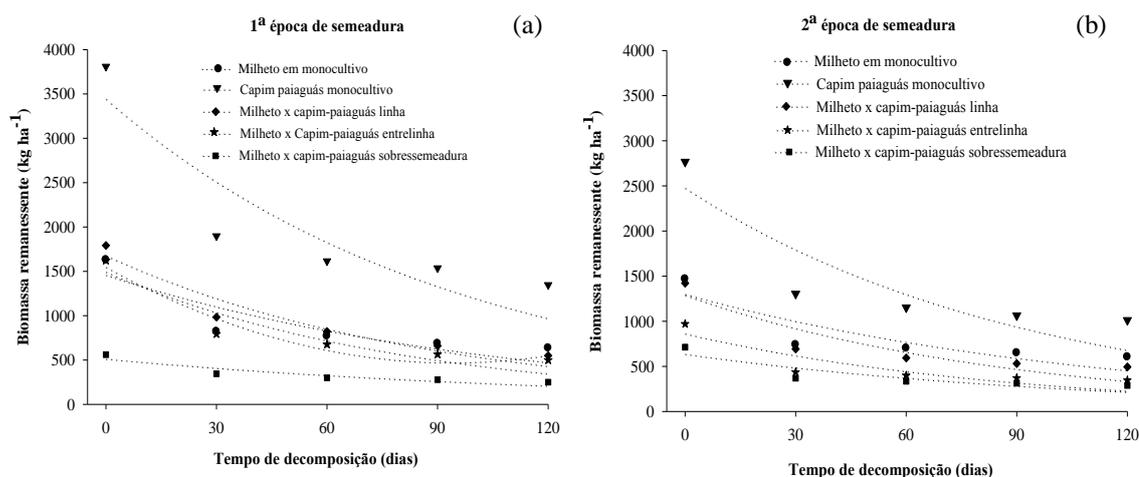


Figura 2. Biomassa remanescente do milho e capim paiguás em monocultivo e consorciado em diferentes sistemas forrageiros e épocas de semeadura (primeira - a e segunda - b).

Quando são avaliadas as equações de regressão de decomposição de palhada após linearização, até 120 dias, Tabela 5, observa-se que os sistemas forrageiros diferiram estatisticamente ($P < 0,05$), com exceção do (milho x capim paiguás linha + milho x capim paiguás entrelinha) vs (milho x capim paiguás linha + milho em monocultivo) na 1ª época de semeadura, podendo-se inferir que a decomposição da palhada, até 120 dias após o manejo, apresenta o mesmo comportamento para ambas as gramíneas. Comprovada a não significância entre as equações, foram reunidos os valores dos dias de avaliação após o manejo e a biomassa seca remanescente, e uma nova equação foi ajustada para o milho x capim paiguás linha + milho x capim paiguás entrelinha vs milho x capim paiguás linha + milho em monocultivo, com $p = 10.197,26 \exp(-0,0067 t)$ e $R^2 = 0,87^{**}$ (Figura 2).

Este comportamento semelhante dos sistemas forrageiros quanto à decomposição de palhadas com queda exponencial com o tempo ocorre por apresentarem relação C/N próximas (gramíneas). Boer et al. (2008), em estudo com milho ADR500 e o capim-pé-de-galinha, observaram comportamento semelhante quanto à decomposição de suas palhadas até 240 dias após manejo. Estes resultados mostram a importância de produção de biomassa com maior resistência à decomposição, visando à manutenção do solo coberto durante a entressafra. A perda acumulada média dos sistemas forrageiros que apresentaram semelhanças quanto à

decomposição foi de 66,54%, aos 120 dias, na 1ª época de semeadura, comprovando que, em condições de elevada temperatura e umidade do solo, as palhadas tiveram uma decomposição de menor intensidade mesmo no período chuvoso na região.

O capim paiaguás em monocultivo apresentou comportamento diferenciado quanto à decomposição de seus resíduos, diferindo dos demais sistemas forrageiros nas duas épocas de semeadura (Tabela 5). A maior produção de biomassa, associada a uma relação C/N acima de 36:1, proporcionou a manutenção de maior quantidade de biomassa no solo. Analisando a Tabela 2, observa-se que a perda acumulada de biomassa aos 120 dias após manejo foi de 65 e 64%, respectivamente, para a 1ª e a 2ª época de semeadura, mesmo em condições favoráveis de decomposição (elevadas temperaturas e umidade).

De acordo com Floss. (2000), a velocidade de decomposição da biomassa remanescente é o que determina o tempo de permanência da cobertura morta no solo, que é influenciada pelos conteúdos de lignina e pela relação C/N nos resíduos. Segundo Noce et al. (2008), as gramíneas, geralmente produzem quantidades relativamente elevadas de biomassa, caracterizada também pela alta relação C/N, o que contribui para aumentar a persistência da cobertura do solo. Kliemann et al. (2006) verificaram que o cultivo consorciado do milho com o capim marandu contribuiu para menor perda de biomassa aos 150 dias após a semeadura, quando comparado ao milho em cultivo exclusivo.

No presente estudo, os resultantes obtidos com o capim paiaguás mostram que esta gramínea é uma opção viável para a produção de biomassa de qualidade na entressafra. Na região do Cerrado, a cobertura eficiente do solo com palhada é um dos fatores que mais limitam a sustentabilidade da semeadura direta, principalmente pela decomposição acelerada dos resíduos. Nessas condições, o uso do capim paiaguás, que apresentou decomposição mais lenta, representa uma estratégia para aumentar a eficiência da cobertura do solo, principalmente no período que antecede o plantio de verão.

Tabela 5. Comparação das equações de regressão, após linearização, para decomposição de palhada dos diferentes sistemas forrageiros de 0 até 120 dias após o manejo, nas duas épocas de semeadura.

Sistemas forrageiros	Época semeadura	
	1ª época	2ª época
(Milheto x capim paiaguás linha) vs (Milheto x capim paiaguás entrelinha)	ns	*
(Milheto x capim paiaguás linha) vs (Milheto x capim paiaguás sobressemeadura)	**	**
(Milheto x capim paiaguás linha) vs (Milheto em monocultivo)	ns	ns
(Milheto x capim paiaguás linha) vs (Capim paiaguás monocultivo)	**	**
(Milheto x capim paiaguás entrelinha) vs (Milheto x capim paiaguás sobressemeadura)	**	ns
(Milheto x capim paiaguás entrelinha) vs (Milheto em monocultivo)	ns	**
(Milheto x capim paiaguás entrelinha) vs (Capim paiaguás monocultivo)	**	**
(Milheto x capim paiaguás sobressemeadura) vs (Milheto em monocultivo)	**	**
(Milheto x capim paiaguás sobressemeadura) vs (capim paiaguás monocultivo)	**	**
(Milheto em monocultivo) vs (Capim paiaguás monocultivo)	**	**
Recalculando o F para os modelos que não diferiram estatisticamente	1ª época	2ª época
(Milheto x capim paiaguás linha + Milheto x capim paiaguás entrelinha) vs (Milheto x capim paiaguás linha + Milheto em monocultivo)	ns	-
(Milheto x capim paiaguás linha + Milheto em monocultivo) vs (Milheto x capim paiaguás entrelinha + Milheto x capim paiaguás sobressemeadura)	-	**

(**) e (*) Significativo ao nível de 1 e 5% de probabilidade e (ns) não significativo.

CONCLUSÕES

O capim paiaguás semeado na sobressemeadura do milheto tem sua produção reduzida pelo efeito do consórcio.

Os sistemas milheto em monocultivo e consorciado na sobressemeadura apresentaram maior relação C/N, e o capim paiaguás em monocultivo proporcionou maior produção de biomassa remanescente nas duas épocas de semeadura.

A decomposição de palhada nos sistemas consorciados apresentou comportamento semelhante na 1ª época de semeadura. Para todos os sistemas forrageiros, a primeira época de semeadura resultou em maior produção de biomassa remanescente.

REFERÊNCIAS

- ASSIS, R. L.; OLIVEIRA, C.A.O.; PERIN, A.; SIMON, G.A.; SOUZA JUNIOR, B.A. Produção de biomassa, acúmulo de nitrogênio por plantas de cobertura e efeito na produtividade do milho safrinha. **Enciclopédia Biosfera**, v.9, n.16, p.1769-1775, 2013.
- BARDUCCI, R.S.; COSTA, C.; CRUSCIOL, C.A.C.; BORGHI, É.; PUTAROV, T.C.; SARTI, L.M.N. Produção de *Brachiaria brizantha* e *Panicum maximum* com milho e adubação nitrogenada. **Archivos de Zootecnia**, v.58, p.211-222, 2009.
- BOER, C.A.; ASSIS, R.L.; SILVA, G.P.; BRAZ, A.J.B.P.; BARROSO, A.L.L.; CARGNELUTTI FILHO, A.; PIRES, F.R. Biomassa, decomposição e cobertura do solo ocasionada por resíduos culturais de três espécies vegetais na região Centro-Oeste do Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, n.02, p.843-851, 2008.
- 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.
- CORREIA, N.M.; LEITE, M.B.; FUZITA, W.E. Consórcio de milho com *Urochloa ruziziensis* e os efeitos na cultura da soja em rotação. **Bioscience Journal**, v.29, n. 01, p.65-76, 2013.
- 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.
- COSTA, N. R.; ANDREOTT, M.; BUZETTI, S.; LOPES, K. S. M.; SANTOS, F. G.; Pariz, C. M. Acúmulo de macronutrientes e decomposição da palhada de braquiárias em razão da adubação nitrogenada durante e após o consórcio com a cultura do milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 38, p. 1223-1233, 2014.
- EMBRAPA SOLOS - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Embrapa CNPS, 3ed. Rio de Janeiro, 2013. 353p.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, p.1039-1042, 2011.
- FIORIN, J.E. Plantas recuperadoras da fertilidade do solo. In: Fertilidade do solo em plantio direto. Aldeia Norte Editora Ltda., p. 39-55, 1999.
- FLOSS, E. Benefícios da biomassa de aveia ao sistema de semeadura direta. **Revista Plantio Direto**, v.57 (n.1), p.25-29. 2000.
- FRANCHINI, J.C.; DEBIASI, H.; SACOMAN, A.; NEPOMUCENO, A.L.; FARIAS, J.R. B. **Manejo de solo para redução de produtividade pela seca**. Londrina: Embrapa Soja, 2009. 39 p. (Embrapa Soja. Documentos, 314).

GAZOLA, R. de N.; de MELO, L.M.M.; DINALLI, R.P.; TEIXEIRA FILHO, M.C.M.; GARCIA, C.M. de P. Sowing depths of *Brachiaria* in intercropping with corn in no tillage planting. **Engenharia Agrícola**, v.33, n.1, p.157-166, 2013.

HORVATHY NETO, A.; SILVA, A.G.; TEIXEIRA, I.R.; SIMON, G.A.; ASSIS, R.L.; ROCHA, V.S. Consórcio sorgo e braquiária para produção de grãos e biomassa na entressafra. **Agrária**, v. 7, p. 743-749, 2012.

KLIEMANN, H.J.; BRAZ, A.J.P.B.; SILVEIRA, P. M. Taxas de decomposição de resíduos de espécies de cobertura em latossolo vermelho distroférico. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 36, n. 1, p. 21-28, 2006.

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.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional de plantas: princípios e aplicações**. 2.ed. Piracicaba, Potafos, 1997. 319p.

MARCANTE, N.C.; CAMACHO, M.A. e PAREDES, F.P.J. Teores de nutrientes no milheto como cobertura do solo. **Bioscience Journal**, v. 27, n. 2, p. 196-204. 2011.

MENEZES, L.A.S.; LEANDRO, W.M. Avaliação de espécies de coberturas do solo com potencial de uso em sistema de plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.34, p.173-180, 2004.

NOCE, M.A.; SOUZA, I.F.; KARAM, D.; FRANÇA, A. C.; MACIEL, G. M. Influência da palhada de gramíneas forrageiras sobre o desenvolvimento da planta de milho e das plantas daninhas. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 7, n. 3, p. 265-278, 2008.

PACHECO, L.P.; PIRES, F.R.; MONTEIRO, F.P.; PROCOPIO, S.O.; ASSIS, R.L.; CARMO, M.L.; PETTER, F.A. Desempenho de plantas de cobertura em sobressemeadura na cultura da soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43p. 815-823, 2008.

PACHECO, L.P.; LEANDRO, W.M.; MACHADO, P.L.O. de A.; ASSIS, R.L. de; COBUCCI, T.; MADARI, B.E.; PETTER, F.A. Produção de fitomassa e acúmulo e liberação de nutrientes por plantas de cobertura na safrinha. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46, p.17-25, 2011.

PALM, C.A.; SANCHEZ, P.A. Nitrogen release from the leaves of some tropical legumes as affected by their lignin and polyphenolic contents. **Soil Biology and Biochemistry**, v.21, p.83-88, 1991.

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 p.147-154, 2010.

PAUL, E.A.; CLARK, F.E. Soil microbiology and biochemistry. San Diego, Academic Press, 1989. 275p.

PITTELKOW, F.K.; SCARAMUZZA, J.F.; WEBER, O.L.S.; MARASCHIN, L.; VALADÃO, F.C.A.; OLIVEIRA, E.S. Produção de biomassa e acúmulo de nutrientes em plantas de cobertura sob diferentes sistemas de preparo do solo, **Revista Agrarian**, 5:212-222, 2012.

PORTES, T. de A.; CARVALHO, S.I.C. de. OLIVEIRA, I.P.; KLUTHCOUSKI, J. Análise do crescimento de uma cultivar de braquiária em cultivo solteiro e consorciado com cereais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, p.1349-1358, 2000.

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.

RICHART, A.; PASLAUSKI, T.; NOZAKI, M. de H.; RODRIGUES, C. M.; FEY, R. Desempenho do milho safrinha e da *Brachiaria ruziziensis*, cv. Comum, em consórcio. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 5, n. 4, p. 497-502, 2010.

SANTOS, F. C. do. ALBUQUERQUE FILHO, M. R.; FERREIRA, G.B.; Carvalho M. da C. S.; VIANA, J. H. M. Decomposição e liberação de macronutrientes da palhada de milho e braquiária, sob integração lavoura-pecuária, no cerrado baiano, **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.38, n.6, p.1855-1861 2014.

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 físicas do solo. **Semina. Ciências Agrárias**, v. 35, p. 55, 2014.

SNEDECOR, G.W.; COCHRAN, W.G. **Statistical methods**. 8.ed. Ames: Iowa State University Press, 1989. 503p.

SORATTO, R., P.; CRUSCIOL, C. A. C.; COSTA, C. H. M. FERRARI NETO, J.; CASTRO, G.S.A. Produção, decomposição e ciclagem de nutrientes em resíduos de crotalária e milheto, cultivados solteiros e consorciados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.47 p.1462- 1470, 2012.

TORRES JLR, PEREIRA MG. Produção e decomposição de resíduos culturais antecedendo milho e soja num Latossolo no cerrado mineiro. **Comunicata Scientiae**, v.5, n.4, p. 419-426, 2014.

THOMAS, R.J.; ASAKAWA, N.M. Decomposition of leaf litter from tropical forage grasses and legumes. **Soil Biology and Biochemistry**. v.23, p.1351-1361, 1993.

TIMOSSI, P.C.; DURIGAN, J.C.; LEITE, G.J. Formação de palhada por braquiárias para adoção do sistema plantio direto. **Bragantia**, v.66, p.617-622, 2007.

TRINSOUTROT, I.; RECOUS, S.; BENTZ, B.; LINÈRES, M.; CHÈNEBY N.B. Biochemical quality of crop residues and carbon and nitrogen mineralization kinetics under non-limiting nitrogen conditions. **Soil Science Society of America Journal**, v. 64, n. 3, p. 918-926, 2000.

WOLF, D.C.; WAGNER, G.H. Carbon transformation and soil organic matter formations. In: SYLVIA, D.M.; HARTEL, P.G.; FUHRMANN, J.J.; ZUBERER, D.A. **Principles and applications of soil microbiology**. 2nded. New Jersey: Pearson Education, 2005. p.285-332.

5. CAPÍTULO III

CONCENTRAÇÃO E ACÚMULO DE NUTRIENTES NA BIOMASSA DO MILHETO E CAPIM PAIAGUÁS EM DIFERENTES SISTEMAS FORRAGEIROS E ÉPOCAS DE SEMEADURA

(Normas Revista Brasileira de Ciencia dos Solos)

RESUMO: Nos sistemas agrícolas conservacionistas, a vegetação remanescente desempenha importante papel, tanto como agente de proteção física do solo, quanto na ciclagem de nutrientes, cujos acúmulo e liberação dependem da quantidade e qualidade dos resíduos culturais, da atividade biológica e de fatores climáticos. Pouco se conhece sobre o acúmulo e liberação de nutrientes na biomassa de milho em consórcio com capim paiaguás, em sistema de integração lavoura-pecuária. Diante disso, objetivou-se, com este trabalho, avaliar a concentração e o acúmulo de nutrientes na biomassa do milho e capim paiaguás em diferentes sistemas forrageiros. O experimento foi conduzido a campo no município de Rio Verde-GO. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, em esquema fatorial 5 x 2, com três repetições, sendo cinco 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 consorciado com capim paiaguás na sobressemeadura, em duas épocas de semeadura (fevereiro e março). Os resultados permitiram constatar que o capim paiaguás em monocultivo e o milho com capim paiaguás em linha e entrelinha apresentaram as maiores concentrações e acúmulos de nutrientes na biomassa remanescente. O potássio foi o nutriente mais acumulado, sendo também o que apresentou maior redução percentual, quando comparado seu acúmulo inicial com a época de colheita. A primeira época de implantação dos sistemas forrageiros promoveu maior concentração e acúmulo de nutrientes em sua biomassa.

Palavras-Chave: ciclagem de nutrientes, *Urochloa brizantha*, consórcio *Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.

CONCENTRATION AND ACCUMULATION OF MINERALS ON MILLET AND PAIAGUAS GRASS BIOMASS IN DIFFERENT FORAGE SYSTEMS AND SOWING PERIODS

ABSTRACT: From conservation farming systems, the remaining vegetation plays an important role, both as physical protection agent of the soil, as the nutrients cycling, whose accumulation and release depend on the quantity and quality of crop residues, biological activity and climatic factors. Little is known about the accumulation and nutrients release in the biomass of millet intercropped with Paiaguas grass in crop-livestock integration system. The research objective was to evaluate the concentration and accumulation of nutrients in millet and Paiaguas grass biomass in different feed systems. The experiment was carried out under field conditions in the municipality of Rio Verde. The experimental design was randomized blocks in factorial scheme 5 x 2, with three replications, five feed systems: monocropped millet; monocropped Paiaguas grass; millet intercropped with Paiaguas grass in line; millet intercropped with Paiaguas grass between rows and pearl millet oversown and intercropped with Paiaguas grass and two sowing dates (February and March). The results demonstrated that the monocropped Paiaguas grass and the line and between rows intercropped of millet and Paiaguas grass were those with the highest concentrations and accumulation of nutrients in the remaining biomass. Potassium was the most nutrient accumulated;

also, it is presented the highest percentage reduction comparing its initial accumulation with the harvest season. The first time of feed systems implementation promoted greater concentration and accumulation of nutrients in their biomass.

Key words: nutrient cycling, *Urochloa brizantha*, *consortium Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.

5.1 INTRODUÇÃO

O uso de plantas de cobertura no sistema de semeadura direta (SSD) tem como objetivo proteger a superfície do solo do impacto direto das gotas de chuvas, reduzindo o risco de erosões e possibilitando maior agregação das partículas. Além disso, apresenta capacidade de absorver nutrientes em camadas subsuperficiais e, depois, liberá-los nas camadas superficiais após a decomposição e mineralização dos resíduos, constituindo, assim, uma considerável reserva de nutrientes para o crescimento e desenvolvimento da cultura subsequente, contribuindo para redução de custos e eficiente uso de fertilizantes nas culturas anuais em sucessão (Torres et al., 2008).

A escolha de plantas de cobertura para suprir a biomassa necessária para a manutenção do sistema de semeadura direta deve levar em consideração as condições climáticas da região. Nos Cerrados, o inverno é seco prolongado, e a presença de altas temperaturas, no decorrer do ano, dificulta a permanência da biomassa na superfície do solo (Pacheco et al., 2008).

De acordo com Macedo (2009), uma alternativa que pode contribuir com a maior eficiência em preservar cobertura vegetal é a associação do sistema de integração agricultura-pecuária (IAP) com SSD. O sucesso se deve ao fato de a palhada acumulada pelas plantas de cobertura, pastagens e restos culturais de lavouras proporcionar um ambiente favorável à recuperação e/ou manutenção dos atributos químicos e físicos do solo (Assmann et al., 2008) e também ao fato de as plantas de cobertura promoverem elevada taxa de ciclagem de nutrientes ao longo do ciclo de decomposição de suas palhadas. Isto contribui para redução dos custos de produção, aumento dos ganhos ambientais importantes para o solo e dos recursos hídricos e redução na pressão sobre as fontes não renováveis de fertilizantes (Torres et al., 2008).

A disponibilização de nutrientes para a cultura sucessora está diretamente relacionada à sua disponibilidade no solo e à velocidade de liberação dos seus resíduos. O entendimento dos fatores e processos que controlam a ciclagem de nutrientes possibilita sincronizar sua disponibilização com a demanda da cultura sucessora (Ferreira et al., 2011). No entanto, culturas diferentes têm capacidade distinta de acumular nutrientes na biomassa, liberando-os no solo por meio da decomposição dos resíduos culturais (Nunes et al., 2010).

Alguns trabalhos têm demonstrado o potencial para acumular nutrientes em palhadas de milheto, sorgo, milho, braquiária e outras forrageiras, com o intuito de promover uma elevada taxa de ciclagem de nutrientes ao longo do ciclo de decomposição de suas palhadas (Boer et al., 2007; Torres e Pereira, 2008).

Apesar de já conhecidos os benefícios da integração lavoura-pecuária e do sistema de semeadura direta, ainda são escassas as informações a respeito do acúmulo e da liberação de nutrientes em coberturas vegetais do consórcio do milheto com espécies de *Urochloa*, em condições de safrinha. Diante disso, objetivou-se, com este trabalho, avaliar a concentração e o acúmulo de nutrientes na biomassa do milheto e do capim paiguás em diferentes sistemas forrageiros e épocas de semeadura.

5.2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido a campo (17°48' S ; 50°55' W ; e 748 m de altitude), no município de Rio Verde, GO, na safrinha de 2014, em um Latossolo Vermelho Distroférrico (Embrapa, 2013). Foram coletadas amostras do solo antes do plantio para determinação das características físicas e químicas, na camada de 0-20 cm. A caracterização foi de 600, 140 e 260 g kg⁻¹ de argila, silte e areia, respectivamente; pH em CaCl₂: 6,02; Ca: 3,50 cmol_c dm⁻³; Mg: 1,43 cmol_c dm⁻³; Al: 0,05 cmol_c dm⁻³; Al+H: 5,90 cmol_c dm⁻³; K: 0,35 cmol_c dm⁻³; CTC: 11,18 cmol_c dm⁻³; V: 47,22%; P (mehlich): 2,29 mg dm⁻³; Cu: 3,50 mg dm⁻³; Zn: 5,10 mg dm⁻³; Fe: 34,1 mg dm⁻³; e M.O.: 37,06 g kg⁻¹.

Antes da instalação do experimento, a área havia sido cultivada com sorgo sacarino e *Urochloa brizantha*, cv. marandu, o que proporcionou, após sua dessecação, incremento na M.O do solo, justificando os valores verificados na sua análise. O preparo da área foi feito pela dessecação das plantas daninhas com uso do herbicida glifosato 3,5 L ha⁻¹ (480 g L⁻¹ equivalente ácido), com volume de calda de 150 L ha⁻¹. Trinta dias após a dessecação, foi feita a gradagem, com grade aradora, para eliminação

das plantas daninhas não controladas pelo herbicida, seguida de uma subsoladora e grade niveladora. A correção da acidez do solo foi feita com calcário calcítico com 100% de PRNT, com aplicação de 675 kg ha^{-1} , incorporados 30 dias antes da semeadura.

Uma semana antes da implantação do ensaio, foi feita uma segunda operação de gradagem niveladora e abertura de sulcos de semeadura, com uso de uma semeadora, com espaçamento entrelinhas de 0,50 m. Os sulcos para semeadura do capim paiaguás, na entrelinha e sobressemeadura do milheto, foram abertos manualmente com uso de enxadas na profundidade de 3 cm.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, em esquema fatorial cinco x dois, com três repetições, sendo cinco sistemas forrageiros: milheto em monocultivo; capim paiaguás em monocultivo; milheto consorciado com capim paiaguás na linha; milheto consorciado com capim paiaguás na entrelinha; e milheto consorciado com capim paiaguás na sobressemeadura, em duas épocas de semeadura (fevereiro e março). O híbrido de milheto utilizado foi o ADR 8010, de porte médio e duplo propósito (produção de forragem e grãos).

As semeaduras foram feitas em 12 de fevereiro e 04 de março, com uso de 240 kg ha^{-1} de P_2O_5 , tendo como fonte superfosfato simples, e 20 kg ha^{-1} de FTE BR 12. No monocultivo e consorciado, o milheto foi semeado a 3 cm de profundidade. O capim paiaguás no plantio em linha, na entrelinha a 0,25 m da linha do milheto e na sobressemeadura, foi semeado aos 15 dias após a semeadura do milheto nas entrelinhas a 0,25 m, foi semeado a 6 cm de profundidade. Foram utilizados para o milheto $12 \text{ kg de sementes ha}^{-1}$, visando a atingir uma população final entre 250 a 300 mil plantas ha^{-1} , e para as espécies forrageiras, foram utilizadas 5 kg de sementes puras, viáveis, por hectare. Em todos os sistemas forrageiros, as parcelas foram constituídas por oito linhas de 3,0 m de comprimento. A área útil foi obtida considerando apenas as quatro linhas centrais, eliminado 0,5 m de cada extremidade.

Foi feita adubação em cobertura aos 30 e 50 dias após semeadura (DAS), tendo sido aplicados, a lanço, 60 kg ha^{-1} de nitrogênio e $40 \text{ kg ha}^{-1} \text{ K}_2\text{O}$, na forma de ureia e cloreto de potássio, respectivamente. Para o controle das plantas daninhas em pós-emergência, foram feitas capinas manuais semanalmente até 50 DAS. Foi feito controle da lagarta do cartucho, *Spodoptera frugiperda*, com duas aplicações de chlorpyrifos (1L/ha) e teflubenzurom (50 ml/ha) aos 40 e 50 DAS e duas aplicações (37 e 44 DAS) de Azoxtrobina + ciproconazol com $0,5 \text{ L ha}^{-1}$.

A colheita dos grãos do milho foi feita manualmente aos 115 e 118 DAS, para a primeira e segunda época de semeadura, respectivamente, quando as plantas se encontravam no estágio de maturidade fisiológica. O restante da planta (colmo e folha) permaneceu na área para avaliação da palhada.

Após a colheita do milho, foi avaliada a produção de biomassa seca do capim paiguás na entressafra, em regime de cortes sucessivos, sendo coletadas amostras de 1 m², direcionando o quadrado aleatoriamente dentro de cada parcela, fazendo o corte a 0,20 m de altura do solo, visando a manter a altura de resíduo adequada para proporcionar a rebrota do capim.

O primeiro corte foi feito na colheita do milho em 04/06/14 e 24/06/14 para a primeira e segunda época, respectivamente. O segundo corte foi feito 79 dias após o primeiro, em 22/08/14 (primeira época), e aos 72 dias, em 04/09/14 (segunda época). Após ambos os cortes, foi feito o corte de uniformização de todas as plantas da área experimental, na mesma altura das plantas avaliadas, sendo retirado da área o resíduo resultante da uniformização. Em seguida o capim paiguás permaneceu em descanso para rebrota, com o intuito de dessecar para formação de biomassa para o plantio da soja na próxima safra.

A dessecação foi feita em 31/10/14 com a aplicação de herbicida glifosato na dose de 4,5 L ha⁻¹ (588 g/L), volume de calda 150 L ha⁻¹. Para quantificar a produção de biomassa, um dia antes da implantação da soja foram coletadas amostras de palhada através de 1 m² quadrado distribuído aleatoriamente dentro de cada parcela. O corte do material vegetal foi feito adotando-se como referência 0,05 m em relação à superfície do solo. O material cortado foi pesado, e as amostras, colocadas em estufa de ventilação forçada de ar a 55°C até peso constante, sendo as quantidades extrapoladas para kg ha⁻¹.

A semeadura da soja Intacta RR 2 PRO, cultivar M 7110, foi feita em semeadura direta sobre a biomassa dos sistemas forrageiros. No momento da semeadura, a soja foi inoculada previamente com estirpes de *Bradirhizobium japonicum* (SEMIA 5079 – CPAC 15 e SEMIA 5080 – CPAC 7), com garantia mínima de $7,2 \times 10^9$ ufc/g, da marca comercial Biomax Premium Turfa, na seguinte proporção: 60 g / 50 kg de sementes. A semeadura foi feita no dia 20/11/14 com semeadora-adubadora, com aplicação de 120 kg ha⁻¹ de P₂O₅, 30 kg ha⁻¹ de K₂O, 2 kg ha⁻¹ de boro, 0,4 kg ha⁻¹ de molibdênio e 6 kg ha⁻¹ de zinco, nas fontes de superfosfato simples, cloreto de potássio, ácido bórico, sulfato de molibdenio e sulfato de zinco, respectivamente.

Foram feitos controles de plantas daninhas com uso do herbicida Transorb (3,5 L ha⁻¹), com volume de calda de 150 L ha⁻¹, no dia 17/12. Foram feitas uma aplicação de Inseticida com chlorpyrifos (L ha⁻¹), para controle da lagarta da soja *Anticarsia gemmatalis*, e também uma aplicação preventiva do fungicida Azoxtrobina + ciproconazol 0,3 L ha⁻¹, no dia 13/01.

Para quantificar a produção de biomassa, foram coletadas amostras da palhada através de um quadrado de um m² distribuído aleatoriamente dentro de cada parcela. O corte do material vegetal foi feito adotando-se como referência 0,05 m em relação à superfície do solo. O material cortado foi pesado, e as amostras, colocadas em estufa de ventilação forçada de ar a 55°C até peso constante, sendo as quantidades extrapoladas para kg ha⁻¹.

Após esse manejo, acondicionou-se a biomassa fresca de cada parcela em sacolas de decomposição confeccionadas em nylon (“*Litter bags*”) (Thomas e Asakawa, 1993), com malha de 2 mm de abertura e dimensões de 15 x 20. Quatro bolsas contendo resíduos das espécies em quantidade proporcional à da biomassa seca produzida por hectare foram depositadas em contato direto com o solo. Aos 30, 60, 90 e 120 dias após o manejo, retirou-se um “*Litter bag*” de cada parcela, a fim de avaliar o remanescente de palhada e determinar o tempo de decomposição durante o período de 120 dias (colheita da soja). Após a limpeza em laboratório para retirada de solo aderido, o material foi seco em estufa a 55°C por 72 horas para obtenção da biomassa seca. Posteriormente, as amostras do material vegetal foram moídas para determinação da concentração dos macronutrientes nitrogênio (N) fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S), de acordo com a metodologia proposta Malavolta et al. (1997).

Para avaliação do acúmulo de nutrientes na biomassa, as concentrações de macronutrientes foram multiplicadas pela produção de biomassa, expressando os resultados em kg ha⁻¹, resultando na quantidade de nutrientes deixados sobre a superfície do solo após a dessecação.

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

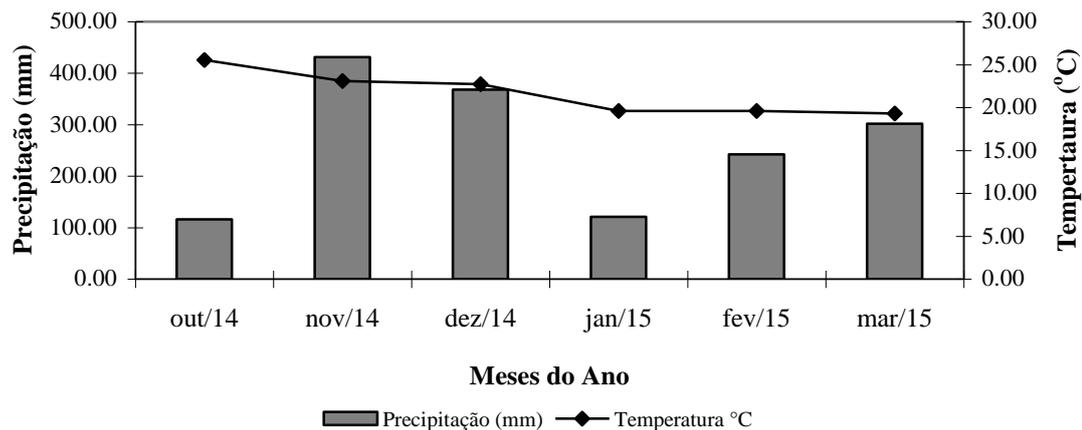


Figura 1. Precipitações pluviais e temperaturas médias registradas durante o período de outubro de 2014 a março de 2015, em Rio Verde-GO.

Os dados foram submetidos à análise de variância, e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, em nível de significância de 5% de probabilidade, utilizando o software estatístico SISVAR 4,6 (Ferreira, 2011).

5.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve influência ($P < 0,05$) dos sistemas forrageiros na concentração e no acúmulo de nitrogênio (N) na biomassa (Tabela 1). A maior concentração de N aos 30, 60, 90 e 120 dias foi obtida no capim paiguás em monocultivo e consorciado na linha e entrelinha, diferenciando-se da sobressemeadura e milho em monocultivo. Esse resultado é decorrente da maior proporção de folhas no capim paiguás, concentrando com isso maior quantidade de N na biomassa. Em relação às épocas de semeadura, em todas as avaliações, as concentrações foram semelhantes ($P > 0,05$), mostrando que a época não interfere na concentração de N.

Avaliando o acúmulo de N na biomassa, verifica-se em todas as épocas de avaliação que o capim paiguás em monocultivo apresentou maiores acúmulos de N (Tabela 01), isto se deve à maior concentração de N e à produção de biomassa observada neste sistema. Deste modo, vale ressaltar a importância da utilização do capim paiguás em sistema de integração lavoura-pecuária e plantio direto, por proporcionar maior produção de biomassa e, conseqüentemente, maior acúmulo de nutrientes na palhada, visando à maior eficiência dos sistemas. Costa et al. (2012) relataram que a quantidade de N que retorna ao solo na forma da biomassa

remanescente constitui fração relevante do N total absorvido pelas plantas em sucessão, mesmo em culturas fixadoras de N, como é o caso da soja. Trabalhos de milheto consorciado com forrageiras tropicais visando à produção de biomassa para o SSD ainda são escassos. No entanto, Mendonça et al. (2015), avaliando a liberação de nutrientes em forrageiras consorciadas com milho em sucessão com a soja, verificaram acúmulo de 70 kg ha⁻¹ de N no consórcio com capim tanzânia na semeadura a lanço simultânea ao milho, valor este inferior ao observado no paiaguás em monocultivo aos 120 dias. Já em sistemas exclusivos, Bernardes et al. (2010) verificaram acúmulo de 229 e 327 kg ha⁻¹ de N na *Urochloa brizantha*. cv Marandu. e no capim mombaça, respectivamente, aos 75 dias após manejo, corroborando os resultados encontrados aos 30 dias para o capim paiaguás em monocultivo, evidenciando o potencial do capim paiaguás no acúmulo de nutrientes.

Comparando os acúmulos iniciais de N com os valores atingidos aos 120 dias após o manejo (colheita da soja), observa-se que o milheto em monocultivo e o milheto consorciado com capim paiaguás na sobressemeadura foram os que apresentaram menores valores de perdas. O que pode ser explicado pelo fato de o milheto apresentar maior relação C/N quando comparado ao capim paiaguás, além da menor produção de biomassa da forrageira, razão pela qual os processos de decomposição e mineralização do N são mais lentos.

Mendonça et al. (2015) relataram que o N após o K é o nutriente mais extraído pelas forrageiras, assim apresenta maior acúmulo na biomassa. No entanto, necessita também de maior período para que a mesma quantidade de N extraída seja liberada via mineralização e retorne ao solo. O N, uma vez fixado em compostos orgânicos, fica à disposição da ciclagem no complexo planta-palha-solo (Crusciol et al., 2005).

Em relação às épocas de semeadura, verifica-se que aos 30 e 60 dias, a primeira época apresentou os maiores valores ($P < 0,05$) de acúmulo de N para todos os sistemas, com exceção do consórcio na sobressemeadura. Já aos 90 e 120 dias, houve influência ($P > 0,05$) das épocas no acúmulo de N, tendo apenas o capim paiaguás em monocultivo apresentado maior acúmulo, em razão da maior produção de biomassa seca verificada na primeira época.

Costa et al. (2015), estudando o acúmulo de nutrientes em espécies forrageiras, verificaram acúmulo de N no milheto de 139 e 201 kg ha⁻¹ para as safras de 2009/2010 e 2010/2011, respectivamente, tendo também verificado influência das épocas de semeadura neste acúmulo. As biomassas do sorgo e do milheto foram as de maior

persistência no solo na primeira época de manejo, mas, em contrapartida, o capim xaraés foi o que apresentou taxa de decomposição mais alta e uniforme nas três épocas avaliadas. Este fato foi associado à sua baixa relação C/N, quando comparada às demais espécies estudadas assim como verificado neste trabalho, visto que o capim paiaguás, por apresentar maior quantidade de folhas compondo sua biomassa, apresentou menores valores de relação C/N quando comparado ao milheto.

Tabela 1. Concentração (g kg^{-1}) e acúmulo de nitrogênio (kg ha^{-1}) do milheto e capim paiaguás em monocultivo e consorciado em diferentes sistemas forrageiros.

Sistemas forrageiros	Épocas de semeadura			
	Primeira	Segunda	Primeira	Segunda
	Concentr. N 30 dias		Acúmulo N 30 dias	
Milheto em monocultivo	11,4 Ca	9,9 Ca	104 BCa	77 Bb
Paiaguás em monocultivo	17,6 Aa	17,0 Aa	334Aa	220 Ab
Milheto x paiaguás na linha	18,3 Aa	17,3 Aa	180Ba	120Ab
Milheto x paiaguás na entrelinha	16,5 Aa	17,6 Aa	132 BCa	83 Bb
Milheto x paiaguás na sobressemeadura	13,8 Ba	13,6 Ba	48 Ca	51 Ba
CV (%)	..... 6,34 .....		..... 37,16	
	Concentr. N 60 dias		Acúmulo N 60 dias	
Milheto em monocultivo	12,2 Ca	10,9 Ca	91 BCa	76 Bb
Paiaguás em monocultivo	15,3 Aa	15,0 Aa	248 Aa	172 Ab
Milheto x paiaguás na linha	16,8 Aa	16,0 Aa	138 Ba	95 Bb
Milheto x paiaguás na entrelinha	15,5 Aa	16,5 Aa	106 BCa	66 Bb
Milheto x paiaguás na sobressemeadura	13,6 BCa	13,2 Ba	40 Ca	44,47 Ba
CV (%)	..... 4,88 .....		..... 35,79	
	Concentr. N 90 dias		Acúmulo N 90 dias	
Milheto em monocultivo	11,2 Ca	11,2 Ca	75 Ba	66 Ba
Paiaguás em monocultivo	14,8 Aa	14,6 Aa	213 Aa	150Ab
Milheto x paiaguás na linha	15,4 Aa	15,2 Aa	102 Ba	81 Ba
Milheto x paiaguás na entrelinha	15,0 Aa	15,2 Aa	85 Ba	57 Ba
Milheto x paiaguás na sobressemeadura	13,1 Ba	12,8 Ba	36 Ba	40 Ba
CV (%)	..... 4,58 .....		..... 36,71	
	Concentr. N 120 dias		Acúmulo N 120 dias	
Milheto em monocultivo	11,1 Ca	10,5 Ca	66 Ba	58 Ba
Paiaguás em monocultivo	13,8 Aa	14,2 Aa	176 Aa	135 Ab
Milheto x paiaguás na linha	14,4 Aa	14,1 Aa	79 Ba	70 Ba
Milheto x paiaguás na entrelinha	14,0 Aa	14,7 Aa	71 Ba	51 Ba
Milheto x paiaguás na sobressemeadura	12,5 Ba	12,4 Ba	31 Ba	35 Ba
CV (%)	..... 4,92 .....		..... 29,99	

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

Avaliando a concentração de fósforo na primeira e segunda época de semeadura, observa-se, na Tabela 2, que os valores foram semelhantes ($P < 0,05$) entre

os sistemas forrageiros aos 30 e 60 dias após o manejo. Aos 90 e 120 dias, o milho em monocultivo na segunda época apresentou o menor valor, diferenciando-se do milho consorciado com capim paiguás na linha e entrelinha. Este resultado sugere que a maior produção de biomassa e a menor relação C/N do capim paiguás em monocultivo e nos sistemas de consórcio em linha e entrelinha, quando comparadas com o milho, podem ter contribuído para uma rápida decomposição e liberação deste nutriente.

Mendonça et al. (2015) verificaram acúmulo 13 kg ha^{-1} de P na biomassa do capim tanzânia semeado a lanço simultaneamente ao milho, sendo esses valores inferiores aos obtidos nesse estudo nas avaliações feitas aos 30, 60 e 90 dias. Estes autores relataram que o P contido nos compostos orgânicos geralmente é ligado a proteínas e moléculas envolvidas no transporte de energia e tornam-se disponíveis para a cultura em sucessão e/ou podem ser imobilizadas em compostos minerais de difícil solubilidade. Deste modo, é importante considerar que o P, mesmo sendo acumulado na biomassa seca, não estará prontamente disponível para a cultura em sucessão.

No entanto, quando se comparam as épocas, não houve diferença significativa ($P > 0,05$) em todos os sistemas forrageiros entre as duas épocas de semeadura, em todas as épocas de avaliação.

Quanto ao acúmulo de P na biomassa dos sistemas forrageiros, verifica-se que o capim paiguás em monocultivo apresentou, em todas as avaliações, maior acúmulo ($P < 0,05$) em comparação com os sistemas consorciados e do milho em monocultivo (Tabela 02). Costa et al. (2015) verificaram, na biomassa do milho ADR 500, acúmulo de 38 kg ha^{-1} de P e no capim xaraés, 20 kg ha^{-1} na safra de 2009/2010. Esta diferença de acúmulo considerando o milho é devida, principalmente, à produção de biomassa, porquanto o híbrido ADR500 é destinado à produção de forragem, portanto tem maior potencial genético para esta produção quando comparado ao híbrido ADR 8010. O capim paiguás apresentou valores de P semelhantes ao xaraés, contudo, deve-se considerar que a implantação das coberturas no trabalho de Costa et al. (2015) ocorreu no verão, portanto, produzindo maior quantidade de biomassa.

Costa et al. (2012) relataram que as chuvas em resposta à intensidade e duração são fatores que podem aumentar as quantidades de P que retornam ao solo, provenientes da biomassa remanescente. Deste modo, a ocorrência das chuvas durante a avaliação dos *Litter bags*, entre os meses de novembro de 2014 e fevereiro de 2015,

Figura 01, os quais apresentaram média de 290,5 mm, pode ter favorecido a liberação de parte do P, presente na biomassa, para o sistema solo.

Tabela 2. Concentração (g kg^{-1}) e acúmulo de fósforo (kg ha^{-1}) do milho e capim paiaguás em monocultivo e consorciado em diferentes sistemas forrageiros.

Sistemas forrageiros	Épocas de semeadura			
	Primeira	Segunda	Primeira	Segunda
	Concentr. P 30 dias		Acúmulo P 30 dias	
Milho em monocultivo	1,2 Aa	1,4 Aa	10 Ba	10 Ba
Paiaguás em monocultivo	1,5 Aa	1,6 Aa	23 Aa	20Aa
Milho x paiaguás na linha	1,2 Aa	1,5 Aa	12 Ba	11 Ba
Milho x paiaguás na entrelinha	1,4 Aa	1,6 Aa	11 Ba	7 Ba
Milho x paiaguás na sobressemeadura	1,4 Aa	1,3 Aa	5 Ba	5 Ba
CV (%)	..... 11,33 .....		.....30,20	
	Concentr. P 60 dias		Acúmulo P 60 dias	
Milho em monocultivo	1,0 Aa	1,1 Aa	8 BCa	8 Ba
Paiaguás em monocultivo	1,2 Aa	1,4 Aa	15 Aa	17 Aa
Milho x paiaguás na linha	1,2 Aa	1,3 Aa	10 ABa	8 Ba
Milho x paiaguás na entrelinha	1,2 Aa	1,2 Aa	8 BCa	5 Ba
Milho x paiaguás na sobressemeadura	1,0 Aa	1,2 Aa	3 Ca	4 Ba
CV (%)	..... 17,40 .....		..... 29,66	
	Concentr. P 90 dias		Acúmulo P 90 dias	
Milho em monocultivo	1,1 Aa	0,9 Ba	8 Ba	7 Ba
Paiaguás em monocultivo	1,0 Aa	1,1 ABa	14 Aa	15 Aa
Milho x paiaguás na linha	1,1 Aa	1,2 Aa	8 Ba	7 Ba
Milho x paiaguás na entrelinha	1,2 Aa	1,2 Aa	7 Ba	4 Ba
Milho x paiaguás na sobressemeadura	1,0 Aa	1,1 ABa	3 Ba	4 Ba
CV (%)	..... 10,28 .....		..... 28,69	
	Concentr. P 120 dias		Acúmulo P 120 dias	
Milho em monocultivo	1,0 Aa	0,9 Ba	7 Ba	5 Ba
Paiaguás em monocultivo	1,1 Aa	1,1 ABa	12 Aa	11 Aa
Milho x paiaguás em linha	1,1 Aa	1,2 Aa	6 Ba	6 Ba
Milho x paiaguás na entrelinha	1,2 Aa	1,2 Aa	6 Ba	4 Ba
Milho x paiaguás na sobressemeadura	1,0 Aa	1,1ABa	2 Ba	3 Ba
CV (%)	..... 10,28 .....		..... 27,84	

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

A Tabela 03 apresenta os dados de concentração e acúmulo de potássio (K) na biomassa dos sistemas forrageiros. As concentrações de K na biomassa aos 30 dias, nas duas épocas de semeadura e aos 60, 90 e 120, apresentaram maiores valores ($P < 0,05$) no capim paiaguás em monocultivo, seguido dos sistemas consorciados na linha e entrelinha. Esse resultado pode ser explicado por duas razões: a primeira decorre da maior produção de biomassa nesse sistema e a segunda decorre de as gramíneas forrageiras apresentarem alta capacidade de acúmulo de K na biomassa, sendo o

nutriente mais acumulado (Costa et al., 2015). No entanto, para a segunda época de semeadura a partir da avaliação aos 60 dias, não houve diferença ($P>0,05$) entre os sistemas, apresentando valores semelhantes de concentração de K.

É importante mencionar que o K, diferentemente do N, não constitui moléculas complexas e estruturais no tecido vegetal, sendo facilmente liberadas para a cultura sucessora de acordo com sua quantidade acumulada na biomassa (Rosolem et al., 2003), não necessitando da decomposição para que isso ocorra.

Tabela 3. Concentração (g kg^{-1}) e acúmulo de potássio (kg ha^{-1}) do milho e capim paiguás em monocultivo e consorciado em diferentes sistemas forrageiros.

Sistemas forrageiros	Épocas de semeadura			
	Primeira	Segunda	Primeira	Segunda
	Concentr. K 30 dias		Acúmulo K 30 dias	
Milho em monocultivo	16,7 BCa	10,0 Ba	115 Ca	88 Ca
Paiguás em monocultivo	40,0 Aa	34,7 Aa	628 Aa	417 Ab
Milho x paiguás na linha	36,7 Aa	26,7 Aa	343 Ba	183 Bb
Milho x paiguás na entrelinha	33,3 Aa	30,0 Aa	259 Ba	121 Bb
Milho x paiguás na sobresemeadura	12,0 Ca	10,0 Ba	42 Da	36 Da
CV (%)	..... 28,57 .....		..... 27,06	
	Concentr. K 60 dias		Acúmulo K 60 dias	
Milho em monocultivo	10,0 Ba	10,0 Aa	78 Ca	60 Ba
Paiguás em monocultivo	33,3 Aa	23,3 Ab	436 Aa	260 Ab
Milho x paiguás na linha	26,7 Aa	10,0 Ab	207 Ba	77 Bb
Milho x paiguás na entrelinha	23,3 Aa	20,0 Aa	161 Ba	76 Bb
Milho x paiguás na sobresemeadura	10,0 Ba	10,0 Aa	30 Da	31 Ca
CV (%)	..... 31,00 .....		..... 26,74	
	Concentr. K 90 dias		Acúmulo K 90 dias	
Milho em monocultivo	10,0 Ba	10,0 Aa	59 Ca	44 Ba
Paiguás em monocultivo	23,3 Aa	16,6 Ab	282 Aa	158Ab
Milho x paiguás na linha	20,0 Aa	10,0 Ab	112 Ba	61 Bb
Milho x paiguás na entrelinha	20,0 Aa	10,0 Ab	96 Ba	39 Bb
Milho x paiguás na sobresemeadura	10,0 Ba	10,0 Aa	24 Da	27 Ca
CV (%)	..... 29,80 .....		..... 46,95	
	Concentr. K 120 dias		Acúmulo K 120 dias	
Milho em monocultivo	3,3 Ba	6,7 Aa	34 BCa	35 Ba
Paiguás em monocultivo	16,7 Aa	10,0 Aa	168 Aa	124 Ab
Milho x paiguás na linha	10,0 ABA	10,0 Aa	49 Ba	45 Ba
Milho x paiguás na entrelinha	10,0 ABA	10,0 Aa	61 Ba	32 Bb
Milho x paiguás na sobresemeadura	6,7 Ba	6,7 Aa	14 Ca	17 Ca
CV (%)	..... 46,36 .....		..... 31,27.....	

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

O efeito de épocas de semeadura ($P < 0,05$) na concentração de K na biomassa só foi evidenciado aos 60 dias no capim paiaguás em monocultivo e consorciado na linha e aos 90 dias no capim paiaguás em monocultivo e consorciado na linha e entrelinha. Em ambas as avaliações, a primeira época de semeadura proporcionou maiores concentrações de K.

Considerando o acúmulo de K na biomassa dos sistemas, verifica-se que o capim paiaguás em monocultivo se diferenciou ($P < 0,05$) dos demais sistemas forrageiros, apresentando os maiores valores de acúmulo em todas as épocas de avaliação, devido à alta produção de biomassa da forrageira. Por outro lado, o consórcio do milho com capim paiaguás na sobressemeadura, assim como para os demais nutrientes discutidos, foi o que apresentou os menores valores de acúmulo de K na biomassa, o que pode ser explicado pela baixa produção de biomassa observada neste sistema, devido ao efeito de competição.

Ressalta-se que o K foi o macronutriente mais acumulado na palhada, seguido pelo N, corroborando os resultados observados por Braz et al. (2004), Boer et al. (2007), Pariz et al. (2011), Costa et al. (2015) e Mendonça et al. (2015). Ainda de acordo com estes autores, são os nutrientes mais absorvidos e acumulados no tecido vegetal em plantas de cobertura. Além disso, os altos acúmulos de K obtidos neste estudo para o capim paiaguás em monocultivo e nos sistemas de consórcio na linha e entrelinha indicam, como já verificado em outros estudos (Costa et al., 2015), que as cultivares de *Urochloa brizantha* extraem grande quantidade de K do solo, acumulando na biomassa.

Comparando os acúmulos iniciais de K com os valores atingidos na última avaliação aos 120 dias após o manejo, são observadas reduções de 70, 73, 85, 76 e 66%, para o milho e capim paiaguás em monocultivo e consorciado na linha, entrelinha e sobressemeadura, respectivamente, na primeira época de implantação dos sistemas. Para a mesma sequência na segunda época, as reduções foram de 60, 70, 75, 74 e 50%. Observa-se que as reduções verificadas para o K são as mais elevadas quando comparadas aos demais nutrientes. Isto se deve ao fato de este nutriente ser facilmente extraído da cobertura morta, não necessitando para tal dos processos de decomposição e mineralização biológica por não fazer parte na planta como constituinte estrutural (Rosolem et al., 2003). De acordo com Santos et al. (2008), a quantidade do K rapidamente liberado pela palhada é aproximadamente de 80% para gramíneas e de 90% para leguminosas, desempenhando, deste modo, estes sistemas um importante papel na ciclagem deste nutriente.

Em relação às épocas de semeadura aos 30, 60 e 90 dias, os maiores acúmulos de K foram verificados na primeira época de semeadura para o capim paiaguás em monocultivo e consorciado na linha e entrelinha. Provavelmente, a maior produção de biomassa verificada nestes sistemas na primeira época de semeadura tenha sido fator preponderante para o maior acúmulo e concentração de K na biomassa.

Avaliando a concentração de cálcio (Ca) aos 30, 60 e 90 dias, em ambas as épocas de semeadura, os maiores valores foram obtidos no capim paiaguás em monocultivo e consorciado na linha e entrelinha. Esses resultados corroboram as concentrações de N e K. Em relação às épocas de semeadura, a primeira época apresentou os maiores valores de concentração de cálcio aos 30 dias para o capim paiaguás em monocultivo, aos 90 dias para o milho em monocultivo e aos 120 dias para o milho e capim paiaguás em monocultivo e consorciado na linha, entrelinha e sobressemeadura.

Considerando o acúmulo de Ca na biomassa, o capim paiaguás em monocultivo obteve maior acúmulo ($P < 0,05$) em todas as avaliações, em ambas as épocas de semeadura, com valores variando de 36 a 24 kg ha⁻¹ aos 30 dias de manejo e de 14 kg ha⁻¹ aos 120 dias (colheita da soja), para a primeira e segunda época, respectivamente. No entanto, de acordo com Crusciol et al. (2005), apenas 30% do Ca acumulado na palhada é liberado lentamente pela decomposição da biomassa remanescente. Isto se deve ao fato de este nutriente ser parte constituinte de estruturas celulares, como a parede celular, além de ser cofator de algumas enzimas relacionadas à respiração das plantas, o que torna difícil sua mineralização e liberação para sistema solo (Boer et al., 2007).

Mendonça et al. (2015) encontraram 5 kg ha⁻¹ de Ca residual no consórcio do milho com capim tanzânia, 120 dias após o manejo das plantas de cobertura. Entretanto, Costa et al. (2015) observaram maiores valores de acúmulo: 32 kg ha⁻¹ para o milho e 12 kg ha⁻¹ para o capim xaraés na safra de safra 2009/2010. Os maiores valores observados no trabalho de Costa et al. (2015) são explicados pela produção de biomassa, pela diferença entre os genótipos de milho avaliados e também devido ao cultivo ter sido feito no verão, proporcionando maior acúmulo de biomassa. Vale ressaltar que Mendonça et al. (2015) implantaram seu experimento durante o outono e, mesmo favorecidos pelo fotoperíodo e pela precipitação, obtiveram valores abaixo do observado neste estudo.

Tabela 4. Concentração (g kg^{-1}) e acúmulo (kg ha^{-1}) de cálcio do milho e capim paiaguás em monocultivo e consorciado em diferentes sistemas forrageiros.

Sistemas forrageiros	Épocas de semeadura			
	Fevereiro	Março	Fevereiro	Março
	Concentr. Ca 30 dias		Acúmulo Ca 30 dias	
Milho em monocultivo	1,4 Ba	1,2 Ba	21 Ba	17 Ba
Paiaguás em monocultivo	3,6 Aa	2,1 Ab	36 Aa	24 Ab
Milho x paiaguás na linha	2,3 Aa	2,4 Aa	19 Ba	11 Ba
Milho x paiaguás na entrelinha	3,3 Aa	2,7 Aa	18 Ba	8 BCb
Milho x paiaguás sobressemeadura	1,5 Ba	1,5 Ba	8 Ba	5 BCa
CV (%)	..... 25,85.....		.....31,65.....	
	Concentr. Ca 60 dias		Acúmulo Ca 60 dias	
Milho em monocultivo	1,5 Ba	1,2 Ba	15 Ba	9 Aa
Paiaguás em monocultivo	2,6 Aa	1,7 Aa	26 Aa	17 Ab
Milho x paiaguás na linha	2,1 Aa	1,5 Aa	12 BCa	7 Ba
Milho x paiaguás na entrelinha	2,0 Aa	1,7 Aa	12 BCa	6 Bb
Milho x paiaguás sobressemeadura	1,2 Ba	1,1 Ba	5 Ca	5 Ba
CV (%)	..... 35,01.....		.....31,45.....	
	Concentr. Ca 90 dias		Acúmulo Ca 90 dias	
Milho em monocultivo	1,5 Aa	0,6 Bb	12 ABa	10 Ba
Paiaguás em monocultivo	1,6 Aa	1,5 Aa	20 Aa	17 Aa
Milho x paiaguás na linha	1,5 Aa	1,3 Aa	9 Ba	6 Ba
Milho x paiaguás na entrelinha	1,7 Aa	1,4 Aa	10 Ba	4 Bb
Milho x paiaguás sobressemeadura	1,3 Aa	0,8 Ba	4 Ba	3 Ba
CV (%)	..... 26,15.....		.....33,99.....	
	Concentr. Ca 120 dias		Acúmulo Ca 120 dias	
Milho em monocultivo	1,4 Aa	1,1 Ab	9 ABa	9 Aba
Paiaguás em monocultivo	1,5 Aa	1,1 Ab	14 Aa	14 Aa
Milho x paiaguás na linha	1,4 Aa	1,1 Ab	5 Ba	6 Ba
Milho x paiaguás na entrelinha	1,3 Aa	0,9 Ab	9 ABa	6 Ba
Milho x paiaguás sobressemeadura	1,0 Ba	1,0 Aa	3 Ba	3 Ba
CV (%)	..... 18,60.....		.....36,16.....	

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

Já em relação às épocas de semeadura, a biomassa do capim paiaguás em monocultivo e consorciado na entrelinha aos 30 e 60 dias após o manejo e a biomassa do milho consorciado com capim paiaguás na entrelinha aos 90 dias apresentaram os maiores acúmulos de Ca na primeira época de semeadura, por motivo da maior produção de biomassa observada nesta época.

Não houve efeito significativo ($P > 0,05$) das concentrações de magnésio (Mg) entre os sistemas forrageiros e épocas de semeadura, mostrando resultados semelhantes (Tabela 05). Importante comentar que o Mg foi, após o K e o N, o nutriente de maior concentração na palhada. Mendonça et al. (2015) comentaram que cerca de 70% do Mg

é rapidamente disponibilizado da biomassa para a cultura sucessora, visto ser este elemento encontrado em sua maior parte no vacúolo celular. O restante dos 30% faz parte de compostos estruturais na planta, sendo liberado de forma gradual e lenta (Crusciol et al., 2005).

Tabela 5. Concentração (g kg^{-1}) e acúmulo de magnésio (kg ha^{-1}) do milho e capim paiguás em monocultivo e consorciado sob diferentes sistemas forrageiros.

Sistemas forrageiros	Épocas de semeadura			
	Fevereiro	Março	Fevereiro	Março
	Concentr. Mg 30 dias		Acúmulo Mg 30 dias	
Milho em monocultivo	4,1 Aa	3,6 Aa	34 BCa	26Aba
Paiguás em monocultivo	4,4 Aa	3,8 Aa	69 Aa	49 Ab
Milho x paiguás na linha	4,4 Aa	4,0 Aa	43 Ba	28 Aba
Milho x paiguás na entrelinha	4,7 Aa	4,0 Aa	37 BCa	15 Bb
Milho x paiguás na sobresemeadura	4,4 Aa	3,6 Aa	15 Ca	12 Ba
CV (%)	..... 10,63 .....		..... 32,4 1.....	
	Concentr. Mg 60 dias		Acúmulo Mg 60 dias	
Milho em monocultivo	3,6 Aa	3,2 Aa	28 Ba	22 Aa
Paiguás em monocultivo	3,7 Aa	3,7 Aa	47 Aa	29 Ab
Milho x paiguás na linha	3,9 Aa	3,6 Aa	32 ABa	22 Aa
Milho x paiguás na entrelinha	4,2 Aa	3,5 Aa	28 Ba	15 Ab
Milho x paiguás na sobresemeadura	3,8 Aa	3,4 Aa	10 Ba	12 Aa
CV (%)	..... 11,12 .....		..... 40,50	
	Concentr. Mg 90 dias		Acúmulo Mg 90 dias	
Milho em monocultivo	3,3 Aa	3,7 Aa	23 BCa	24 Aba
Paiguás em monocultivo	3,6 Aa	3,3 Aa	43 Aa	34 Ab
Milho x paiguás na linha	3,8 Aa	3,6 Aa	25 Ba	19 Ba
Milho x paiguás na entrelinha	3,9 Aa	3,0 Aa	22 BCa	12 Bb
Milho x paiguás na sobresemeadura	3,5 Aa	3,3 Aa	10 Ca	11 Ba
CV (%)	..... 10,51 .....		..... 27,09	
	Concentr. Mg 120 dias		Acúmulo Mg 120 dias	
Milho em monocultivo	3,6 Aa	3,1 Aa	20 ABa	19 Aba
Paiguás em monocultivo	3,2 Aa	2,9 Aa	35 Aa	25 Ab
Milho x paiguás na linha	3,3 Aa	3,2 Aa	18 ABa	16 Aba
Milho x paiguás na entrelinha	3,4 Aa	2,8 Aa	18 ABa	10 Bb
Milho x paiguás na sobresemeadura	3,3 Aa	3,0 Aa	8 Ba	9 Ba
CV (%)	..... 14,54 .....		..... 29,38	

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

Comparando o acúmulo de Mg na biomassa remanescente dos diferentes sistemas forrageiros, Tabela 05, verifica-se que o capim paiguás em monocultivo obteve os maiores valores ($P < 0,05$) deste nutriente em todas as avaliações. Esses

resultados corroboram os encontrados por Costa et al. (2015), que verificaram no milho ADR 500 acúmulo de Mg de 41 e 33 kg ha⁻¹ e para o capim xaraés de 17 a 12 kg ha⁻¹ nas safras 2009/2010 e 2010/2011, respectivamente, implantados no verão. Entretanto, Bernardes et al. (2010) verificaram valores superiores aos obtidos nesse estudo, com valores de 73 kg e 70 kg ha⁻¹ de acúmulo de Mg na biomassa dos capins mombaça e marandu, respectivamente, aos 75 dias após o manejo.

Em relação às épocas de semeadura, houve efeito significativo ($P < 0,05$) sobre o acúmulo do Mg para o capim paiaguás em monocultivo e consorciado na entrelinha, em todas as avaliações. Vale ressaltar que a primeira época de semeadura resultou em maiores acúmulos de nutrientes, sendo que a quantidade de biomassa disponível proporciona maior acúmulo e, conseqüentemente, maior concentração na biomassa. De acordo com Crusciol et al. (2005), o Mg assim como o Ca participam na constituição de compostos iônicos e moléculas solúveis, podendo ser liberados para o solo de forma elevada, principalmente nos primeiros 20 dias após o manejo, tendendo a se estabilizar.

Para a concentração de enxofre (S), verificou-se efeito significativo ($P < 0,05$) para os sistemas forrageiros apenas no manejo aos 120 dias, tendo o milho em monocultivo e consorciado na linha apresentado os maiores valores (Tabela 06). Já em relação às épocas de semeadura, não foi observada influência ($P > 0,05$) das épocas na concentração e acúmulo de S, em todas as avaliações.

Em contrapartida, para acúmulo de S, o capim paiaguás em monocultivo apresentou os maiores valores, seguido do consórcio na linha e entrelinha e milho em monocultivo. O sistema que menos favoreceu este acúmulo foi o consórcio na sobresemeadura. Vale ressaltar que o S foi o nutriente que apresentou menor acúmulo na biomassa remanescente em comparação aos demais. Corroborando este estudo, Costa et al. (2015) verificaram que este nutriente também foi o menos acumulado na biomassa remanescente, com valores de 6 e 9 kg ha⁻¹ para o capim xaraés e de 17 e 11 kg ha⁻¹ para o milho, nas safras de 2009/2010 e safra 2010/2011, respectivamente.

Comparando os acúmulos iniciais de S com os valores obtidos aos 120 dias após o manejo, observa-se que o milho em monocultivo apresentou as menores reduções no acúmulo desse nutriente. Isto pode ser explicado pela maior persistência da biomassa no solo, decorrente da elevada relação C/N, e pelo material lignificado, o que dificulta a liberação de nutrientes constituintes de moléculas complexas no tecido vegetal.

Tabela 6. Concentração (g kg^{-1}) e acúmulo de enxofre (kg ha^{-1}) do milho e capim paiaguás em monocultivo e consorciado em diferentes sistemas forrageiros.

Sistemas forrageiros	Épocas de semeadura			
	Fevereiro	Março	Fevereiro	Março
	Concentr. S 30 dias		Acúmulo S 30 dias	
Milho em monocultivo	1,3 Aa	1,3 Aa	10 BCa	10 Ca
Paiaguás em monocultivo	1,2 Aa	1,1 Aa	20 Aa	17 Aa
Milho x paiaguás na linha	1,2 Aa	1,3 Aa	16 ABa	12 Ba
Milho x paiaguás na entrelinha	1,1 Aa	1,0 Aa	13 ABa	10 Ba
Milho x paiaguás sobressemeadura	0,9 Aa	1,0 Aa	5 Ca	5 Ca
CV (%)	..... 16,60 .....	.....	..... 30,28 .....	.....
	Concentr. S 60 dias		Acúmulo S 60 dias	
Milho em monocultivo	1,3 Aa	1,3 Aa	10 ABa	8 Aba
Paiaguás em monocultivo	1,2 Aa	1,1 Aa	16 Aa	12 Aa
Milho x paiaguás na linha	1,2 Aa	1,3 Aa	10 ABa	8 Aba
Milho x paiaguás na entrelinha	1,1 Aa	1,0 Aa	7 BCa	4 Ba
Milho x paiaguás sobressemeadura	0,9 Aa	1,0 Aa	3 Ca	3 Ba
CV (%)	..... 16,60 .....	.....	..... 30,13.....	.....
	Concentr. S 90 dias		Acúmulo S 90 dias	
Milho em monocultivo	1,1 Aa	1,0 Aa	7 Ba	7 Aba
Paiaguás em monocultivo	1,1 Aa	1,0 Aa	13 Aa	10 Aa
Milho x paiaguás na linha	0,9 Aa	1,1 Aa	6 BCa	6 Ba
Milho x paiaguás na entrelinha	1,0 Aa	1,0 Aa	5 BCa	4 Ba
Milho x paiaguás sobressemeadura	1,0 Aa	1,0 Aa	3 Ca	3 Ba
CV (%)	..... 15,04 .....	.....	..... 26,39 .....	.....
	Concentr. S 120 dias		Acúmulo S 120 dias	
Milho em monocultivo	1,1 Aa	1,1 Aa	7 ABa	7 Aba
Paiaguás em monocultivo	0,7 Ba	0,8 Ba	8 Aa	8 Aa
Milho x paiaguás na linha	0,9 ABa	0,9ABa	5 BCa	5 BCa
Milho x paiaguás na entrelinha	0,8 Bb	1,0 ABa	4 Ca	4 Ca
Milho x paiaguás sobressemeadura	1,1 Aa	1,0ABa	3 Ca	3 Ca
CV (%)	..... 11,51.....	.....	..... 19,24 .....	.....

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

A ordem decrescente de acúmulo dos nutrientes da biomassa remanescente em todos os sistemas forrageiros foi $\text{K} > \text{N} > \text{Mg} > \text{Ca} > \text{P} > \text{S}$. Este resultado difere do observado por Costa et al. (2015), que verificaram a sequência $\text{K} > \text{N} > \text{P} > \text{Mg} > \text{Ca} > \text{S}$ quando avaliaram o acúmulo de nutrientes e o tempo de decomposição em *Urochloa brizantha*, cv marandu, e *Brachiraria rizizensis* com adubação nitrogenada em cobertura durante e após o consórcio com milho. Esta diferença na sequência do acúmulo de nutrientes, quando comparada aos resultados obtidos por Costa et al. (2015), pode ser explicada pelo efeito da adubação nitrogenada na intensificação do

acúmulo de N, K, Mg e S na forrageira, também pela diferença entre as forrageiras avaliadas, além da quantidade de P 18,5 e 15 mg dm⁻³ verificada na análise química do solo do trabalho em questão, o que pode ter favorecido o maior acúmulo deste nutriente pelas forrageiras.

Estes resultados destacam a importância das forrageiras tropicais nos sistemas produtivos, uma vez que estão envolvidos na ciclagem de nutrientes. Além disso, a permanência da palhada sobre o solo promove a manutenção e a proteção do sistema solo-planta, trazendo benefícios à microbiota do solo, por meio do suprimento nutricional, e mantendo umidade adequada para a cultura em sucessão (Kliemann et al., 2006).

Diante disso, é importante que sejam escolhidas espécies que produzam palhada com decomposição mais lenta (Torres et al., 2005). Dessa forma, as forrageiras tropicais consorciadas com culturas anuais podem proporcionar cobertura permanente do solo no sistema de semeadura direta (Pariz et al., 2011). Entretanto, deve-se enfatizar que o processo de ciclagem de nutrientes demanda tempo, para que estes e outros nutrientes sejam disponibilizados ao solo. Portanto, os benefícios não são observados de imediato (Costa et al., 2012). Assim, o consórcio do milho com capim-piatuá apresenta boa alternativa de biomassa de qualidade para o SSD no Cerrado.

5.4 CONCLUSÕES

Os sistemas forrageiros de capim-piatuá em monocultivo e o milho consorciados com capim-piatuá em linha e entrelinha foram os que apresentaram as maiores concentrações e acúmulos de nutrientes na biomassa remanescente. A ordem decrescente de acúmulo dos nutrientes da biomassa remanescente em todos os sistemas forrageiros foi $K > N > Mg > Ca > P > S$.

O potássio foi o nutriente mais acumulado na biomassa remanescente, sendo também o que apresentou maior redução percentual com o tempo de decomposição.

A primeira época de semeadura dos sistemas forrageiros proporciona concentração e acúmulo de nutrientes em sua biomassa.

5.5 REFERÊNCIAS

ASSMANN, A.L.; SOARES, A.B.; ASSMANN, T.S. **Integração Lavoura-Pecuária para a Agricultura Familiar**. Londrina: Instituto Agronômico do Paraná, 2008. 49 p.

BERNARDES G.T.; SILVEIRA, P.M. MESQUITA, M.A.M.; AGUIAR, R.A.; MESQUITA, G.M. Decomposição da biomassa e liberação de nutrientes dos capins Braquiária e Mombaça, em condições de Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 40, n. 3, p. 370-377. 2010

BOER, C.A.; ASSIS, R.L.; SILVA, G.P.; BRAZ, A.J.B.P.; BARROSO, A.L.L.; CARGNELUTTI FILHO, A.; PIRES, F.R. Ciclagem de nutrientes por plantas de cobertura na entressafra em um solo de cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, n.9 p.1269-1276, 2007.

BRAZ, A.J.B.P.; SILVEIRA, P.; KLIEMANN, H. J.; ZIMMERMANN, F. J. P. Acumulação de nutrientes em folhas de milheto e dos capins braquiária e mombaça. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.34, n. 2, p. 83-87, 2004.

COSTA, N.R.; ANDREOTTI, M.; GAMEIRO, R.A.; PARIZ, C.M.; BUZETTI, S.; LOPES, K. S. M. Adubação nitrogenada no consórcio de milho com duas espécies de braquiária em sistema plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 47, n. 8, p. 1038-1047, 2012.

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.

CRUSCIOL, C.A.C.; COTTICA, R.L.; LIMA, E.V.; ANDREOTTI, M.; MORO, E.; MARCON, E. Persistência de palhada e liberação de nutrientes do nabo forrageiro no plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.40, n.2 p.161-168, 2005.

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, p.1039-1042, 2011.

FERREIRA, E.V.O.; ANGHINONI, I.ANDRIGHETTI, M.H.; MERTINS A. P.; CARVALHO P. C. F. Ciclagem e balanço de potássio e produtividade de soja na integração-lavoura-pecuária sob semeadura direta. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.35, p.161-169, 2011.

KLIEMANN, H.J.; BRAZ, A.J.B.P.; SILVEIRA, P.M. Taxa de composição de resíduos de espécies de cobertura em Latossolo Vermelho Distroférico. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 36, n. 1, p. 21-28, 2006.

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

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional de plantas: princípios e aplicações**. 2.ed. Piracicaba:Potafos, 1997. 319p.

MENDONÇA, V.Z.; MELLO, L.M.M.; ANDREOTTI, M.; PARIZ, M.C.; YANO, E.H.; PEREIRA, F.C.B.L. Liberação de nutrientes da palhada de forrageiras consorciadas com milho e sucessão com soja. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.39, p.183-193, 2015.

NUNES, A. S. TIMOSSI, P.C; PAVANI, M.C.M.O.D; COSTA ALVES, A.P.L. Formação de cobertura vegetal e manejo de plantas daninhas na cultura da soja em sistema plantio direto. **Planta Daninha**, v. 28, n. 4, p. 727-733, 2010.

PACHECO, L.P.; PIRES, F.R.; MONTEIRO, F.P.; PROCOPIO, S.O.; ASSIS, R.L.; CARMO, M.L.; PETTER, F.A. Desempenho de plantas de cobertura em sobressemeadura na cultura da soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, p.815-823, 2008.

PARIZ, C.M.; ANDREOTTI, M.; BUZETTI, S.; BERGAMASCHINE, F.A.; ULIAN, N.A.; FURLAN, L. C.; MEIRELLES, P. R. L.; CAVASANO, F. A. Straw decomposition of nitrogen-fertilized grasses intercropped with irrigated maize in an integrated crop livestock system. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 35, p. 2029-2037, 2011.

ROSOLEM, C.A.; CALONEGO, J.C.; FOLONI, J.S.S. Lixiviação de potássio da palha de espécies de cobertura de solo de acordo com a quantidade de chuva aplicada. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 27, p. 355-362, 2003.

SANTOS, F.C.; NEVES, J.C.L.; NOVAIS, R.F.; ALVAREZ V., V.H. & SEDIYAMA, C.S. Modelagem da recomendação de corretivos e fertilizantes para a cultura da soja. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, p.1661-1674, 2008.

THOMAS, R.J.; ASAKAWA, N. M. Decomposition of leaf litter tropical forage grasses and legumes. **Soil Biology and Biochemistry**, v.25, p.1351-1361, 1993.

TORRES, J.L.R.; PEREIRA, M.G.; ANDRIOLI, I.; POLIDORO, J.C. e FABIAN, A.J. Decomposição e liberação de nitrogênio de resíduos culturais de plantas de cobertura em um solo de Cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 29. P.609-618, 2005.

TORRES, J.L.R.; PEREIRA, M.G.; FABIAN, A.J. Produção de fitomassa por plantas de cobertura e mineralização de seus resíduos em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, n.3, p.421-428, 2008.

TORRES, J.L.R.; PEREIRA, M.G. Dinâmica do potássio nos resíduos vegetais de plantas de cobertura no cerrado. **Revista Brasileira Ciência Solo**, v.32, p.1609-1618, 2008.

6. CAPÍTULO IV

DESEMPENHO AGRONÔMICO DA SOJA EM SUCESSÃO AO CONSÓRCIO DO MILHETO COM CAPIM PAIAGUÁS EM DIFERENTES SISTEMAS FORRAGEIROS E ÉPOCAS DE SEMEADURA

(Normas Pesquisa Agropecuaria Tropical)

RESUMO: O consórcio de cultura anual com forrageira tropical tem sido uma alternativa amplamente utilizada por produtores rurais da região Centro-Oeste, buscando contribuir para a sustentabilidade da produção da soja, diversificar e aumentar a renda do produtor e melhorar a qualidade do sistema de semeadura direta (SSD). Diante disso, objetivou-se, com este trabalho, avaliar o desempenho agronômico da soja em sucessão ao consórcio do milho com capim paiaguás em diferentes sistemas forrageiros e épocas de semeadura na safrinha. O experimento foi conduzido a campo no município de Rio Verde, GO. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, em esquema fatorial 5 x 2, com três repetições, sendo cinco 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 consorciado com capim paiaguás na sobressemeadura, em duas épocas de semeadura (fevereiro e março). Os resultados permitiram constatar que as coberturas vegetais dos sistemas forrageiros do capim paiaguás em monocultivo e

consorciados na linha e entrelinha proporcionaram maior desempenho das características agronômicas e de rendimento de grãos na cultura da soja, nas duas épocas de semeadura. A segunda época de semeadura no sistema do milho em monocultivo e consorciado na linha e entrelinha resultou em maior rendimento de grãos. Em relação às outras variáveis, não houve influência das épocas.

Palavras-Chave: Cerrado, produção de grãos, *Glycine max*, plantio direto.

AGRONOMIC PERFORMANCE OF SOYBEAN CULTIVATED AFTER INTERCROPPED MILLET AND PAIAGUAS GRASS IN DIFFERENT FORAGE SYSTEMS AND SOWING PERIODS

ABSTRACT: The annual and tropical forage crop consortium has been an alternative widely used by farmers in the Midwest, seeking through this, to contribute to the soybean production sustainability, diversify and increase producers' income as well as to improve the quality of tillage system (SSD). The research objective was to evaluate the agronomic performance of soybean sowed after the millet intercropped with Paiaguas grass in different feed systems and sowing periods in the off-season. The experiment was carried out in the field in the city of Rio Verde, GO. The experimental design was randomized blocks in factorial scheme 5 x 2, with three replications, five feed systems: monocropped millet; monocropped Paiaguas grass; millet intercropped with Paiaguas grass in line; millet intercropped with Paiaguas grass between rows and pearl millet oversown and intercropped with Paiaguas grass and two sowing dates (February and March). The results demonstrated that the vegetal cover of the forage monocropped Paiaguas grass and the line and between rows intercropped of millet and Paiaguas grass provided higher performance of agronomic traits and grain yield of soybean, in two sowing periods. The second sowing period in the monocropped millet and the line and between rows intercropped of millet and Paiaguas grass resulted in higher grain yield. Regarding the other variables, there was no influence of periods.

Key words: Cerrado, grain production, *Glycine max*, tillage.

6.1 INTRODUÇÃO

No Brasil, a soja se destaca como uma das principais culturas responsáveis pelos excelentes resultados do agronegócio brasileiro. A área cultivada com soja no Brasil é de 39,1 milhões de hectares, com produção total de 96.044 milhões de toneladas. Esta produtividade se deve, entre outros fatores, à adoção de novas tecnologias e ao aumento da área cultivada com a cultura, que apresentou na safra 2014/2015 aumento de 1,73 milhão de hectares em relação à safra anterior. A região Centro-Oeste se destaca como a maior produtora de soja nacional, com 46% da produção na safra 2014/2015 (CONAB, 2015).

Este aumento de área cultivada e da produção de grãos desta região é consequência do avanço de complexos agroindustriais como o de frango, suíno e de soja (Lunas e Ortega, 2003), que têm encontrado na região condições adequadas para se instalar, entre as quais: disponibilidade de grãos, oferta de mão de obra, proximidade do mercado consumidor, incentivos fiscais, condições climáticas e infraestrutura. De acordo com Serigati (2012), o crescimento econômico e o crescente processo de urbanização de algumas economias emergentes, como a China, influenciaram diretamente as relações de oferta e demanda da cultura da soja, provocando elevação dos preços no mercado internacional, contribuindo também para aumento da área cultivada.

Além do mercado favorável, a adoção do sistema de semeadura direta (SSD) tem reduzido em quase 30% o custo operacional efetivo em comparação com o plantio convencional (Ferreira et al., 2015). Quando adotado juntamente com o sistema integração lavoura-pecuária, pode reduzir o uso de insumos como adubos, pesticidas e petróleo (Assmann et al., 2008). Com isso, têm sido obtidos ganhos em produtividade pela permanência dos resíduos vegetais na superfície do solo, que favorecem sua microbiota, responsável pela decomposição da matéria orgânica e pela ciclagem de nutrientes, tornando mais sustentável o agrossistema (Moreira e Siqueira, 2002).

Cabe ressaltar que a degradação das pastagens, o aumento da área cultivada com soja no verão, o preço dos insumos, a busca pela sustentabilidade dos agrossistemas, aliados à competição global, têm exigido dos produtores cada vez mais eficiência (Macedo, 2009). Assim sendo, o sistema de integração lavoura-pecuária torna-se ótima

alternativa para a produção de grãos e pastagens, principalmente para a região central do Brasil (Vilela et al., 2011). O uso desse sistema proporciona produção de palhada, visando a suprir o SSD, condicionando também a melhoria das propriedades físicas e de fertilidade do solo (Pacheco et al., 2009).

Entretanto, o sucesso na adoção do SSD depende das diversas condições edafoclimáticas e da cobertura de no mínimo 6 t ha^{-1} de biomassa no solo durante todo o ano (Landers, 2007). Várias culturas têm sido testadas e utilizadas com a finalidade de produzir cobertura vegetal para o solo, destacando-se, entre as mais promissoras, o milho, por apresentar, entre outras características, resistência ao estresse hídrico, boa produção de biomassa e elevada relação C/N, o que proporciona maior persistência da palhada na superfície do solo (Borghetti et al., 2006; Boer et al., 2008). Entretanto, as gramíneas do gênero *Urochloa* também são muito utilizadas, com resultados promissores, podendo ser cultivadas em ou consórcio (Macedo, 2009). As plantas forrageiras são eficientes no fornecimento de matéria orgânica, proporcionam melhoria na estruturação física e química do solo, favorecem a conservação da umidade do solo e aumentam sua biodiversidade, fatos claramente observados em áreas de integração lavoura-pecuária (Krutzmann et al., 2013).

Apesar de já conhecidos os benefícios dos sistemas consorciados e do sistema de semeadura direto, ainda são escassas informações a respeito das coberturas vegetais mais adequadas, sobretudo do consórcio do milho com espécies de *Urochloa*, em condições de safrinha, e no que diz respeito às recomendações de implantação e exploração da produção nos sistemas. Diante do exposto, objetivou-se, com este trabalho, avaliar o desempenho agrônomo da soja em sucessão ao consórcio do milho com capim paiguás em diferentes sistemas forrageiros e épocas de semeadura na safrinha.

5.2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido a campo ($17^{\circ}48' \text{ S}$; $50^{\circ}55' \text{ W}$; e 748 m de altitude), no município de Rio Verde, GO, na safrinha de 2014, em um Latossolo Vermelho Distroférico (Embrapa, 2013). Foram coletadas amostras do solo antes do plantio para determinação das características físicas e químicas, na camada de 0-20 cm. A caracterização foi de 600, 140, 260 g kg^{-1} de argila, silte e areia, respectivamente; pH em CaCl_2 : 6,02; Ca: 3,50 $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; Mg: 1,43 $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; Al: 0,05 $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; Al+H: 5,90 $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; K: 0,35 $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; CTC: 11,18 $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; V: 47,22%; P

(mehlich): 2,29 mg dm⁻³; Cu: 3,50 mg dm⁻³; Zn: 5,10 mg dm⁻³; Fe: 34,1 mg dm⁻³; e M.O.: 37,06 g kg⁻¹.

Antes da instalação do experimento, a área havia sido cultivada com sorgo sacarino e *Urochloa brizantha*, cv. marandu, o que proporcionou, após sua dessecação, incremento na M.O do solo, justificando os valores verificados na sua análise. O preparo da área foi feito pela dessecação das plantas daninhas com uso do herbicida glifosato 3,5 L ha⁻¹ (480 g L⁻¹ equivalente ácido), com volume de calda de 150 L ha⁻¹. Trinta dias após a dessecação, foi feita uma gradagem, com grade aradora, para eliminação das plantas daninhas não controladas pelo herbicida, seguida de uma subsoladora e grade niveladora. A correção da acidez do solo foi feita com calcário calcítico com 100% de PRNT, com aplicação de 675 kg ha⁻¹, incorporados 30 dias antes da semeadura.

Uma semana antes da implantação do ensaio, foram feitas uma segunda operação de gradagem niveladora e abertura de sulcos de semeadura com uso de uma semeadora, com espaçamento entrelinhas de 0,50 m. Os sulcos para semeadura do capim paiaguás, na entrelinha e sobressemeadura do milheto, foram abertos manualmente com uso de enxadas, na profundidade de 3 cm.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, em esquema fatorial cinco x dois, com três repetições, sendo cinco sistemas forrageiros: milheto em monocultivo; capim paiaguás em monocultivo; milheto consorciado com capim paiaguás na linha; milheto consorciado com capim paiaguás na entrelinha; e milheto consorciado com capim paiaguás na sobressemeadura, em duas épocas de semeadura (fevereiro e março). O híbrido de milheto utilizado foi o ADR 8010 de porte médio e duplo propósito (produção de forragem e grãos).

As semeaduras foram feitas em 12 de fevereiro e 04 de março, com uso de 240 kg ha⁻¹ de P₂O₅, tendo como fonte superfosfato simples, e de 20 kg ha⁻¹ de FTE BR 12. No monocultivo e consorciado, o milheto foi semeado a 3 cm de profundidade. O capim paiaguás no plantio em linha, na entrelinha a 0,25 m da linha do milheto e na sobressemeadura foi semeado aos 15 dias após a semeadura do milheto nas entrelinhas a 0,25 m, semeado a 6 cm de profundidade. Foram utilizados para o milheto 12 kg de sementes ha⁻¹, visando a atingir uma população final entre 250 a 300 mil plantas ha⁻¹ e para as espécies forrageiras, 5 kg de sementes puras, viáveis, por hectare. Em todos os sistemas forrageiros, as parcelas foram constituídas por oito linhas de 3,0 m de

comprimento. A área útil foi obtida considerando apenas as quatro linhas centrais, eliminado 0,5 m de cada extremidade.

Foi feita adubação em cobertura aos 30 e 50 dias após semeadura (DAS), tendo sido aplicados, a lanço, 60 kg ha⁻¹ de nitrogênio e 40 kg ha⁻¹ K₂O, na forma de ureia e cloreto de potássio, respectivamente. Para o controle das plantas daninhas em pós-emergência, foram feitas capinas manuais semanalmente até 50 DAS. Foi feito controle para lagarta do cartucho, *Spodoptera frugiperda*, com duas aplicações de chlorpyrifos (L/ha) e teflubenzurom (50 ml/ha) aos 40 e 50 DAS e duas aplicações (37 e 44 DAS) de Azoxtrobina + ciproconazol com 0,5 L ha⁻¹.

A dessecação da biomassa fresca dos sistemas forrageiros foi feita em 31/10/14 com a aplicação de herbicida glifosato na dose de 4,5 L ha⁻¹ (588 g/L), volume de calda 150 L ha⁻¹. Para quantificar a produção de biomassa, um dia antes da semeadura da soja foram coletadas amostras de palhada através de 1 m² quadrado distribuído aleatoriamente dentro de cada parcela. O corte do material vegetal foi feito adotando-se como referência 0,05 m em relação à superfície do solo. O material cortado foi pesado e as amostras, colocadas em estufa de ventilação forçada de ar a 55°C até atingir peso constante, sendo as quantidades convertidas para kg ha⁻¹.

A semeadura da soja Intacta RR 2 PRO, cultivar M 7110, foi feita em semeadura direta sobre a palha dos sistemas forrageiros. No momento da semeadura, a soja foi inoculada previamente com estirpes de *Bradirhizobium japonicum* (SEMIA 5079 – CPAC 15 e SEMIA 5080 – CPAC 7), com garantia mínima de 7,2 x 10⁹ ufc/g, da marca comercial Biomax Premium Turfa, na seguinte proporção: 60 g / 50 kg de sementes. A semeadura foi feita dia 20/11/14, com semeadora-adubadora, com aplicação de 120 kg ha⁻¹ de P₂O₅, 30 kg ha⁻¹ de K₂O, 2 kg ha⁻¹ de boro, 0,4 kg ha⁻¹ de molibdênio e 6 kg ha⁻¹ de zinco, nas fontes de superfosfato simples, cloreto de potássio, ácido bórico, sulfato de molibdenio e sulfato de zinco, respectivamente.

Foi feito o controle de plantas daninhas com uso do herbicida Transorb (3,5 L ha⁻¹), com volume de calda de 150 L ha⁻¹, no dia 17/12. Uma aplicação de Inseticida com chlorpyrifos (1L ha⁻¹), para controle da lagarta da soja, *Anticarsia gemmatalis*, e também uma aplicação preventiva do fungicida Azoxtrobina + ciproconazol 0,3 L ha⁻¹, no dia 13/01.

As avaliações das características agrônômicas da soja foram feitas na maturidade fisiológica aos 117 DAS. Foram avaliados: estande final das plantas de soja (contagem do número de plantas sequenciadas em 3 amostras de 1m linear, na área útil da parcela;

altura de plantas (mensurada a distância compreendida entre a superfície do solo até extremidade apical); altura de inserção da primeira vagem (mensurada a distância compreendida entre a superfície do solo e a extremidade apical e entre a superfície do solo e a inserção da primeira); número de vagens por planta (contagem das vagens com grãos em 10 plantas na área útil da parcela, calculando-se a média de vagens por planta).

Para a estimativa da massa de 100 grãos e rendimento de grãos em kg ha^{-1} , coletou-se, na área útil de cada parcela, uma amostra com todas as plantas contidas nas três linhas centrais, em um metro linear. Essas plantas, depois de secadas ao sol, foram trilhadas mecanicamente por uma trilhadora estacionária e os grãos, pesados em balança de precisão (0,01g). Em seguida, retirou-se uma amostra de grãos para a determinação da umidade com o auxílio de um determinador de umidade digital e, posteriormente, foi feita a correção da massa da produção obtida a 13% de umidade, transformando-a em kg ha^{-1} .

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

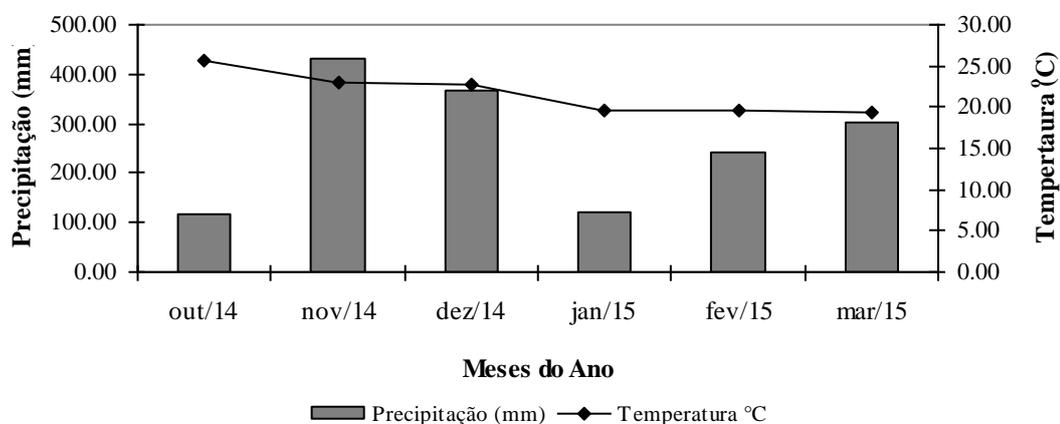


Figura 1. Precipitações pluviais e temperaturas médias registradas durante o período de outubro de 2014 a março de 2015, em Rio Verde-GO.

Os dados foram submetidos à análise de variância, e as médias, comparadas pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5% de probabilidade, utilizando o software estatístico SISVAR 4,6 (Ferreira, 2011).

5.3 RESULTADO E DISCUSSÃO

A altura de plantas da soja não foi influenciada ($P>0,05$) pela interação sistemas forrageiros e épocas de semeadura. No entanto, houve efeito significativo ($P<0,05$) dos sistemas forrageiros na primeira época. As maiores alturas de plantas foram obtidas no capim paiaguás em monocultivo e consorciado na linha e entrelinha (Tabela 1). Estes resultados estão correlacionados com a maior biomassa produzida nestes sistemas, associados à alta relação C/N, aumentando a durabilidade da biomassa seca no solo, o que pode ter contribuído para uma lenta decomposição e um maior acúmulo e disponibilização de nutrientes para a soja em sucessão. Entre as características observadas, a permanência da palhada no solo também traz benefícios físicos (solo mais arejado) e biológicos (aumento da atividade microbiana para a decomposição), que favorecem o melhor estabelecimento das plantas de soja, como preconizam Barbosa et al. (2011).

Também vale ressaltar a importância da palhada das gramíneas tropicais, destacando-se o milheto para manter a umidade do solo (Torres et al., 2006), principalmente em condições de Cerrado. No presente estudo, na fase reprodutiva de desenvolvimento da soja, no mês de janeiro ocorreu veranico de 20 dias (Figura 1).

Nesse sentido, nos sistemas forrageiros do milheto em monocultivo e consorciado com capim paiaguás na sobressemeadura, o desenvolvimento da soja é influenciado, proporcionando menor altura da planta, Tabela 1, tendo em vista a menor produção de biomassa nesses sistemas. Os maiores valores de altura nos sistemas que apresentaram maior produção de biomassa devem ter sido favorecidos pela menor amplitude térmica do solo sob a palhada, maior retenção de umidade, fatores importantes, principalmente em condições de veranico, e também pela população de plantas, que proporciona maior alongamento dos internódios, pela competição por luz.

Entretanto, quando avaliada a segunda época de semeadura, não houve efeito significativo ($P>0,05$) da altura de plantas entre os sistemas forrageiros (Tabela 01). O mesmo ocorreu em comparação com as épocas de semeadura, não tendo os sistemas forrageiros influenciado as alturas de plantas. Ressalta-se que a altura de plantas observada neste trabalho está dentro do especificado para a cultivar (70-80 cm), sendo esta variedade considerada resistente ao acamamento.

Tabela 1. Altura de plantas, inserção da primeira vagem e número de vagem por planta da soja sob a biomassa do milheto e capim paiaguás em monocultivo e consorciado, em diferentes sistemas forrageiros e épocas de semeadura.

Sistemas forrageiros	Épocas de semeadura	
	Primeira	Segunda
	Altura de plantas (cm)	
Milheto em monocultivo	76,21 Ba	82,99 Aa
Capim paiaguás em monocultivo	85,55 Aa	86,55 Aa
Milheto x capim paiaguás na linha	93,88 Aa	88,55 Aa
Milheto x capim paiaguás na entrelinha	91,33 Aa	86,44 Aa
Milheto x capim paiaguás na sobressemeadura	75,33 Ba	78,10 Aa
CV (%)	..... 5,21	
	Inserção da primeira vagem (cm)	
Milheto em monocultivo	15,21 Ca	16,32 Ba
Capim paiaguás em monocultivo	20,33 ABa	19,22 Aa
Milheto x capim paiaguás na linha	16,44 Ba	17,88 Ba
Milheto x capim paiaguás na entrelinha	17,66 Ba	16,99 Ba
Milheto x capim paiaguás na sobressemeadura	15,10 Ca	16,44 Ba
CV (%)	..... 9,8	
	Número de vagem por planta	
Milheto em monocultivo	25,20 Ba	24,22 Ba
Capim paiaguás em monocultivo	31,44 Aa	32,89 Aa
Milheto x capim paiaguás na linha	28,22 Aa	29,42 Aa
Milheto x capim paiaguás na entrelinha	29,55 Aa	29,99 Aa
Milheto x capim paiaguás nsobressemeadura	24,88 Ba	25,33 Ba
CV (%)	..... 18,80.....	

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

O efeito da cobertura vegetal nas características agrônômicas da soja também foi avaliado em alguns trabalhos, como o de Santos et al. (2014), que verificaram alturas de plantas de soja variando de 85 a 90 cm em diferentes coberturas de pastagens perenes no sistema de plantio direto, semelhantes às obtidas nesse estudo. No entanto, Barbosa et al. (2011) encontraram maiores valores de altura de plantas de soja, de 108 e 108 cm, nas palhadas de milheto e capim marandu em cultivo exclusivo, respectivamente. Borges et al., (2015), avaliando caracteres agrônômicos de soja sob diferentes coberturas vegetais, obtiveram valores menores quando comparados a este estudo, com altura de plantas variando de 47 a 52 cm, sobre a palhada de *Pennisetum americanum*, e 47 a 51 cm, sobre a palhada de *Urochloa ruziziensis*.

Os sistemas forrageiros influenciaram ($P < 0,05$) na altura de inserção da primeira vagem da soja em ambas as épocas (Tabela 1). Na primeira época, as maiores alturas foram obtidas no sistema do capim paiaguás em monocultivo e consorciado na linha e

entrelinha, diferenciando-se do milho em monocultivo e consorciado na sobressemeadura. Provavelmente, as maiores produções de biomassa acumulada nesses sistemas tenham influenciado a altura de inserção da vagem em plantas de soja, assim como verificado na altura de plantas. Deste modo, é notória a importância dos sistemas consorciados para incrementar a altura de inserção das vagens, que tem relação direta com a produtividade de grãos. Já na segunda época de semeadura, para a altura de inserção da primeira vagem, apenas o sistema do capim paiaguás em monocultivo se diferenciou dos outros sistemas com maior altura. E para a altura de inserção da última vagem, o milho em monocultivo e consorciado com capim paiaguás na sobressemeadura apresentou menor altura.

A altura de inserção da primeira vagem é uma característica agrônômica importante, por estar relacionada à eficiência nas operações de colheita mecânica dos grãos, conforme relatado por Medina et al. (1997), sendo recomendado que esta variável apresente no mínimo 13 cm para reduzir as perdas na colheita (Queiroz et al., 1981). Deste modo, considerando as médias dos valores da altura de inserção da primeira vagem observados neste estudo, independentemente dos sistemas forrageiros, verificou-se que não há limitação à colheita mecânica da soja, sendo que a menor média desta característica, 15 cm, foi observada no sistema do milho em monocultivo e consorciado com capim paiaguás na sobressemeadura na primeira época. A maior altura de inserção da primeira vagem observada nos sistemas que apresentaram maior produção de biomassa pode ser explicada pelo efeito do estiolamento das plântulas na fase inicial de seu desenvolvimento, em que a maior biomassa intensificou a busca por luminosidade, ocasionando maior alongamento dos internódios. Resultados semelhantes aos desses sistemas forrageiros foram obtidos por Barbosa et al. (2011), que encontraram altura de inserção da primeira vagem de 15 e 15 cm sobre a palhada exclusiva de milho e capim marandu, respectivamente.

Entretanto, alguns trabalhos, como os de Barbosa et al. (2011), Santos et al. (2014) e Borges et al. (2015), avaliando a altura de inserção da primeira vagem, verificaram que as diferentes coberturas vegetais não influenciaram essa característica.

Avaliando as épocas de semeadura da altura de inserção da primeira, verifica-se, na Tabela 1, que as épocas não influenciaram ($P > 0,05$) a altura em todos os sistemas forrageiros, mostrando resultados semelhantes.

O número total de vagens por planta de soja foi influenciado ($P > 0,05$) pelo sistema forrageiro, no entanto, não houve efeito significativo em relação às épocas de

semeadura (Tabela 1). Os maiores valores foram observados nos sistemas do capim paiaguás em monocultivo e consorciado na linha e entrelinha, em ambas as épocas de semeadura. Mais uma vez, esses resultados mostram que esses sistemas favoreceram o melhor desenvolvimento da soja, em razão da maior produção de biomassa, resultando em maior retenção de umidade e menor temperatura no solo. Ao contrário, verifica-se que o sistema do milho em monocultivo e consorciado com capim paiaguás na sobressemeadura resultou em menor desenvolvimento da soja, que pode estar correlacionado com a menor cobertura do solo, que, ao passar por um período de estresse hídrico na fase vegetativa, prejudicou o desenvolvimento da soja. Cabe ressaltar que o número de vagens por planta é considerado o principal componente que contribui para aumentos de produtividade da soja (Vernetti, 1983).

O número de vagens observado neste trabalho foi superior ao encontrado por Lima et al. (2009), com 10,8 vagens/planta em palhada de milho e menor do que o verificado por Barbosa et al. (2011), com valores de 69 e 67 para as coberturas de milho e capim marandu, respectivamente. A diferença na produtividade para esta característica em comparação com os outros trabalhos pode estar relacionada à variedade utilizada (genótipo), condições ambientais, como disponibilidade hídrica, época de semeadura e população de plantas, uma vez que uma boa disponibilidade hídrica na fase de estabelecimento do cultivo e no estágio reprodutivo e uma semeadura feita respeitando o ciclo da variedade condicionam maior produção de flores e, conseqüentemente, mais vagens fixadas por planta (Lima et al., 2009).

É possível também verificar associação positiva entre número de vagens por planta e demais características discutidas anteriormente, em que as maiores alturas de plantas, altura de inserção das primeiras e últimas vagens proporcionaram maior número de vagens por plantas. Provavelmente, maior haste proporcionou maior área para ramificação e produção de vagens. Vale ressaltar que os maiores valores observados em todas estas características estão também relacionados à maior produção de biomassa dos sistemas de capim paiaguás em monocultivo e consorciados na linha e entrelinha, o que indica a eficiência na adoção destes sistemas para produção de biomassa adequada para o SSD.

A população de plantas de soja foi influenciada ($P > 0,05$) pelos sistemas forrageiros (Tabela 2). Observa-se que o sistema de milho consorciado com capim paiaguás na linha apresentou o maior estande final com 413 plantas ha^{-1} , tendo 26,% mais plantas que o sistema em sobressemeadura, que apresentou menor estande final

para ambas as épocas. No entanto, não se verificou efeito de épocas de semeadura ($P>0,05$) em todos os sistemas forrageiros para esta característica.

Provavelmente, a maior produção de biomassa, bem como a maior permanência dessa cobertura do solo, pode ter favorecido o desenvolvimento inicial das plântulas e também sua sobrevivência até o final do ciclo. Entre os fatores benéficos desse acúmulo e permanência da biomassa no solo, estão: maior retenção de umidade, maior controle da amplitude de temperatura do solo (Torres et al., 2006), controle de plantas espontâneas (Nunes et al., 2010) e liberação de nutrientes para a soja com a decomposição da palhada para a soja, proporcionando também maior produtividade (Boer et al., 2008).

Tabela 2. População de plantas de soja (plantas ha⁻¹), massa de 100 grãos e rendimento da soja sob a biomassa do milheto e capim paiaguás em monocultivo e consorciado em diferentes sistemas forrageiros e épocas de semeadura.

Sistemas forrageiros	Épocas de semeadura	
	Primeira	Segunda
	População de plantas (plantas ha⁻¹)	
Milheto em monocultivo	340.000 Ba	360.000 Ba
Capim paiaguás em monocultivo	393.200 Aa	393.200 ABa
Milheto x capim paiaguás na linha	413.200 Aa	413.200Aa
Milheto x capim paiaguás na entrelinha	386.600 Aa	360.000 Ba
Milheto x capim paiaguás na sobressemeadura	313.200 Ba	326.600Ba
CV (%)	..... 14,09.....	
	Massa 100 grãos (g)	
Milheto em monocultivo	15,76 Aa	17,27 Aa
Capim paiaguás em monocultivo	17,73 Aa	17,88 Aa
Milheto x capim paiaguás na linha	17,00 Aa	16,78 Aa
Milheto x capim paiaguás na entrelinha	17,43 Aa	16,93 Aa
Milheto x capim paiaguás na sobressemeadura	16,29 Aa	15,62 Aa
CV (%)	..... 6,96	
	Rendimento de grãos (kg ha⁻¹)	
Milheto em monocultivo	4680,16 Ba	4755,93 Ba
Capim paiaguás em monocultivo	4975,98 Aa	5084,80 Aa
Milheto x capim paiaguás na linha	4724,14 Ab	5300,56 Aa
Milheto x capim paiaguás na entrelinha	4841,24 Ab	5193,60 Aa
Milheto x capim paiaguás na sobressemeadura	3998,20 Ba	3990,89 Ba
CV (%)	..... 13,93.....	

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

Barbosa et al., (2011) verificaram também influência da maior produção de biomassa de diferentes coberturas na população de plantas de soja. Segundo estes autores, este efeito se deve à liberação de nutrientes pelas plantas de cobertura para a soja, ao maior arejamento do solo e à maior decomposição do material orgânico, favorecendo o melhor estabelecimento da soja em sucessão.

Lemos et al. (2003) verificaram que as maiores produções de soja ocorreram em condições de maior produção de palha. Deste modo, o capim paiaguás em monocultivo e consorciado na linha e entrelinha, por terem estes tratamentos apresentado maior acúmulo de biomassa, podem ter favorecido a manutenção da densidade populacional de plantas de soja. Vale ressaltar que a população de plantas de soja está de acordo com o proposto da Embrapa (2006), em que se recomenda uma população para a cultura da soja de 320.000 plantas por hectare, podendo este valor variar de acordo com a cultivar, épocas de semeadura e fertilidade do solo. Salienta-se que as menores populações observadas no sistema do milheto em monocultivo e consorciado com capim paiaguás na sobressemeadura que apresentaram população de plantas, tiveram estande de 313.200m^{-1} e $326.600\text{ plantas m}^{-1}$ na primeira e segunda época, respectivamente.

Lima et al. (2009) verificaram que a palhada do milheto proporcionou maior população de plantas quando comparada a outras coberturas vegetais. Já Barbosa et al. (2011) e Borges et al. (2015) não verificaram influência das diferentes coberturas vegetais para o estande final de plantas de soja.

É importante mencionar que alguns autores enfatizam que a população de plantas é inversamente proporcional ao número de vagens por plantas. Segundo Barbosa et al. (2011), quando há maior número de plantas em uma mesma área, o processo de ramificação da soja é prejudicado, sendo, deste modo, produzidos menos ramos e, conseqüentemente, menos vagens por planta, contudo, as plantas apresentam maior altura. No entanto, este efeito não foi verificado no presente estudo, isto provavelmente se deve ao fato de a população de plantas observada neste trabalho estar adequada para uma boa produtividade, conforme já discutido anteriormente e também pela variedade de soja utilizada ser caracterizada por baixa ramificação.

Quanto à massa de 100 grãos, não houve efeito significativo ($P>0,05$) para os sistemas forrageiros e épocas de semeadura (Tabela 2). Várias pesquisas também não verificaram efeito de diferentes coberturas vegetais sobre a massa de 100 sementes, como mostrado nos trabalhos de Lima et al. (2009), Nunes et al. (2010); Santos et al. (2014) e Borges et al. (2015).

Barbosa et al. (2011) encontraram valores de massa de 100 sementes de 13,56 e 13,49 g sobre as palhadas de milho e capim marandu, respectivamente, portanto inferiores a este estudo. Esses autores relataram relação entre densidade populacional, número de vagens por planta e massa de 100 grãos. Esta relação pode ser observada também no presente estudo, em que se verifica que o sistema de milho em monocultivo e consorciado com capim paiaguás na sobressemeadura apresentou os menores valores para todas estas variáveis. De acordo com Lima et al. (2009), a massa de 100 grãos entre os componentes da produção é aquela que tem menor influência das condições ambientais no meio. E provavelmente devido a este fator, não se observa, estatisticamente, influência dos sistemas e épocas para esta característica.

Os resultados obtidos para rendimento de grãos e sacas por hectares foram significativamente ($P < 0,05$) influenciados pelos sistemas forrageiros e épocas de semeadura (Tabela 2). Note-se que os sistemas do capim paiaguás em monocultivo e consorciado na linha e entrelinha proporcionaram maiores valores nas duas épocas de avaliação, comprovando a importância da matéria orgânica no sistema de semeadura direta.

Assim como observado para as demais características agrônomicas e de rendimento, os sistemas que produzem maior biomassa foram os que condicionaram uma maior média de produtividade para as características avaliadas. De acordo com Lopes et al. (2009), a adição de resíduos vegetais ao solo em áreas de SILP, em semeadura direta, é muito importante para a manutenção e o aumento dos teores de matéria orgânica do solo (MOS), a qual tem papel fundamental na manutenção da sustentabilidade da produção ao longo do tempo.

Vale ressaltar que o capim paiaguás, entre as cultivares de *Urochloa*, é um dos mais indicados para o sistema de integração lavoura-pecuária, por se estabelecer com menor disponibilidade hídrica e produzir bem durante o período de baixa precipitação, sendo considerado excelente opção como cultura produtora de palhada (Machado e Assis, 2010) visando à implantação do sistema de plantio direto na região Sudoeste de Goiás, fato este claramente observado nos dados de rendimento de grãos.

Diferentemente dos resultados obtidos neste trabalho, Lima et al. (2009), Nunes et al. (2010) e Santos et al. (2014) não constataram que as diferentes coberturas vegetais tenham influenciado o rendimento de grãos de soja em sistema de plantio direto. Entretanto, Barbosa et al. (2011) verificaram que a palhada do capim marandu e da crotalaria condicionaram rendimentos de 3.890 e 3.825 kg ha⁻¹ quando comparados à

palhada de milho e sorgo, de 3.503 e 3.383 kg ha⁻¹, respectivamente, sendo importante mencionar o diferencial da crotalaria como fixadora de N. Os valores de produtividade da soja verificados neste trabalho foram semelhantes aos observados por Borges et al. (2015), que verificaram efeitos significativos no tipo de cobertura sobre a produção de grãos, em que a cobertura de milho variou de 4.218 a 4.613 kg ha⁻¹ e a de *Urochloa ruziziensis*, de 4.396 a 4.679 kg ha⁻¹.

Avaliando as épocas de semeadura no rendimento de grãos, verifica-se que os sistemas forrageiros do milho em monocultivo e consorciado com capim-piataguás na linha e entrelinha proporcionaram os maiores rendimentos na segunda época de semeadura. Efeito de épocas de implantação da cobertura vegetal também foi observado por Barbosa et al. (2011), quando as implantações das coberturas em março foram importantes no aumento da produtividade de grãos da soja sobre a palhada de sorgo, mas não diferindo nos demais tratamentos, quando comparado com a implantação em abril.

Importante mencionar que a produtividade da soja sobre a cobertura vegetal de todos os sistemas forrageiros e épocas avaliadas foi acima da média nacional, de 3.011 kg, ha⁻¹, e do estado de Goiás, de 2.698 kg ha⁻¹ na safra 2014/15 (Conab, 2015), mostrando que todos os sistemas forrageiros e épocas de implantação das coberturas foram eficientes na produtividade da soja.

5.4 CONCLUSÕES

As coberturas vegetais dos sistemas forrageiros do capim-piataguás em monocultivo e consorciado na linha e entrelinha proporcionaram maior rendimento de grãos na cultura da soja e de desempenho das características agrônomicas, nas duas épocas de semeadura.

A segunda época de semeadura do sistema milho em monocultivo e consorciado na linha e na entrelinha resultou em maior rendimento de grãos, sem influência das épocas de implantação dos sistemas forrageiros.

5.5 REFERÊNCIAS

ASSMANN, A.L.; SOARES, A.B.; ASSMANN, T.S. (Ed.). Integração Lavoura-Pecuária para a Agricultura Familiar. **Londrina: Instituto Agrônomo Do Paraná**, 2008. 49 p.

BARBOSA, C.E.M; LAZARINI, E; PICOLI, P.R.F.; FERRARI, S. Plantas de cobertura em região de inverno seco para semeadura direta de soja. **Científica**, v.39, n.1/2, p.52-64, 2011.

BORGES, W.L.B., FREITAS, S.R.S.; MATEUS, G.P, DE SÁ M.E.; ALVES M.C.; Produção de soja e milho cultivados sobre diferentes coberturas. **Revista Ciência Agronômicas**, v. 46, n. 1, p. 89-98, 2015.

BOER, C.A.; ASSIS, R.L.; SILVA, G.P.; BRAZ, A.J.B.P.; BARROSO, A.L.L.; CARGNELUTTI FILHO, A.; PIRES, F.R. Biomassa, decomposição e cobertura do solo ocasionada por resíduos culturais de três espécies vegetais na região Centro-Oeste do Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, n.02 p.843-851, 2008.

BORGHI, E.; CRUSCIOL, C.A.C.; COSTA, C. Desenvolvimento da cultura do milho em consorciação com *Brachiaria brizanta* em sistema de plantio direto. **Energia na Agricultura**, v.21, n.3, p.19-33, 2006.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira de grãos ISSN 2318-6852, v.2 Safra 2014/15, n.4 Quarto Levantamento, Brasília, p. 1-90, 2015. Disponível em:
<http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/150611090038boletimgraosjunho2015.pdf>
df Acesso em: janeiro de 2016.

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

EMBRAPA Tecnologias de produção de soja região central do Brasil 2006. Londrina: Embrapa Soja: **Embrapa Cerrados: Embrapa Agropecuária Oeste**, 2006. 220p. (Sistemas de Produção, 9).

FERREIRA, B.G.C.; FREITAS, M.M.L.; MOREIRA, G.C. Custo operacional efetivo de produção de soja em sistema de plantio direto. **Revista iPecege**, v.1, n.1, p. 39-50, 2015.

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

1) KRUTZMANN, A; CECATO, U; SILVA, P.A; TORMENA, C.A.; IWAMOTO, B.S; MARTINS.E.N. Palhada de Gramíneas Tropicais e Rendimento da Soja no Sistema de Integração Lavoura-Pecuária. **Bioscience Journal**, v. 29, n. 4, p. 842-851, 2013.

LANDERS, J. N. Mechanized operations in zero tillage and soil fertility management. In: LANDERS, J. N. Tropical crop-livestock systems in conservation agriculture: the Brazilian experience. **Integrated Crop Management**, v. 5, p. 1-58, 2007.

LEMO, L.B.; NAKAGAWA, J.; CRUSCIOL, C.A.C.; CHIGNOLI JUNIOR, W.; SILVA, T.R.B. Influência da época de semeadura e do manejo da parte aérea de milho sobre a soja em sucessão, em plantio direto. **Bragantia**, v.62, n.3, p.405-415, 2003.

LIMA, E. do V.; CRUSCIOL, C.A.C.; CAVARIANI, C.; NAKAGAWA, J. Características agronômicas, produtividade e qualidade fisiológica da soja “safrinha” sob semeadura direta, em função da cobertura vegetal e da calagem superficial. **Revista Brasileira de Sementes**, v.31, n.1, p.69-80, 2009.

LOPES, M.L.T.; CARVALHO, P.C.F.; ANGHINONI, I.; SANTOS, D.T.; AGUINAGA, A.A.Q.; FLORES, J.P.C.; MORAES, A. Sistemas de integração lavoura-pecuária: efeito do manejo em pastagem de aveia preta e azevém anual sobre o rendimento da cultura da soja. **Ciência Rural**, v.39, p.1.499-1506, 2009.

LUNAS, D.L.; ORTEGA, A.C. Constituição do complexo agroindustrial da soja no sudoeste goiano. In.: **O agronegócio nas terras de Goiás**. PEREIRA, S.L e XAVIER, C.L. (Orgs.). Uberlândia. Edufu, 2003.

MACEDO, M.C.M. Integração lavoura-pecuária: o estado da arte e inovações tecnológicas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, p.133-146, 2009.

MACHADO, L.A.Z; ASSIS, P.G.G. Produção de palha e forragem por espécies anuais e perenes em sucessão à soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.45, n.4, p.415-422, 2010.

a) MEDINA, P.F. RAZERA, L.F.; FILHO, J. M.; BORTOLETTO, N. Produção de sementes de cultivares precoces de soja em duas épocas e dois locais Paulistas: I. Características Agronômicas e Produtividade. **Bragantia**, v. 56, n.2, p.36, 1997.

b)

c) MOREIRA, F.M.S.; SIQUEIRA, J.O. **Microbiologia e bioquímica do solo**. Lavras: Editora UFLA, 626p, 2002.

d)

e) NUNES, A.S. TIMOSSI, P.C; PAVANI, M.C.M.O.D; COSTA ALVES, A.P.L. Formação de cobertura vegetal e manejo de plantas daninhas na cultura da soja em sistema plantio direto. **Planta Daninha**, v. 28, n. 4, p. 727-733, 2010.

PACHECO, L.P.; PIRES, F. R.; MONTEIRO, F. P.; PROCÓPIO, S. O.; ASSIS, R. L.; CARGNELUTTI FILHO, A.; CARMO, M. L.; PETTER, F.A. Sobressemeadura da soja como técnica para supressão da emergência de plantas daninhas. **Planta Daninha**, v. 27, n.3 p. 455-463, 2009.

QUEIROZ, F.F.; NEUMAIER, N.; TORRES, E.; PEREIRA, L.A.G.; BIANCHETTI, A.; TERASAWA, F.; PALHANO, J. B.; YAMASHITA, J. **Recomendações técnicas para a colheita mecânica**. In: MYASAKA, S.; MEDINA, J.C. (Eds.). A soja no Brasil. Campinas: ITAL, 1981. p. 701-710

SANTOS, H. P.DOS; FONTANELI, R.S; PIRES, J.L.F; FONTANELI, R.S; BIAZU, V; VERDI, A.C.; VARGAS, A.M. Rendimento de grãos e características agronômicas de soja em função de pastagens perenes em sistema de plantio direto. **Bragantia**, v. 73, n. 3, p.319-326, 2014.

SERIGATI, F. Fundamentos X Mercados financeiros. **Agroanalysis**, ago. 2012. Disponível em:<http://www.agroanalysis.com.br/8/2012/mercado-negocios/precos-agricolas-fundamentos-x-mercados-financeiros>. Acesso em: 24 janeiro de 2016.

TORRES, J.L.R.; FABIAN, A.J.; PEREIRA, M.G.; ANDRIOLI, I. Influência de plantas de cobertura na temperatura e umidade do solo na rotação milho-soja em plantio direto. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 12, n. 1, p. 107-113, 2006.

VERNETTI, F.J. Genética da soja: caracteres qualitativos. In: VERNETTI, F.J. (Ed.). **Soja: genética e melhoramento**. Campinas: Fundação Cargill, 1983. p.93-124.

VILELA, L.; MARTHA JUNIOR, G.B.; MACEDO, M.C.M.; MARCHAO, R.L.; GUIMARÃES JUNIOR, R.; PULTROLNIKE, K.; MACIEL, G.A.; Sistemas de integração lavoura-pecuária na região do Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n.10, p.1127-1138, 2011.

CONCLUSÃO GERAL

O consórcio do milho com o capim paiaguás na safrinha se mostrou uma técnica de cultivo promissora para produção de grãos na entressafra, na região Sudoeste de Goiás, tendo o capim paiaguás não interferido no rendimento de grãos do milho. A segunda época de semeadura proporcionou maiores rendimentos de grãos e sacas por hectare. Os sistemas do capim paiaguás na sobressemeadura do milho não apresentaram produção de forragem satisfatória tanto para oferta de forragem como para biomassa em atendimento ao SSD. A qualidade nutricional da forragem não foi influenciada pelos sistemas forrageiros.

A biomassa do milho em monocultivo apresentou maior relação C/N, no entanto, o capim paiaguás em monocultivo proporcionou maior produção de biomassa remanescente nas duas épocas de semeadura. Para todos os sistemas forrageiros, a primeira época de semeadura resultou em maior produção de biomassa remanescente, não havendo diferença na decomposição dos sistemas consorciados.

Os sistemas forrageiros de capim paiaguás em monocultivo e o milho consorciados com capim paiaguás em linha e entrelinha foram os que apresentaram as maiores concentrações e acúmulos de nutrientes na biomassa remanescente. O potássio foi o nutriente mais acumulado na biomassa remanescente, sendo também o que apresentou maior redução percentual, quando comparado seu acúmulo inicial com a época de colheita.

A primeira época de semeadura dos sistemas forrageiros apresentou maior eficiência na concentração e acúmulo de nutrientes em sua biomassa. As coberturas vegetais do capim paiaguás em monocultivo e consorciados na linha e entrelinha proporcionaram maior desempenho das características agrônomicas e de rendimento de grãos na cultura da soja, nas duas épocas de semeadura. A segunda época de semeadura proporcionou maior rendimento de grãos.