



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA
FILHO”
FACULDADE DE ENGENHARIA
CAMPUS DE ILHA SOLTEIRA

JOÃO PAULO FERREIRA

**DESEMPENHO TÉCNICO E ECONÔMICO DE FORRAGEIRAS
TROPICAIS EM SISTEMA INTEGRADO DE PRODUÇÃO NO
CERRADO DE BAIXA ALTITUDE**

Ilha Solteira

2015

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA
FILHO”
FACULDADE DE ENGENHARIA
CAMPUS DE ILHA SOLTEIRA

JOÃO PAULO FERREIRA
Msc Engº Agrº

**DESEMPENHO TÉCNICO E ECONÔMICO DE FORRAGEIRAS
TROPICAIS EM SISTEMA INTEGRADO DE PRODUÇÃO NO
CERRADO DE BAIXA ALTITUDE**

Tese apresentada à Faculdade de Engenharia
do Campus de Ilha Solteira - UNESP como
parte dos requisitos para obtenção do título
de Doutor em Agronomia. Especialidades:
Sistemas de Produção.

Prof. Dr. MARCELO ANDREOTTI
Orientador

Ilha Solteira
2015

FICHA CATALOGRÁFICA

Desenvolvido pelo Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação

F383d Ferreira, João Paulo.
Desempenho técnico e econômico de forrageiras tropicais em sistema integrado de produção no cerrado de baixa altitude / João Paulo Ferreira. -- Ilha Solteira: [s.n.], 2015
126 f. : il.

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira. Especialidade: Sistema de Produção, 2015

Orientador: Marcelo Andreotti
Inclui bibliografia

1. Integração lavoura-pecuária. 2. Consórcio milho forrageiras tropicais. 3. Soja em sucessão. 4. Conservação do solo.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
CAMPUS DE ILHA SOLTEIRA
FACULDADE DE ENGENHARIA DE ILHA SOLTEIRA

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: Desempenho técnico e econômico de forrageiras tropicais em sistema integrado de produção no cerrado de baixa altitude

AUTOR: JOÃO PAULO FERREIRA

ORIENTADOR: Prof. Dr. MARCELO ANDREOTTI

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de DOUTOR EM AGRONOMIA ,
Área: SISTEMAS DE PRODUÇÃO, pela Comissão Examinadora:

Prof. Dr. MARCELO ANDREOTTI 
Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira

Prof. Dr. SALATIER BUZETTI 
Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira

Prof. Dr. ELCIO HIROYOSHI YANO 
Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira

Prof. Dr. CINIRO COSTA 
Departamento de Melhoramento e Nutrição Animal / Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia de Botucatu

Prof. Dr. AGUINALDO JOSÉ FREITAS LEAL 
Campus de Chapadão do Sul - Cpcs / Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

Data da realização: 08 de maio de 2015.

DEDICATÓRIA

A Deus, que me permitiu estar entre as pessoas mais importantes em minha vida!

Aos meus queridos pais Roberto e Maria Aparecida (Cida), e a minha irmã Roberta, pelo amor e paciência, pelo zelo e carinho, pela persistência e perseverança, e acima de tudo pela compreensão de meus dias difíceis e intempestivos.

Aos meus queridos sogros Tarcísio e Regina pelo acolhimento em seu lar e me receber e amar como filho de vocês.

A minha esposa Camila Ramalho Mendes, que não mediu esforços em me acompanhar, incentivar, animar, ajudar, esperar, acalmar e acalantar meu coração nos momentos tristes e felizes.

Amo-os com todo o coração e alma!

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela dádiva da vida e pela oportunidade de aprender, aperfeiçoar, e de algum modo, melhorar a sociedade. Ao meu orientador Prof. Dr. Marcelo Andreotti, primeiramente pela paciência e desenvoltura em me orientar, conduzir e formar mais um pesquisador. Sou eternamente grato pelos seus ensinamentos, pelos aconselhamentos, pelas palavras, dicas, ajuda, correções e enfim, em acreditar que eu poderia fazer cada dia um pouco mais.

À UNESP – Campus de Ilha Solteira e a cidade de Ilha Solteira, onde passei os melhores anos de minha vida, onde fui acolhido com grande estima, e em especial, aos Mestres que me ensinaram a importância da pesquisa e o valor da agricultura. Aos professores Orivaldo Arf, Ricardo Antonio Ferreira Rodrigues e Salatier Buzetti por proporcionarem amizade e também trabalhos em conjunto na área acadêmica. Aos funcionários da FE/Unesp – Campus de Ilha Solteira, Carlos Araujo e João Batista (técnicos do laboratório de fertilidade do solo), Sidival (técnico do laboratório de bromatologia), Valdivino (técnico do laboratório de física do solo) e Marcelo Rinaldi (técnico do laboratório de nutrição de plantas e solos) pela ajuda, amizade, companheirismo e ensinamentos.

À Fazenda de Ensino e Pesquisa com agradecimentos especiais: Ao João (in memoriam), Manuel, Alvino, Cezar, Juliano, porque quando solicitados, estavam sempre apostos. Ao setor de Biblioteca em nome de João Barbosa e Marta pela amizade e disponibilidade em ajudar em artigos e normatizações de documentos acadêmicos. Muito obrigado! Não esquecerei nunca a amizade e disposição de vocês em ajudar. À FAPESP pela grande oportunidade de me conceder bolsa de pesquisa e proporcionar a realização deste trabalho acadêmico! (Com méritos do professor Marcelo Andreotti pela colaboração, correção e ideias que culminaram na aprovação do projeto de pesquisa). Aos amigos Flávio Hiroshi Kaneko (Hiro), Edjair Augusto Dal Bem (Gaúcho), Nidia Raquel Costa, Marcelo Valentini Arf, José Roberto Portugal, Elza Militão, Julio (Tuiuiu) Diego Feitosa (Piru), Douglas Gitti, Vagner Nascimento, Claudinei Kappes, Keny Samejima, Prof^o Marcelo Minhoto, Prof^o Rafael Montanari, Prof^o Ronaldo Cintra e aos meus amigos professores de Itapeva que me receberam e que tenho contado com muito apoio nessa nova etapa: Renato Boreli Silva, Aelson Maia Paiva, Efrain Santana e Manoel Guilherme. Enfim, a todos que me proporcionaram uma grande amizade nessa caminhada. Muito obrigado por fazer parte de meu convívio, sou eternamente grato a Deus por tê-los!

RESUMO

Sistemas produtivos conservacionistas, como integração Lavoura-Pecuária (ILP) e plantio direto (SPD), proporcionam além de aumento na produtividade, a conservação do solo. Desta forma, objetivou em um LATOSSOLO VERMELHO Distroférico sob condições irrigadas no Cerrado, avaliar: 1) o desempenho produtivo e a qualidade bromatológica das silagens produzidas nos diferentes sistemas de produção avaliados; 2) os componentes da produção e a produtividade do milho em consórcio, nos diferentes espaçamentos e da forragem remanescente; 3) em cortes do outono à primavera, a produtividade de forragem e a sua composição bromatológica após a colheita da silagem; 4) no último corte, verificar além da produtividade de forragem, os teores de macronutrientes e a decomposição da palhada das forrageiras após a dessecação na primavera e seu efeito na soja em sucessão; 5) analisar durante a condução dos sistemas de produção, as alterações nos atributos químicos e densidade do solo na camada de 0 a 0,10 e 0,10 a 0,20 m, ao final de cada ciclo produtivo, além da determinação do estoque de carbono; 6) avaliar o desempenho econômico da ILP sob SPD durante o período de estudo, visando constatar a sustentabilidade e lucratividade de cada sistema. Constatou-se que para produção de grãos ou silagem de grãos úmidos recomenda-se o consórcio do milho com capim-Xaraés, independentemente se em espaçamento entrelinhas de 0,90 ou 0,45 m. Enquanto que, para a produção de silagem de planta inteira, recomenda-se o consórcio do milho com o capim-Tanzânia. A variação de tempo para colheita do milho para produção de silagens ou grãos não interferiu na produção ou composição químico-bromatológica dos capins Xaraés e Tanzânia estabelecidos no consórcio com milho. A adubação nitrogenada das forrageiras após o consórcio com milho não refletiu em incremento na produtividade de matéria seca (PMS) e na composição nutricional e bromatológica dos capins em área sob nove anos em sistema plantio direto. Em condições irrigadas no Cerrado, visando o incremento da produtividade de soja em sucessão às forrageiras tropicais, recomenda-se a semeadura do capim-Tanzânia em consórcio com o milho, independentemente se o capim foi ou não adubado com N nos cortes anteriores. Mesmo com o tráfego de máquinas e implementos durante o período experimental,

alta exportação de nutrientes via silagem, grãos e forragem, houve pequena variação da fertilidade do solo e de sua qualidade física, bem como dos estoques de carbono, demonstrando a eficiência de sistemas que proporcionem cobertura vegetal do solo. Visando a sustentabilidade aliada à lucratividade, os sistemas produtivos de produção de silagem de milho (planta inteira ou grãos úmidos), produção de grãos e posterior formação de pastagens e/ou palhada para produção de soja em sucessão, os consórcios com capins Xaraés ou Tanzânia apresentaram índices de lucratividade positivos, mantendo a qualidade do solo e palhada na superfície em quantidade suficiente para dar suporte ao SPD a médio e longo prazo.

Palavras-chave: *Zea mays*. *Urochloa brizantha*. *Megathyrsus maximum*. *Glycine max*. silagem. Qualidade bromatológica. Atributos químico-físico do solo. Estoque de carbono. Ciclagem de nutriente. Agricultura sustentável.

ABSTRACT

TECHNICAL AND ECONOMIC PERFORMANCE OF TROPICAL FORAGE IN PRODUCTION SYSTEM INTEGRATED IN LOW LAND *CERRADO*

Production systems that enable sustainability in agriculture as integration Crop-Livestock (ILP) and no-tillage (NT), as well as provide increased productivity, the full soil conservation. Thus, aimed in an Oxisol under irrigated conditions LATOSOL the Cerrado, to evaluate: 1) the productive performance and the chemical quality of the silage produced in different production systems; 2) the components of the production and productivity of maize in consortium in different spacing and the remaining forage; 3) to evaluate every autumn cut the spring, forage yield and its chemical composition after harvest of silage; 4) in the last cut, check beyond the forage yield, macronutrient contents and the decomposition of straw fodder after desiccation in the spring and its effect on soybean crop; 5) while driving in production systems, changes in chemical properties and density in the layer 0 to 0,10 and from 0,10 to 0,20 m at the end of each production cycle, in addition to the determination of stock carbon; 6) the ILP's economic performance under no till during the study period, in order to verify the sustainability and profitability of each system. It was found that for grain yield or silage moisture grains recommends to the consortium of corn with Xaraés grass, whether in row spacing of 0,90 or 0,45 m. For the production of the whole plant silage, it is recommended consortium with corn Tanzaniagrass. The variation in time to harvest corn for silage or grain production did not affect the production or chemical composition of Xaraés and Tanzania grasses set out in consortium with corn. Nitrogen fertilization of forage after the consortium with corn not reflected in an increase in dry matter production and nutritional and chemical composition of grasses in area under nine years in no-tillage system. In irrigated conditions in the Cerrado, aiming increasing soybean yield in succession to tropical

forages, it is recommended seeding Tanzania grass intercropped with maize, regardless whether the grass were not fertilized with N predecessors at cuts. Even with the traffic of machines and implements, high nutrient export via silage, grain and forage, there was little variation in soil fertility and its physical quality and carbon stocks, demonstrating the efficiency of systems that provide plant cover ground. In order to profitability coupled with sustainability, the productive systems of production of corn silage (whole plant or high moisture corn), grain production and subsequent formation of pastures and / or straw to produce soybean crop consortium with Xaraés or Tanzania grasses showed positive profitability ratios, maintaining soil quality and crop residues on the surface in sufficient quantity to support the no-tillage system in the medium and long term.

Keywords: *Zea mays*. *Urochloa brizantha*. *Megathyrsus maximus*. *Glycine max*. Silage Chemical quality. Soil fertility. Carbon storage. Nutrient cycling. Agricultural sustainability.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	18
2	REVISÃO DE LITERATURA	20
2.1	Sistemas de integração lavoura-pecuária (ilp) sob sistema plantio direto (spd).....	20
2.2	Produção de silagem em sistemas de ILP.....	21
2.3	Estabelecimento de pastagens consorciadas com milho e espécies forrageiras em sistemas de ILP	23
2.4	Estabelecimentos da cultura da soja após manejo das forrageiras em SPD.....	24
2.5	Atributos químicos, físicos e acúmulo de carbono em ILP em SPD em região de cerrado	26
2.6	Desempenho técnico e econômico da atividade ILP em SPD	28
3	MATERIAL E MÉTODOS	30
3.1	Localização e caracterização da área experimental	30
3.2	Experimento I: Milho em consórcio com forrageiras tropicais	31
3.2.1	Delineamento experimental	31
3.2.2	Condução e avaliações morfológicas da cultura do milho e das espécies forrageiras	34
3.2.3	Colheita do material vegetal para ensilagem, avaliações bromatológica e produtivas.....	34
3.3	Experimento II. Condução e avaliação dos capins Xaraés e Tanzânia após consórcio com milho.....	37
3.3.1	Delineamento Experimental.....	37
3.3.2	Condução e manejo de corte das forrageiras	37
3.3.3	Análises das forrageiras (composição nutricional e bromatológica) e químico - física do solo.....	38
3.4	Experimento III. Semeadura, condução e avaliação da soja em sucessão.....	39
3.4.1	Delineamento Experimental.....	39
3.4.2	Avaliação dos teores de nutrientes e decomposição da matéria seca dos “Litter Bags”	42
3.5	Experimento IV. Avaliações dos atributos químicos e físicos do solo em cada etapa dos experimentos	42

3.6	Análise do desempenho econômico da atividade ILP em SPD	43
3.7	Análise dos resultados.....	44
4	RESULTADO E DISCUSSÃO	46
4.1	Experimento I.....	46
4.1.2	Componentes da produção e produtividade do milho em consórcio com forrageiras do gênero <i>Urochloa</i> e <i>Megathyrsus</i>	46
4.1.3	Participação dos componentes da planta de milho e forrageiras em porcentagem na silagem de planta inteira, produção de massa verde (PMV) e seca (PMS).....	50
4.1.4	Composição bromatológica do material vegetal antes de ser ensilado para produção de silagem de planta inteira (1ª época) e de grãos úmidos (2ª época).....	55
4.1.5	Composição bromatológica da silagem de planta inteira (1ª época) e grãos úmidos (2ª época) após a abertura dos silos.....	61
4.1.6	Composição bromatológica e nutricional das forrageiras advindas dos consórcios com milho após a 1ª (silagem de planta inteira), 2ª (silagem de grãos úmidos) e 3ª (produtividade de grãos) épocas de colheita.....	68
4.1.7	Avaliação das perdas por efluentes das silagens de 1ª época (planta inteira) e 2ª época (grãos úmidos).....	71
4.2	Experimento II	74
4.2.1	Avaliações nutricionais e bromatológicas dos cinco cortes das forrageiras implantadas nos consórcios	74
4.3	Experimento III.....	80
4.3.1	Teores de macronutrientes, componentes da produção e produtividade da soja em sucessão e decomposição e liberação de nutrientes da palhada das forrageiras em SPD.....	80
4.4	Experimento IV	91
4.4.1	Atributos químicos, físicos e acúmulo de carbono no solo	91
4.5	Análise e desempenho da atividade econômica do Sistema de Integração Lavoura - Pecuária sob Sistema Plantio Direto	99
5	CONCLUSÕES.....	110
	REFERÊNCIAS.....	111

TABELAS

- Tabela 1** - Caracterização inicial dos atributos químicos do solo, nas profundidades de 0-0,10 e 0,10-0,20 metros. Selvíria, Mato Grosso do Sul. 2012 **31**
- Tabela 2** - Caracterização inicial dos atributos físicos do solo, nas profundidades de 0-0,10 e 0,10-0,20 metros. Selvíria, Mato Grosso do Sul. 2012 **31**
- Tabela 3** - Médias de altura da planta (ALTP), de inserção da espiga (AIE), diâmetro basal do colmo (DBC), da espiga (DE), comprimento da espiga (CE), número de fileiras de grãos por espiga (FE), número de grãos por espiga (NGE), massa de mil grãos (M1000), população final de plantas (POP) e produtividade de grãos por hectare (PROD) do milho em consórcio com forrageiras tropicais, em espaçamento de 0,45 e 0,90 metros entrelinhas . Selvíria-MS (2013)..... **47**
- Tabela 4** - Porcentagem da participação de colmos, panículas e bainha (CPB), lâmina foliar, espiga e forragens advindos do consórcio milho com capim-Xaraés e capim-Tanzânia, na silagem de planta inteira. Selvíria-MS (2013) **51**
- Tabela 5** - Produtividade de massa seca total a ser ensilada (milho + forrageiras) (PMSt), de massa seca das plantas de milho (PMSm), de massa seca das forrageiras (PMSf) e de massa verde total (PMVt), dos consórcios em espaçamento de 0,45 e 0,90 m para ensilagem. Selvíria (2013). **52**
- Tabela 6** - Médias de quantidade de colmos remanescentes e acúmulos de N, P, K, Ca, Mg e S após a colheita dos consórcios de milho com capim-Xaraés e capim-Tanzânia. Selvíria-MS (2013). **54**
- Tabela 7** - Teores de matéria seca (MS%), poder tampão (PoT), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro e ácido (FDN e FDA), lignina (LIG), celulose (CEL), hemicelulose (HEM), carboidratos solúveis totais (CHOs) e cinzas (CZ) dos componentes bromatológicos antes da ensilagem de planta inteira (material verde) da 1ª época de colheita dos consórcios Milho/Forragens em espaçamentos de 0,45 e 0,90 m entrelinhas. Selvíria-MS (2013). **57**

Tabela 8 - Teores de matéria seca (MS%), poder tampão (PoT), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro e ácido (FDN e FDA), lignina (LIG), celulose (CEL), hemicelulose (HEM), carboidratos solúveis totais (CHOs) e cinzas (CZ) dos grãos úmidos antes da ensilagem, da 2ª época de colheita dos consórcios Milho/Forragens, em espaçamentos de 0,45 e 0,90 m entrelinha. Selvíria-MS (2013).....	60
Tabela 9 - Teores de matéria seca (MS %), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro e ácido (FDN e FDA), lignina (LIG), celulose (CEL), hemicelulose (HEM) e cinzas (CZ) das silagens de planta inteira de milho em consórcios com as forrageiras, semeadas nos espaçamentos de 0,45 e 0,90 m entrelinhas. Selvíria-MS (2013).	63
Tabela 10 - Poder tampão (PoT), teor de umidade (U%), teores de nitrogênio insolúvel em detergente ácido e neutro (NIDA e NIDIN), nitrogênio amoniacal (N-NH ₃ em N total), extrato etéreo (EE), carboidratos solúveis totais (CHOs), nutrientes digestíveis totais (NDT), e digestibilidade “in vitro” (D) das silagens de planta inteira de milho em consórcios com as forrageiras, nos espaçamentos de 0,45 e 0,90 m entrelinhas. Selvíria-MS (2013).....	64
Tabela 11 - Teores de umidade (U%), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro e ácido (FDN e FDA), lignina (LIG), celulose (CEL), hemicelulose (HEM) e cinzas (CZ) da silagem de grãos úmidos (2ª época de colheita) dos consórcios Milho/Forrageiras, em 0,45 e 0,90 m entrelinhas. Selvíria-MS (2013).	65
Tabela 12 - Médias de poder tampão (PoT), teores de umidade (U%), nitrogênio insolúvel em detergente ácido e neutro (NIDA e NIDIN), nitrogênio amoniacal (N-NH ₃), extrato etéreo (EE), carboidratos solúveis totais (CHOs), nutrientes digestíveis totais (NDT), e digestibilidade “in vitro” (D) de silagem de grãos úmidos dos consórcios Milho/Forrageiras, em 0,45 e 0,90 m entrelinhas. Selvíria-MS (2013).....	66

- Tabela 13** - Percentuais de matéria seca (% MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro e ácido (FDN e FDA), celulose (CEL), lignina (LIG), hemicelulose (HEM) e nutrientes digestíveis totais (NDT) das forrageiras remanescentes da 1^a, 2^a e 3^a épocas de colheita do milho consorciado, em espaçamentos de 0,45 e 0,90 m. Selvíria-MS (2013). **69**
- Tabela 14** - Teores de macronutrientes das forrageiras remanescentes da 1^a, 2^a e 3^a épocas de colheita do milho em consórcio com forrageiras, em espaçamentos de 0,45 e 0,90 m entrelinhas. Selvíria-MS (2013). **70**
- Tabela 15** - Valores de perdas por gases (PG), produção de efluentes (PE) e recuperação da matéria seca (RMS) no processo de ensilagem de planta inteira do consórcio milho com o capim-Xaraés e capim-Tanzânia em espaçamento de 0,45 e 0,90 m entrelinha. Selvíria (2013). **72**
- Tabela 16** - Valores de perdas por gases (PG), produção de efluentes (PE) e recuperação da matéria seca (RMS) no processo de ensilagem de grãos úmidos do consórcio milho com o capim-Xaraés e capim-Tanzânia em espaçamento de 0,45 e 0,90 m entrelinhas. Selvíria (2013). **74**
- Tabela 17** - Teores nutricionais, produtividade de massa verde (PMV) e seca (PMS) da parte aérea e acúmulo de nutrientes no capim-Xaraés e capim-Tanzânia em função da posterior adubação nitrogenada durante 5 cortes (a cada 30 dias), após a colheita da cultura do milho. Selvíria-MS, 2013..... **76**
- Tabela 18** - Teores de Matéria seca (MS), Cinzas (CZ), Proteína bruta (PB), Fibra em detergente neutro (FDN) e ácido (FDA), celulose (CEL), lignina (LIG), Hemicelulose (HEM), Nutrientes digestíveis totais (NDT) da matéria seca do capim Xaraés e capim Tanzânia em função da posterior adubação nitrogenada durante 5 cortes (a cada 30 dias), após a colheita do consórcio Milho/forrageiras. Selvíria-MS, 2013. **79**
- Tabela 19** - Índice de clorofila foliar (ICF) e teores nutricionais em folhas de soja cultivada sob palhada de capim Xaraés e capim Tanzânia, adubadas ou não com N durante cinco cortes, implantadas em consórcio com milho. Selvíria-MS (2014). **81**

- Tabela 20** - População final de plantas (POPF), altura da planta (ALTP), de inserção da primeira vagem (IPV), número total de vagens (NTV), total de grãos (NTG), massa de cem grãos (M100G) e produtividade de grãos (PROD) da cultura da soja cultivada sob palhada de capim Xaraés e capim Tanzânia, que foram adubadas ou não durante cinco cortes após o consórcio com milho. Selvíria-MS (2014). **82**
- Tabela 21** - Produtividade de massa seca, acúmulo médio de nutrientes contidos (transformados para kg ha⁻¹) das palhadas de capim Xaraés e Tanzânia nos litter bags, que foram adubadas ou não com N (50 kg ha⁻¹ de N corte⁻¹) no 5º corte anterior à semeadura da soja. Selvíria-MS (2014). **84**
- Tabela 22** - Atributos químicos do solo na camada de 0,0 a 0,10 m durante a condução do sistema de Integração Lavoura-Pecuária, em função das 3 épocas: após a colheita dos consórcios nos espaçamentos de 0,45 e 0,90 m entrelinha, após os cortes das forrageiras remanescentes com ou sem adubação nitrogenada (0 e 50 kg ha⁻¹ corte⁻¹) e após a colheita da soja semeada sobre a palhada das forrageiras. Selvíria – MS (2014). **93**
- Tabela 23** - Atributos químicos do solo na camada de 0,10 a 0,20 m durante a condução do sistema de Integração Lavoura-Pecuária, em função das 3 épocas: após a colheita dos consórcios nos espaçamentos de 0,45 e 0,90 m entrelinha, após os cortes das forrageiras remanescentes com ou sem adubação nitrogenada (0 e 50 kg ha⁻¹ corte⁻¹) e após a colheita da soja semeada sobre a palhada das forrageiras. Selvíria – MS (2014). **94**
- Tabela 24** - Macroporosidade (MA), microporosidade (MI), porosidade total (PT) e densidade do solo (Ds) nas camadas de 0,0 - 0,10 e de 0,10 - 0,20 m, durante a condução de sistemas de Integração Lavoura-Pecuária em função das 3 épocas: após a colheita dos consórcios nos espaçamentos de 0,45 e 0,90 m entrelinha, após os cortes das forrageiras remanescentes com ou sem adubação nitrogenada (0 e 50 kg ha⁻¹ corte⁻¹) e após a colheita da soja semeada sobre a palhada das forrageiras. Selvíria – MS (2014). **96**

- Tabela 25** - Resistência mecânica à penetração (RMP), umidade gravimétrica (UG) nas camadas de 0 – 0,10; 0,10 – 0,20 e de 0,20 – 0,40 m de profundidade e estoque de carbono (EC) na camada de 0 – 0,20 m, durante a condução de sistemas em função das 3 épocas: após a colheita dos consórcios nos espaçamentos de 0,45 e 0,90 m entrelinhas, após os cortes das forrageiras remanescentes com ou sem adubação nitrogenada (50 kg ha⁻¹ corte⁻¹) e após a colheita da soja semeada sobre a palhada das forrageiras. Selvíria – MS (2014). **98**
- Tabela 26** - Custo operacional total do sistema de integração (ILP) para os consórcios Milho/capim-Xaraés e Milho/capim-Tanzânia para a produção de silagem e colheita de grãos. Selvíria, Mato Grosso do Sul. Safra 2012/2013..... **100**
- Tabela 27** - Custo operacional total (COT), produtividade de massa seca (PMS), quantidade de proteína bruta (PB) e nutrientes digestíveis totais (NDT) (kg ha⁻¹) da silagem de planta inteira, em função do consórcio com capim-Xaraés e capim-Tanzânia em três épocas (1ª silagem de planta inteira e 2ª silagem de grãos úmidos) na ILP no sistema plantio direto. Selvíria. Mato Grosso do Sul. Safras 2012/2013..... **101**
- Tabela 28** - Estimativa do custo operacional total durante o manejo de corte das espécies forrageiras *U. brizantha* cv. Xaraés e *M. maximum* cv. Tanzânia no período de entressafra, após a colheita do consórcio para silagem e produção de grãos, em um hectare na ILP sob SPD. Selvíria, Mato Grosso do Sul. Safra 2012/2013. **104**
- Tabela 29** - Estimativa do custo operacional total da cultura da soja em sucessão as forrageiras *U. brizhanta* cv Xaraés e *M. maximum* cv Tanzânia sob SPD. Selvíria, Mato Grosso do Sul. Safra 2013/2014..... **106**
- Tabela 30** - Produtividade de silagem (t ha⁻¹) e grãos (saca ha⁻¹), receita bruta (RB), custo operacional total (COT), lucro operacional (LO) e indicadores de lucratividade (IL) da silagem de planta inteira, grãos-úmidos e produção de soja em sucessão no sistema ILP em SPD. Selvíria. Mato Grosso do Sul. Safra 2012/2013/2014. **108**

FIGURAS

- Figura 1** - Dados climatológicos em decêndios entre a instalação do experimento até a colheita das silagens e produtividade de grãos. Selvíria – MS (2012). 32
- Figura 2** - Dados climatológicos em decêndios durante os 5 cortes das forragens e antes da semeadura da soja em sucessão. Selvíria - MS (2013). 38
- Figura 3** - Dados climatológicos em decêndios durante a condução da soja após manejo da palhada. Selvíria - MS (2014). 41
- Figura 4** - Massa seca residual da palhada (kg ha^{-1}) de *Urochloa brizantha* (UB) e *Megathyrsus maximum* (MM), que foram submetidas à adubação nitrogenada após consórcio com o milho (0 ou 50 kg ha^{-1} de N corte⁻¹), em função de dias após o manejo de corte (DAM). 85
- Figura 5** - Massa seca residual da palhada (%) de *Urochloa brizantha* (UB) e *Megathyrsus maximum* (MM), que foram submetidas à adubação nitrogenada após consórcio com o milho (0 ou 50 kg ha^{-1} de N corte⁻¹), em função de dias após o manejo de corte (DAM). 87
- Figura 6** - Equações de regressão para o acúmulo de macronutrientes após o manejo (DAM) de corte e dessecação pela palhada das espécies forrageiras *Urochloa brizantha* cv. Xaraés que foram anteriormente adubas ou não com nitrogênio (0 e 50 kg ha^{-1} corte⁻¹). 89
- Figura 7** - Equações de regressão para o acúmulo de macronutrientes após o manejo (DAM) de corte e dessecação pela palhada das espécies forrageiras *Megathyrsus maximum* cv. Tanzânia que foram anteriormente adubas ou não com nitrogênio (0 e 50 kg ha^{-1}). 90

1 INTRODUÇÃO

Os sistemas de Integração Lavoura-Pecuária (ILP), de acordo com Macedo (2009), são definidos como: “Sistemas produtivos de grãos, silagem, carne, leite, lã, e outros, realizados na mesma área, em semeadura simultânea, sequencial ou rotacionada, onde se objetiva maximizar a utilização, os ciclos biológicos das plantas, animais, e seus respectivos resíduos, aproveitar efeitos residuais de corretivos e fertilizantes, minimizar e otimizar a utilização de agroquímicos, aumentar a eficiência no uso de máquinas, equipamentos e mão-de-obra, gerar emprego e renda, melhorar as condições sociais no meio rural e diminuir impactos ao meio ambiente, visando à sustentabilidade”.

Nestes sistemas, o consórcio é estabelecido anualmente, podendo ser implantado simultaneamente a semeadura da cultura anual ou cerca de 10 a 20 dias após a emergência desta, sendo o consórcio de culturas produtoras de grãos e forrageiras tropicais somente possíveis, graças ao diferencial de tempo e espaço existente, no acúmulo de biomassa entre as espécies (KLUTHCOUSKI et al., 2000).

Deste modo, os sistemas de ILP tornam-se cada vez mais importantes, devido principalmente às dificuldades encontradas pelos pecuaristas em investir o capital na reforma das pastagens, e, dos agricultores, na recuperação do potencial produtivo das lavouras, no tocante a problemas relacionados à redução do teor de matéria orgânica do solo, ocorrência de pragas, doenças e nematoides (MACHADO et al., 2011). Nestes sistemas, a utilização de pastagens na entressafra pode servir como auxílio a estes entraves, tendo em vista que as lavouras recuperam quimicamente o solo, deixando resíduos de corretivos e fertilizantes às pastagens, onde estas irão proporcionar a reciclagem de nutrientes do subsolo, repor a matéria orgânica e promover a aração biológica do solo graças à abundância e agressividade de seus sistemas radiculares e da atividade biológica decorrente (AIDAR; KLUTHCOUSKI, 2003).

De acordo com Mello et al. (2004), a elevada quantidade de massa seca deixada na superfície do solo, contribuirá ainda para a manutenção e continuidade do sistema plantio direto (SPD), protegendo o solo contra a erosão, melhoria da disponibilidade hídrica e proteção contra variações de temperatura, podendo diminuir também a compactação do solo. Outros benefícios podem ser ainda descritos, como a correção da acidez e elevação do teor de nutrientes do solo (VILELA et al., 2001;

MACEDO, 2009; MACEDO; ZIMMER, 2007), proporcionado pela lavoura comercial, a sistematização das áreas, com o preparo do solo e construção de terraços, a eliminação do banco de sementes (VILELA et al., 2001), diminuição da incidência de plantas daninhas (KLUTHCOUSKI et al., 2003), proporcionados pela rotação de culturas e presença de palhada, formação de pastagens no período de entressafra (MACHADO; ASSIS, 2010), bem como maior diversificação da atividade, proporcionando aumento de rentabilidade ao produtor agrícola.

Contudo, estes sistemas proporcionam ainda diversos benefícios às várias atividades realizadas na área agrícola, dentre elas destacam-se a excelente cobertura do solo, onde as pastagens desde que bem manejadas, podem deixar de 5 a 20 t ha⁻¹ de matéria seca na superfície do solo (MACHADO et al., 2011), aumentando o teor de carbono e MO, onde tal fato contribuirá para a reciclagem de nutrientes melhorando as características físicas, químicas e biológicas do solo, beneficiando as culturas que serão cultivadas em sucessão.

Nesse sentido, o presente trabalho objetivou avaliar em um LATOSSOLO VERMELHO distrófico, sob condições irrigadas no Cerrado: 1) o desempenho produtivo e a qualidade bromatológica das silagens produzidas nos diferentes sistemas de produção avaliados; 2) avaliar os componentes da produção e a produtividade do milho em consórcio, nos diferentes espaçamentos e da forragem remanescente; 3) avaliar a cada corte do outono à primavera, a produtividade de forragem e a sua composição bromatológica após a colheita da silagem; 4) no último corte, verificar além da produtividade de forragem, os teores de macronutrientes e a decomposição da palhada das forrageiras após a dessecação na primavera e seu efeito na soja em sucessão; 5) avaliar durante a condução dos sistemas de produção, as alterações nos atributos químicos e densidade do solo na camada de 0 a 0,10 e 0,10 a 0,20 m, ao final de cada ciclo produtivo, além da determinação do estoque de carbono; 6) avaliar o desempenho econômico da ILP sob SPD durante o período de estudo, visando constatar a sustentabilidade e lucratividade de cada sistema durante as safras 2012/2013 e 2013/2014.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 SISTEMAS DE INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA (ILP) SOB SISTEMA PLANTIO DIRETO (SPD)

A agricultura e a pecuária no Brasil têm historicamente, suas atividades produtivas executadas separadamente, ou seja, não costumam ocorrer simultaneamente. Esta prática, ao longo dos anos, contribuiu para acelerar o processo de degradação tanto das áreas de pastagens como das áreas de lavouras (VICTÓRIA FILHO, 2003). Logo, a rotação ou consorciação entre culturas anuais e pastagens, como no caso da Integração Lavoura-Pecuária (ILP), tem propiciado benefícios para ambas as culturas, como a diminuição da incidência de plantas daninhas e a quebra do ciclo de pragas e doenças, resultando no aumento em produtividade. Outras vantagens apresentadas pela introdução destas espécies forrageiras aos sistemas de produção demonstram que o sistema radicular destas explora maior volume de solo e recicla mais eficientemente os nutrientes. Além disso, aumentam a atividade biológica do solo, favorecendo a elevação do teor de matéria orgânica, podendo reduzir também a erosão (SALTON et al., 2002), sendo as forrageiras dos gêneros *Urochloa* (Syn. *Brachiaria*) e *Megathyrsus* (Syn. *Panicum*) excelentes materiais para a cobertura do solo no SPD (SILVA, 2004), além de se destacarem devido à facilidade de implantação, por serem multiplicadas por sementes.

O consórcio de culturas graníferas (milho, sorgo, milheto, arroz e soja), com forrageiras dos gêneros *Megathyrsus* e *Urochloa* em sistema de integração lavoura-pecuária (ILP) é uma alternativa para elevar o aporte de palhada visando a continuidade do SPD, aliada a produção de forragem para a pecuária no período seco, conforme resultados de (PARIZ et al., 2011a; 2011b). Neste contexto, em diversas regiões do mundo, a recuperação de áreas degradadas, a redução dos custos de produção e o uso intensivo da área durante todo o ano, estão sendo viabilizados pela integração lavoura-pecuária (ILP) sob sistema plantio direto (SPD), envolvendo o cultivo de culturas graníferas ou de forragem e a pecuária, gerando resultados sócio-econômicos e ambientais positivos (TRACY; ZHANG, 2008; RUFINO et al., 2009; PARIZ et al., 2009; PARIZ, 2010; CARVALHO et al., 2010; COSTA, 2012). Tais autores também

sugerem que este sistema é mais sustentável do que a monocultura que despende de maior utilização de insumos como fertilizantes e defensivos.

Nestes sistemas, desde que bem conduzidos, as culturas graníferas, geralmente apresentam bom desempenho no desenvolvimento inicial, exercendo com isto, alta competição sobre as forrageiras, evitando assim redução significativa nas suas capacidades produtivas de grãos. A competição existente entre as espécies pode inviabilizar o cultivo consorciado, porém, o conhecimento do comportamento destas na competição por fatores de produção torna-se de grande importância para o êxito na formação da pastagem e produtividade satisfatória da cultura de grãos (PARIZ et al., 2011b). Em trabalho realizado por Leonel et al. (2009), estes também comprovaram a eficiência do consórcio milho/Brachiaria, na recuperação de pastagens degradadas para produção de ruminantes, atribuído à maior produtividade de massa seca (PMS) e melhor composição bromatológica do cultivo de duas fileiras de capim Xaraés nas entrelinhas do milho.

Assim, o sistema de integração lavoura-pecuária (ILP), vem tornando-se uma excelente alternativa, juntamente com o uso do SPD, garantindo maior eficiência em preservar os recursos naturais e explorar racionalmente os solos (KLUTHCOUSKI et al., 2007). O sucesso desses sistemas deve-se ao fato de que a biomassa seca, acumulada pelas plantas de cobertura, pastagens e restos culturais de lavouras proporcionar ambiente favorável à recuperação ou manutenção dos atributos químicos e físicos do solo.

2.2 PRODUÇÃO DE SILAGEM EM SISTEMAS DE ILP

O milho, tradicionalmente, é a cultura mais utilizada para produção de silagem. Além de possuir composição bromatológica que preenche as exigências para confecção de uma boa silagem, proporciona boa fermentação microbiana (NUSSIO et al., 2001). Além da produção de silagem utilizando somente a cultura do milho, tem-se utilizado também a combinação dessa cultura com forrageiras tropicais, a fim de, além do aumento da produção de matéria seca por área, garantir também a formação de pastagem após o processo de ensilagem. Assim, o uso de combinações entre alimentos volumosos pode ser uma maneira viável da otimização do consumo, melhorando a ingestão e a utilização de nutrientes. Além disso, a produção de volumosos geralmente

onera menos os custos em relação à produção ou mesmo à aquisição de grãos (CAVALCANTE et al., 2002).

Entretanto, segundo Molina et al. (2003), a cultura do sorgo vem crescendo e representa grande percentual da área cultivada para produção de silagem no Brasil (10 a 12%). Grande parte desse crescimento advém da alta produtividade, do bom valor nutritivo, tornando-se excelente alternativa para alimentação de ruminantes, além das já reconhecidas características de rusticidade e principalmente da tolerância a déficits hídricos ocasionais e pragas.

Apesar de possuir valor nutritivo inferior ao milho, o sorgo destaca-se pela possibilidade de se cultivar a rebrota, com produção que pode atingir até 60% do primeiro corte, pela maior tolerância à seca e ao calor e por não competir com a alimentação humana. Além disso, a silagem de sorgo possui custo inferior à silagem de milho e, algumas variedades de sorgo apresentam maior produção de matéria seca por unidade de área comparado ao milho (ZAGO, 1999). O grande potencial do sorgo para ensilagem deve-se também, ao seu elevado teor de carboidratos solúveis, garantindo adequada fermentação no interior do silo, sem a necessidade de uso de aditivos (ZAGO, 2002). Na maioria dos casos, o ponto ideal para ensilagem é quando a planta forrageira atinge 28 a 35% de MS (FERREIRA, 2001), fase que, em espécies como o milho e o sorgo, coincide com a máxima qualidade nutricional.

Para Nussio et al. (2001), a silagem de milho colhida em altura de corte mais elevada contribui não somente para aumentar a reciclagem da matéria orgânica no solo, mas também para retornar grandes quantidades de potássio (K) que se encontram nos internódios inferiores da planta. Resultados de Jaremtchuk et al. (2006) demonstraram que a elevação na altura de corte da silagem de milho de 0,20 para 0,40 m reduziu em média 19,1% da extração de K. Assim, a ciclagem deste nutriente é positiva para o estabelecimento de um programa duradouro a longo prazo de exploração de áreas para produção de silagem, e merecem avaliação econômica, levando em consideração a produtividade ao longo dos anos para justificar a recomendação.

Outro fator a ser considerado com a elevação da altura de corte da cultura, seria a manutenção de maior quantidade de matéria seca sobre o solo, aumentando assim a proteção deste à ação erosiva da chuva e reduzindo também os riscos de compactação do solo pela mecanização agrícola e pelo próprio pisoteio animal.

2.3 ESTABELECIMENTO DE PASTAGENS CONSORCIADAS COM MILHO E ESPÉCIES FORRAGEIRAS EM SISTEMAS DE ILP

A integração é a forma mais rentável de recuperação das pastagens degradadas, pois esta tem sido um dos maiores problemas enfrentados ao longo dos anos pela atividade agropecuária. De acordo com Cezar (2007), existe uma estimativa onde, aproximadamente dos 100 milhões de hectares de pastagens cultivadas no Brasil, 80% apresentam algum grau de degradação e 60% já estão degradadas com perda do vigor, e, portanto, redução da capacidade de produção em quantidade e qualidade de forragem. Normalmente, essa degradação ocorre em áreas de solos de baixa fertilidade e é mais visível no Cerrado brasileiro onde existe a maior área de pastagem cultivada. Devido aos grandes investimentos necessários para a formação, recuperação e reforma de pastagens, têm-se buscado diversas técnicas visando à redução desses investimentos (JAKELAITIS et al., 2005). Desta maneira, a ILP tem se tornado opção vantajosa, beneficiando duas atividades de importância econômica (produção de grãos e pecuária), proporcionando ganhos mútuos ao produtor, principalmente nas regiões do bioma Cerrado (LANDERS, 2007).

Portanto, a utilização da consorciação/sucessão de culturas é um dos meios para se elevar a produtividade de sistemas de produção, devido aos efeitos benéficos que tal prática proporciona sobre as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo (ALTIERI, 1987). Tem ainda, a vantagem de baratear o custo da renovação das pastagens e ofertar alimento para o gado num período de entressafra da forrageira. De acordo com Carvalho et al. (2010), as pastagens formadas nestes sistemas produtivos, têm funções que vão além da alimentação dos animais e devem contribuir, principalmente com a melhoria do ambiente de produção. Na ILP, elas devem deixar palha para o plantio direto de culturas semeadas em sucessão, cobrindo o solo, proporcionando melhor agregação das partículas e, se possível, atuar no controle de pragas, doenças e plantas daninhas.

Diante do exposto, o manejo apropriado da pastagem é um fator de extrema importância para o sucesso de sistemas de ILP. Em relação à adubação, é inegável que a maioria das espécies forrageiras exibe elevada resposta produtiva frente à melhoria da disponibilidade de nutrientes, onde a deficiência de N limita a produtividade de massa seca, principalmente em gramíneas. Além disso, a adubação nitrogenada pode melhorar o desempenho de culturas semeadas em sucessão, devido ao aproveitamento de N

residual. Apesar dos benefícios do efeito residual da adubação da cultura produtora de grãos na ILP serem descritos por Martha Júnior e Vilela (2007), esses não ignoraram a adubação nitrogenada da pastagem, visto que a baixa disponibilidade de N proveniente apenas desse residual pode limitar o desenvolvimento das plantas forrageiras.

Porém, conforme Barducci et al. (2009), em sistemas de ILP, a utilização de fertilizantes nitrogenados após a colheita da cultura produtora de grãos pode incrementar a disponibilidade do elemento ao sistema, proporcionando estabelecimento mais rápido da pastagem e aumento na produtividade de massa seca ao longo dos cortes/pastejos no período de outono/inverno, pois apesar da grande quantidade, a palha proveniente do milho não supre a demanda por N, principalmente pelos processos de imobilização microbiana. O sombreamento proporcionado no consórcio com a cultura do milho pode fazer também com que as forrageiras diminuam sua taxa de acúmulo de massa seca. Kluthcouski et al. (2000) verificaram que a partir da senescência do milho, o desenvolvimento do capim torna-se rápido, podendo atingir 2.000 kg ha^{-1} de massa seca com a aplicação de N em cobertura 30 dias após a colheita da cultura anual, além de proporcionar maior produtividade de massa seca aos 57 dias após a colheita, resultando também em melhoria na composição bromatológica.

Portanto, a utilização da consorciação/sucessão de culturas é um dos meios para se elevar a produtividade de sistemas de produção, devido aos efeitos benéficos que tal prática proporciona sobre as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo. Tem ainda, a vantagem de baratear o custo da renovação das pastagens e ofertar alimento para o gado num período de entressafra da forrageira.

2.4 ESTABELECIMENTO DA CULTURA DA SOJA APÓS MANEJO DAS FORRAGEIRAS EM SPD

A manutenção da palhada tem sido uma das maiores preocupações para a permanência de resíduos vegetais para que contribuam com melhores condições químicas e físicas do solo, visando uma adequada ciclagem de nutrientes para o aproveitamento das culturas produtoras de grãos, como a soja, que é utilizada com maior frequência nesse sistema de produção após a dessecação das forrageiras. Vários trabalhos de pesquisa buscam espécies forrageiras que satisfaçam essas prerrogativas para a ciclagem de nutrientes (PARIZ et al., 2011a) A palhada das forrageiras ou

gramíneas é fornecedora de nutrientes a cultura de grãos a médio e longo prazo, sobretudo na camada superficial do solo com aumento significativo dos teores de P e K nestas camadas em SPD (SILVEIRAS et al., 2005ab).

Kluthcouski e Aidar (2003), em regiões de cerrado, consideraram que as principais vantagens da palhada de braquiária para o SPD foram a maior eficiência na cobertura da superfície do solo, resultando em maior conservação de água e menor variação na temperatura do solo; maior longevidade na cobertura do solo em razão da lenta decomposição de seus resíduos; controle/minimização das doenças, por ação isolante ou alelopática causada pela microflora do solo sobre os patógenos; e maior capacidade de supressão física das plantas daninhas, podendo reduzir ou até mesmo tornar desnecessário o uso de herbicidas pós-emergentes. Assim, o cultivo da soja sobre a palhada de espécies forrageiras, pode melhorar o desempenho da cultura durante todo o ciclo de desenvolvimento da planta, podendo até mesmo aumentar sua produtividade.

Neste aspecto, a decomposição de resíduos das espécies forrageiras é uma variável importante na ciclagem de nutrientes em sistema plantio direto e o conhecimento de sua dinâmica é fundamental para a compreensão do processo, uma vez que resultará em utilização mais eficiente dos nutrientes reciclados para as culturas e contribuindo para a redução dos impactos negativos causados ao ambiente. Com isso, as taxas de decomposição das plantas de cobertura dependem da natureza do material vegetal, do volume, da fertilidade do solo, do manejo da cobertura e das condições climáticas, representadas, principalmente, pela pluviosidade e temperatura (KLIEMANN et al., 2006).

A permanência da palhada na superfície do solo também é importante para a manutenção e a proteção do sistema solo-planta (KLIEMANN et al., 2006). Esse fato reforça a preocupação de se produzir palhada com decomposição mais lenta, o que significa mantê-la sobre o solo por maior período (TORRES et al., 2005). Em diversos estudos, a quantidade de nutrientes acumulados em plantas de cobertura depende da espécie, da fertilidade do solo, do estágio fenológico na dessecação, da quantidade depositada, da relação C/N e lignina/N total, da época de semeadura, além das condições climáticas de cada estudo (BOER et al., 2007, TEIXEIRA et al., 2011, PARIZ et al., 2011a).

No entanto, em sistemas de ILP, o adequado manejo da pastagem é fator imperativo (MARTHA JÚNIOR; VILELA, 2007). Apesar dos benefícios do efeito

residual da adubação da cultura produtora de grãos, principalmente de fósforo (P) e potássio (K), o nitrogênio (N) se apresenta em grande parte imobilizado na palhada nos primeiros 5-10 anos de SPD (ANGHINONI, 2007), podendo se tornar limitante para o desenvolvimento do capim. O cultivo sucessivo de gramíneas também pode levar a uma supressão de N ao longo do tempo, proporcionando imobilização por parte dos microrganismos (KLIEMANN et al., 2006).

Assim, a quantidade de N necessária para suprir a demanda pelas culturas varia em função do ambiente de cultivo e do sistema de rotação, e são maiores quando a rotação é realizada somente com gramíneas (ROSOLEM et al., 2004). Da mesma forma, o consórcio de gramíneas produtoras de grãos com capins no SPD, pode aumentar a exigência de N para o adequado crescimento das culturas (MATEUS et al., 2011). Portanto, a adubação nitrogenada do capim do outono à primavera pode ser uma alternativa para elevar a produtividade de forragem (PARIZ et al., 2011c,d) e grãos das culturas cultivadas em sucessão.

De acordo com Lana et al. (2007), a soja é considerada a mais importante oleaginosa em produção sob cultivo em larga escala no Brasil, e nos Cerrados brasileiros, assume importância fundamental e estratégica para o seu desenvolvimento. Segundo Lopes (2004) e Coronel (2008), o elevado teor protéico dos grãos, faz com que a cultura se torne uma importante fonte de alimento para humanos e animais, levando ao aumento do consumo e da exportação deste produto in natura e de seus derivados.

Na rotação e sucessão de culturas no SPD, a soja tem garantido uma posição de destaque, com produtividade média em torno de 3.000 kg ha⁻¹ (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB, 2012). A expansão da cultura na região de Cerrado, foi possível, em parte, devido à sua capacidade de associação com bactéria fixadoras de nitrogênio, principalmente as do gênero *Bradyrhizobium* e que garantem sua nutrição, e portanto, substitui a adubação nitrogenada, com redução dos custos de produção (MENDES et al., 2008).

2.5 ATRIBUTOS QUÍMICOS, FÍSICOS E ACÚMULO DE CARBONO EM ILP EM SPD EM REGIÃO DE CERRADO.

A adoção de sistemas produtivos que não visam a proteção do solo ou pela rotação de culturas ou pela produção de cobertura vegetal, tem causado sua degradação, com conseqüente diminuição em produtividade das culturas. Em solos de bioma

Cerrado, onde está inserida a maior produção e atividade agrícola brasileira, em proporções há a necessidade da utilização de sistemas com bases conservacionistas, como é o caso do sistema plantio direto (SPD), com a rotação de culturas e mais recentemente, a integração lavoura-pecuária (ILP).

Tendo em vista que grande parte destes solos é de caráter ácido, possuem baixa fertilidade, baixa reserva mineral e possuem matéria orgânica de baixa atividade, em contrapartida, a maioria destes solos são profundos e possuem elevada estabilidade de agregados, adquirindo assim, grande capacidade produtiva, desde que sejam corrigidas as limitações nutricionais e adotados os manejos adequados que visem além de aumento da produtividade das culturas, melhorias também na qualidade do solo.

Os sistemas conservacionistas podem melhorar as condições físicas, químicas e biológicas do solo, pela maior produção de palhada no consórcio, beneficiando e proporcionando maior aporte de matéria orgânica, a qual contribui para a ciclagem de nutrientes, melhorando a infiltração e armazenagem de água, a exploração do perfil do solo pelas raízes, a diminuição do processo erosivo, o efeito residual das adubações nas culturas e a intensificação da utilização da área agrícola (FONTANELI et al., 2000; SANTOS et al., 2011; SPERA et al., 2010a; CHIODEROLI et al., 2012; MENDONÇA et al., 2012).

O sucesso desses sistemas produtivos nestas regiões deve-se ao fato de que a palhada, acumulada pelas plantas de cobertura ou das pastagens e restos culturais de lavouras comerciais, proporcionam um ambiente favorável à recuperação ou manutenção dos atributos do solo (FLORES et al., 2007; SANTOS et al., 2008a; CHIODEROLI et al., 2012; MENDONÇA et al., 2012). Desta maneira, a formação de palhada é essencial para a proteção, estruturação e redução da erosão, por meio de sistemas radiculares capazes de permitir a manutenção do solo em densidades adequadas ao desenvolvimento radicular das culturas (BORTOLINI, 2005). Carvalho et al. (2010b), enfatizam a importância do uso e manejo inadequado do solo, uma vez que além de contribuir para a emissão de gases do efeito estufa, prejudicando o ambiente, ainda trazem problemas relacionados à sua sustentabilidade devido à degradação da matéria orgânica do solo, atingindo de forma negativa os seus atributos físicos e químicos, bem como sua biodiversidade. Entretanto, práticas adequadas de manejo, que visam à manutenção ou mesmo o acúmulo de C no sistema solo-planta, podem atenuar os efeitos do aquecimento global.

De acordo com Kerr (2005), o aumento destes gases na atmosfera tem causado discussões na comunidade científica, devido à elevação da temperatura da biosfera terrestre. Desta forma, os resíduos de matéria seca das plantas, além de proporcionar um incremento no estoque de carbono (EC) do solo, permitem ainda recuperar os teores de matéria orgânica do solo a valores próximos ao original (FREITAS et al., 2000; WENDLING et al., 2005). Além disso, os resíduos vegetais são indispensáveis para os sistemas produtivos, tendo em vista os inúmeros benefícios ao sistema solo-planta, sendo essenciais na agricultura de baixo carbono.

2.6 DESEMPENHO TÉCNICO E ECONÔMICO DA ATIVIDADE ILP EM SPD.

Os sistemas de integração lavoura-pecuária (ILP) figuram como opção interessante para assegurar a expansão da agropecuária, com baixa pressão sobre o avanço da fronteira agrícola, e estão de acordo com uma estratégia de baixo carbono (GOUVELLO, 2010; HERRERO et al., 2010). Na última década, no entanto, o interesse por sistemas mistos de lavoura e pecuária tem aumentado, em particular pela pesquisa. Em grande parte, essas ações da pesquisa respondem à constatação de que sistemas especializados de produção de grãos têm sido associados à deterioração da qualidade física do solo (AYARZA et al., 1999), com maiores perdas de solo e água (DEDECEK et al., 1986), maior incidência de pragas, doenças e plantas daninhas (VILELA et al., 1999; KLUTHCOUSKY et al., 2003) e com alterações desfavoráveis na população de fungos micorrízicos do solo (MIRANDA et al., 2005).

Pela ótica econômica, é necessário que se quantifique como essas potenciais vantagens dos sistemas mistos, e outras como a capacidade de mitigação do carbono da atmosfera pelo aumento no teor de matéria orgânica do solo, a maior eficiência de uso de insumos, e a redução da emissão de metano pelos animais em pastejo e, potencialmente, do risco de produção, podem transformar-se em ganhos econômicos. Assim, quantificar adequadamente as interações entre os componentes pasto e lavoura, conferindo-lhes valores monetários, é passo prioritário para verificar o real desempenho econômico da ILP.

Conceitualmente, para medir a resposta econômica na ILP, seria necessária uma função custo que incorporasse os "n" sistemas envolvidos e permitisse ajustes relevantes quanto aos efeitos de interações entre os componentes lavoura e pecuária.

Embora a pesquisa agrônômica em ILP tenha avançado substancialmente nas últimas décadas (PORTES et al., 2000; KLUTCHCOUSKY et al., 2003; SULC; TRACY, 2007; MAUGHAN et al., 2009; SOUZA et al., 2010; VILELA et al., 2011), há necessidade de se explorar, em desenhos experimentais futuros, arranjos que permitam estimar, com clareza, a função custo de sistemas multiprodutos, e com esse procedimento, é possível avaliar se, pela ótica do tomador de decisão, os "ótimos agrônômicos" relatados nos estudos de ILP, no tocante à escolha das atividades agropecuárias e às estratégias de rotação, sucessão ou consórcio adotadas, são também opção econômica viável e superior às verificadas em sistemas especializados.

Portanto, é de fundamental importância nesses sistemas agrícolas, o conhecimento dos custos de produção, para auxiliar na tomada de decisão, quanto a formas de manejo que, além de promoverem aumento na produtividade, possibilitem uma redução de custos e minimizem riscos ambientais. Desta maneira, visa-se ganhos de rentabilidade na atividade agrícola e sustentabilidade nos sistemas produtivos. De acordo com Muniz et al. (2007), Macedo (2009), Costa et al. (2012b) e Garcia et al. (2012), a ILP é uma atividade economicamente lucrativa, sendo uma opção viável para investidores do agronegócio na região dos Cerrados.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização e caracterização da área experimental

O trabalho de pesquisa foi desenvolvido em área irrigada (pivô central), na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão (FEPE) – Setor de Produção Vegetal, da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira (FE/UNESP), localizada no município de Selvíria, Estado de Mato Grosso do Sul (20°18'S e 51°22'W, altitude de 370 m). A área experimental totalizou 2.176 m² (80 m x 27,2 m).

O tipo climático é Aw, segundo classificação de Köppen, caracterizado como tropical úmido com estação chuvosa no verão e seca no inverno. Durante a condução do experimento foram coletados junto à estação meteorológica situada na FEPE da FE/UNESP, no município de Selvíria - MS, os dados diários referentes à temperatura máxima, média, mínima, umidade relativa do ar e precipitação pluvial (Figuras 1, 2 e 3). Os dados climáticos foram coletados em cada fase do experimento, sendo na instalação inicial (implantação do milho nos consórcios), durante o manejo das forrageiras nos cinco cortes e durante o ciclo da soja, compreendendo as safras agrícolas de 2012, 2013 e 2014, sendo apresentados em decêndios.

O solo da área experimental, segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUARIA- EMBRAPA, 2013) é um LATOSSOLO VERMELHO Distrófico, textura argilosa que estava sendo cultivado com culturas anuais em Sistema Plantio Direto (SPD) há 9 anos, sendo a cultura anterior feijão de inverno. Portanto, com o objetivo de caracterizá-lo inicialmente, isto é, antes da semeadura dos sistemas de produção (outubro de 2012), foi efetuado um levantamento da fertilidade do solo segundo metodologia proposta por Raij et al. (2001), na camada de 0 - 0,10 a 0,10 - 0,20 m. Para tanto, foram coletados vinte perfis de tradagem para a coleta do solo com estrutura deformada, realizados com o auxílio de um trado de rosca, cujos resultados constam na Tabela 1.

Foram determinados também os valores médios dos atributos físicos do solo (Tabela 2), pela avaliação inicial de sua densidade, macro, micro e porosidade total. Para a avaliação física do solo foram tomados, de forma aleatória na área, vinte perfis

de resistência mecânica à penetração (RMP) com o penetrômetro de impacto (STOLF, 1991), efetuando-se o controle da leitura da resistência pela coleta da respectiva umidade gravimétrica do solo. Nestes mesmos pontos foram avaliadas, a densidade e as porosidades do solo pelo método do anel volumétrico e da mesa de tensão (EMBRAPA, 1997), nas camadas de 0 - 0,10 e 0,10 - 0,20 m de profundidade, respectivamente.

Tabela 1- Caracterização inicial dos atributos químicos do solo, nas profundidades de 0 - 0,10 e 0,10-0,20 metros. Selvíria, Mato Grosso do Sul. 2012.

Prof.	P	MO	pH	K	Ca	Mg	H+Al	Al	SB	CTC	S-SO ₄	V	m
(m)	mg dm ⁻³	g dm ⁻³	CaCl ₂ -----				mmol _c dm ⁻³ -----			mg dm ⁻³	---%---		
0-0,10	33	25	5,1	4,1	28	16	29	0	48	77	10	62	0
0,10-0,20	29	23	5,2	3,9	30	14	25	0	47	72	9	65	0

Tabela 2- Caracterização inicial dos atributos físicos do solo, nas profundidades de 0 - 0,10 e 0,10-0,20 metros. Selvíria, Mato Grosso do Sul. 2012.

Profundidade (m)	MA [#]	MI	PT	DS	RMP	UG
	----- m ³ m ⁻³ -----			kg dm ⁻³	MPa	g kg ⁻¹
0-0,10	0,07	0,35	0,42	1,55	3,850	200
0,10-0,20	0,09	0,36	0,44	1,50	2,953	217

#MA: macroporosidade, MI: microporosidade, PT: porosidade total, DS: densidade do solo, RMP: resistência mecânica à penetração e UG: umidade gravimétrica do solo.

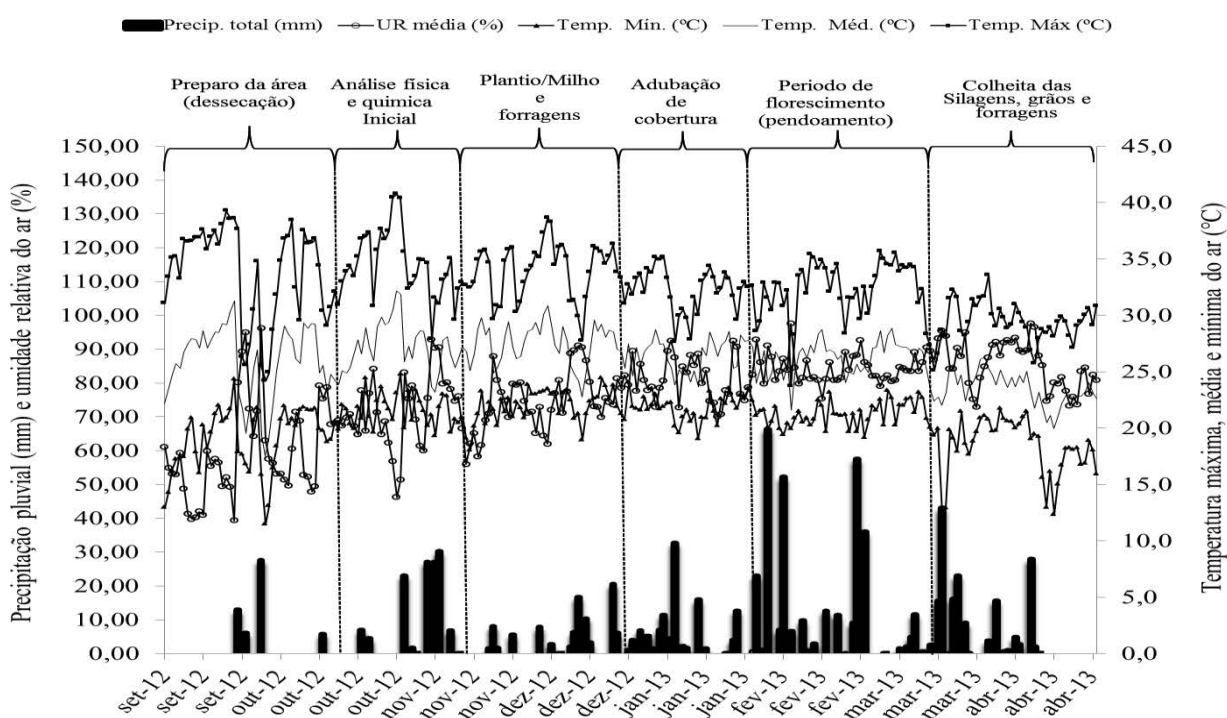
3.2 EXPERIMENTO I: MILHO EM CONSÓRCIO COM FORRAGEIRAS TROPICAIS

3.2.1 Delineamento experimental

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados em esquema fatorial 3 x 2 x 2 e com quatro repetições, sendo os tratamentos constituídos por 3 momentos de colheita do milho em consórcio, sendo a 1^a época para ensilagem de planta inteira (estádio de 35% de MS, ou seja, grãos de farináceo a farináceo – duro); a 2^a época em grãos úmidos para ensilagem (25% de umidade, ou seja, aparecimento da camada negra) e a 3^a época para colheita de grãos (teor de umidade inferior a 20%); em combinação com dois espaçamentos (0,45 e 0,90 m) e em consórcio com *Urochloa brizantha* cv. Xaraés e *Megathyrsus maximum* cv. Tanzânia.

Na Figura 1 estão apresentados os dados climáticos em decêndios referentes às temperaturas máxima, média, mínima, umidade relativa do ar e precipitação pluvial durante o período inicial do experimento (setembro 2012) até a colheita do material vegetal para ensilagem e produção de grãos (abril 2013). Antes da instalação do experimento em 17/10/2012, foi realizada a dessecação da flora daninha, visando a formação de palhada para o SPD, utilizando-se o herbicida Glyphosate ($1,44 \text{ kg ha}^{-1}$ do ingrediente ativo (i.a.)), com posterior manejo utilizando triturador horizontal de resíduos vegetais (Triton).

Figura 1- Dados climatológicos em decêndios entre a instalação do experimento até a colheita das silagens e produtividade de grãos. Selvíria-MS (2012).



Fonte: Estação meteorológica do laboratório de irrigação e drenagem localizado na fazenda de extensão e pesquisa da Unesp-Ilha Solteira (2012).

A cultura do milho (híbrido simples AG 8088 YG) foi semeada em 19/11/2012, mecanicamente com uso de uma semeadora-adubadora com mecanismo sulcador tipo haste (facão) para SPD, a uma profundidade de aproximadamente 0,03 m, em espaçamento de 0,90 e 0,45 metros entrelinhas e com 6,0 e 3,0 sementes m^{-1}

respectivamente, objetivando-se atingir um estande final próximo a 66.000 plantas ha^{-1} . As parcelas foram constituídas de 7 linhas no espaçamento de 0,45 m, ambas com 21 m de comprimento, subdividindo-as em 3 subparcelas de 7 m destinadas às colheitas de silagem de planta inteira, silagem de grãos úmidos e colheita de grãos. A semeadura das forrageiras (*Urochloa brizantha* cv. Xaraés e *Megathyrsus maximum* cv. Tanzânia) foi realizada simultaneamente ao milho, sendo efetuada com outra semeadora-adubadora com mecanismo sulcador do tipo disco duplo desencontrado para SPD, onde foram semeadas nas entrelinhas das culturas produtoras de grãos (milho), nos espaçamentos de 0,34 e 0,17 metros em milho de 0,90 e 0,45 metros entrelinhas, respectivamente.

As sementes das forrageiras foram acondicionadas no compartimento do fertilizante da semeadora e depositadas na profundidade de 0,05 m, no espaçamento de 0,34 e 0,17 m, utilizando-se aproximadamente 7 kg ha^{-1} de sementes puras viáveis com VC = 76 e 72% para a *Urochloa brizantha* cv. Xaraés e para o *Megathyrsus maximum* cv. Tanzânia, respectivamente. Desta forma, as sementes dos capins ficaram abaixo das sementes de milho, seguindo as recomendações de Kluthcouski et al. (2000), com o objetivo de atrasar a emergência dos capins em relação às culturas produtoras de grãos e diminuir a provável competição entre as espécies no período inicial de desenvolvimento das culturas.

Foi realizada a adubação de semeadura, nas plantas produtoras de grãos, com aplicação de 250 kg ha^{-1} do formulado 08-28-16 (20 kg ha^{-1} de N, 70 kg ha^{-1} de P_2O_5 e 40 kg ha^{-1} de K_2O , respectivamente). Como tratamento de sementes na cultura do milho, foi feita a aplicação de 150 g L^{-1} i. a. imidacloprido + 450 g L^{-1} i.a. tiodicarbe. Para o controle de insetos aplicaram-se 129 g ha^{-1} i.a. metomil + 24 g ha^{-1} i.a. triflumurom, com uso de um pulverizador tratorizado de barras, com 12 m de comprimento, utilizando-se bicos leque, espaçados em 0,50 m.

Como adubação de cobertura, foi feita a aplicação manual a lanço de 120 kg ha^{-1} de N (fonte ureia – 45% de N), irrigando-se a área experimental com uma lâmina d'água de 15 mm, aplicada por irrigação (pivô central) a fim de se evitar perdas excessivas de N por volatilização. A adubação de cobertura foi realizada próxima às linhas das culturas produtoras de grãos, em 16/12/2012, quando as plantas apresentavam 6 folhas completamente desenvolvidas.

3.2.2 Condução e avaliações morfológicas da cultura do milho e das espécies forrageiras.

Em 17/02/2013, efetuaram-se as avaliações morfológicas referentes às culturas do milho e forrageiras. Para tanto, utilizou-se como área útil duas linhas centrais com 7 metros de comprimento. As avaliações foram realizadas nas culturas do milho e espécies forrageiras em consórcio, respectivamente.

Para a cultura do milho foram realizadas determinações referentes aos valores médios da altura de plantas (ALTP), altura de inserção da espiga principal (AIE), diâmetro basal de colmos (DBC), diâmetro de espiga (DE), comprimento da espiga (CE), número de grãos por espiga (NGE) e fileiras de grãos da espiga (NFE), massa de 1000 grãos (M1000) avaliadas em 10 plantas aleatoriamente na área útil de cada parcela experimental. Determinou-se ainda a população final de plantas (POP) e a produtividade de grãos (PROD), sendo estas efetuadas pela contagem de todas as plantas e espigas contidas na área útil da parcela e transformando os resultados para 1 hectare. Com relação às espécies forrageiras em consórcio, determinou-se a produtividade de massa seca (PMS). Para tanto, utilizou-se o método do quadrado de metal (1m²), onde as forrageiras foram cortadas a aproximadamente 0,05 m em relação à superfície do solo. As amostras foram secas em estufa (65°C até obter-se massa constante), pesadas, onde os resultados foram transformados em kg ha⁻¹.

3.2.3 Colheita do material vegetal para ensilagem, avaliações bromatológicas e produtivas.

Em relação à colheita do material para ensilagem, a altura de colheita para silagem de planta inteira foi de aproximadamente 0,30 m em relação à superfície do solo, sendo realizado o corte em 28/02/2013, considerada como a 1ª época de colheita, quando o milho apresentava em torno de 30-35% de MS (farináceo ou farináceo - duro). Em 15/03/2013 realizou-se a colheita na 2ª época para confecção de silagem de grãos úmidos (com 25% de umidade, ou seja, após o aparecimento da camada negra). Em ambas as épocas de ensilagem, antes da colheita, em uma área de 1 m² da parcela, as plantas do consórcio foram ceifadas a uma altura de 0,30 m e separadas por espécies, para determinação da produtividade de massa seca/espécie, respectivamente. A colheita

de grãos (3ª época) ocorreu em 25/04/2013, após as colheitas das plantas utilizadas para elaboração das silagens, com teor de umidade abaixo de 20%. Após esta última colheita, foram analisados os atributos químicos e físicos do solo (03/05/2013).

Na cultura do milho colhida para silagem de planta inteira (1ª época), as frações folhas e colmos + bainhas + pendão foram separadas, com o auxílio de uma tesoura de poda, além da separação manual da espiga, separando-se as frações de grãos, palha e sabugo, respectivamente. Posteriormente, as amostras de cada fração foram pesadas e colocadas em estufa de ventilação forçada a 65°C até massa constante para determinação da quantidade de cada fração, que somadas resultaram na produtividade de massa seca total de forragem (milho e capins) a ser ensilada. Por ocasião da colheita, com colhedora de forragem (modelo JF 90), o material foi picado em partículas médias de 0,025 m, armazenado e adequadamente compactado (600 kg m^{-3}) em baldes plásticos com capacidade para 15 kg de matéria verde com flanges de silicone adaptados nas tampas para permitir o escoamento de gases e areia para a recuperação do efluente.

Foram realizadas também medidas de perdas da silagem produzida. Estas medidas são de grande importância nas avaliações da qualidade de fermentação (padrão de fermentação) da forragem ensilada. As avaliações realizadas foram relacionadas às perdas totais de matéria seca, perdas por gases e perdas por efluentes. Essas medidas foram obtidas pela pesagem dos silos laboratoriais vazios e cheios, antes e após a ensilagem, e dos respectivos valores de matéria seca (JOBIN et al., 2007).

No momento da ensilagem do material, além da determinação da porcentagem de massa seca total, foram coletadas quatro amostras por tratamento a fim da determinação dos teores de proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), carboidratos solúveis e poder tampão determinados conforme metodologias descritas por Silva e Queiroz (2002) e Campos et al. (2004). Para tanto, as amostras foram secas em estufa a 65° até massa constante. Outras quatro amostras foram congeladas em sacos plásticos para posterior análise laboratorial.

No momento da abertura dos silos (28/03/2013 e 12/05/2013, respectivamente para planta inteira e grãos úmidos), foram retiradas quatro amostras para determinação do teor de matéria seca (MS), e outras quatro amostras foram congeladas em sacos plásticos para posterior análise laboratorial. Os teores de MS, proteína bruta (PB), cinzas, extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN) e ácido (FDA), hemicelulose (HEM), celulose (CEL), lignina (LIG), carboidratos solúveis, nitrogênio

insolúvel em detergente ácido (NIDA) e neutro (NIDN) e digestibilidade *in vitro* da MS foram determinados conforme metodologias descritas por Silva e Queiroz (2002) e Campos et al. (2004).

O nitrogênio amoniacal (N-NH₃) e o pH em potenciômetro digital foram determinados no suco das silagens obtidos por prensagem (ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS- AOAC, 1995). A estimativa dos teores de NDT foi realizada segundo metodologia contida no Nuclear Regulatory Commission-NRC (2001). As análises laboratoriais referentes à qualidade bromatológica do material antes e após a ensilagem foram realizadas no Laboratório de Bromatologia do Departamento de Biologia e Zootecnia da Faculdade de Engenharia-FE/UNESP/Campus de Ilha Solteira, segundo metodologia anteriormente descrita.

Após a colheita das plantas para ensilagem, foram coletados na área experimental, os colmos de milho remanescentes na área para determinação da massa seca total produzida por hectare. Para tanto utilizou-se o método do quadrado de metal (1 m²), cortando-se os colmos remanescentes a aproximadamente 0,05 m em relação à superfície do solo. Os colmos foram secos em estufa (65°C até massa constante), pesados, onde os resultados foram extrapolados em kg ha⁻¹. Foram determinados ainda nessas amostras, os teores de N, P, K, Ca, Mg e S conforme metodologia descrita por Malavolta et al. (1997). Após estas determinações, os teores nutricionais foram multiplicados pela produtividade de massa seca dos colmos remanescentes para obtenção das quantidades de nutrientes acumulados em kg ha⁻¹ que podem retornar ao solo pela reciclagem de nutrientes. Quanto às análises de teores de nutrientes na massa seca, as determinações foram efetuadas no Laboratório de Nutrição de Plantas do Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos da Faculdade de Engenharia-FE/UNESP/Campus de Ilha Solteira.

Após a colheita do material vegetal para confecção da silagem e determinação da produtividade de colmos remanescentes, foi realizada uma segunda coleta de solo para determinação dos atributos químicos e físicos do solo (03/05/2013). Para tanto, foram coletadas amostras em cinco pontos distintos dentro de cada unidade experimental, também de acordo com as metodologias descritas anteriormente na caracterização inicial do solo.

3.3 EXPERIMENTO II. CONDUÇÃO E AVALIAÇÃO DOS CAPINS XARAÉS E TANZÂNIA APÓS CONSÓRCIO COM MILHO.

3.3.1 Delineamento experimental.

Na área de condução dos consórcios, depois da ensilagem do milho e colheita de grãos, o experimento das forrageiras remanescentes foi avaliado em esquema fatorial $2 \times 2 \times 2$, ou seja, as duas espécies forrageiras (*Urochloa brizantha* cv. Xaraés e *Megathyrus maximum* cv. Tanzânia), advindas dos dois espaçamentos do milho antecessor (0,45 e 0,90 m), com (50 kg ha⁻¹ de N - ureia) ou sem adubação nitrogenada em cobertura, a cada ciclo de corte do outono/inverno (30 dias) para avaliação da produtividade de forragem, bem como dos teores de macronutrientes e composição bromatológica.

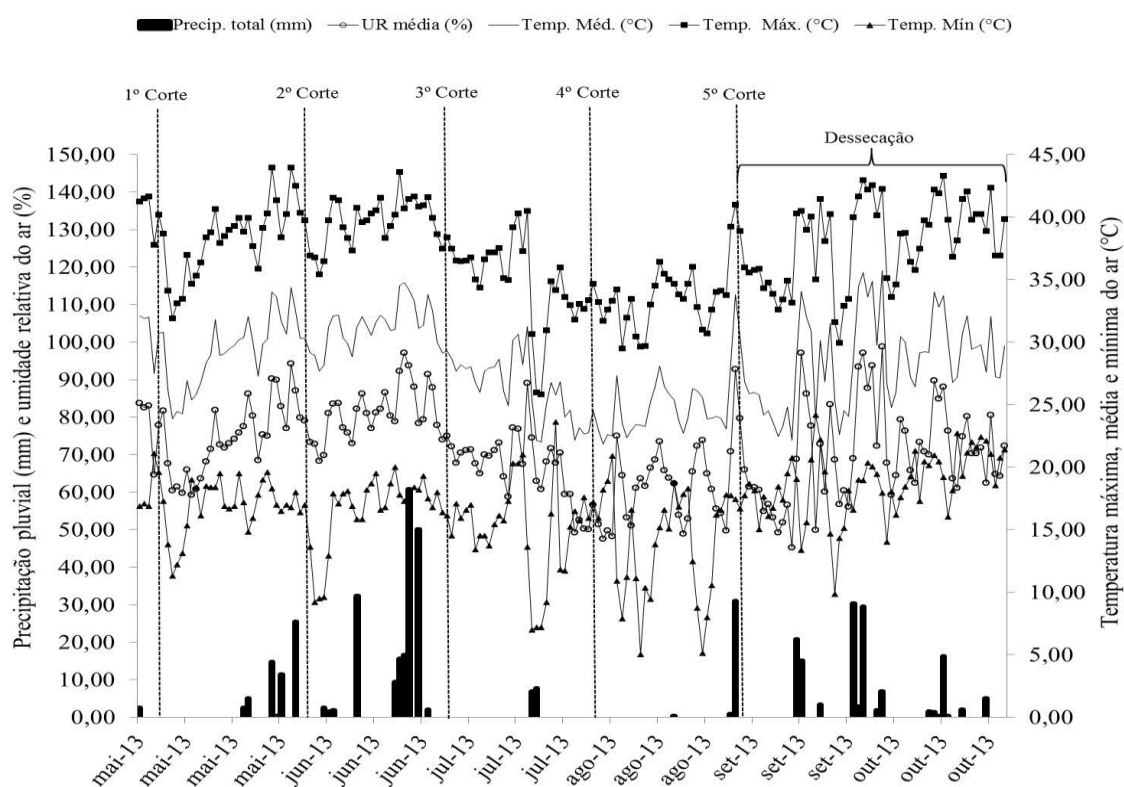
3.3.2 Condução e manejo de corte das forrageiras

Na Figura 2 constam os dados climáticos em decêndios referentes às temperaturas máxima, média, mínima, umidade relativa do ar e precipitação pluvial durante os cortes das forrageiras após a colheita do milho dos consórcios (maio a outubro de 2013). Na pastagem formada após os consórcios, as parcelas foram divididas em duas de mesmo tamanho, onde os tratamentos foram constituídos pela adubação com 50 kg ha⁻¹ de N (ureia) e pela ausência de adubação nitrogenada durante o manejo dos cortes, com o primeiro corte em 25/05/2013, para uniformizar a área, simulando período de vedação. Em seguida, foram efetuados os tratamentos com e sem adubação, com o total de 5 cortes até 25/09/2013. Após esses cortes e coleta de material vegetal para as análises, a área foi dessecada para o cultivo da soja em sucessão na palhada remanescente.

Durante os cortes foram realizadas as amostragens para determinação da produtividade de massa seca (kg ha⁻¹) onde foi coletado 1 m² das forragens em três pontos distintos com auxílio de um quadrado de metal. Depois de dois dias das coletas, os tratamentos foram adubados ou não com 50 kg ha⁻¹ de nitrogênio, com posterior irrigação para prevenir perdas de N por volatilização. Para tanto, os capins foram ceifados manualmente, a uma altura aproximada de 0,30 m em relação à superfície do

solo, que foi adotado como a altura de manejo da pastagem. No restante da área, foi realizada uma roçagem mecânica utilizando “Triton” com retirada do material da área com uso de ancinho enleirador. Esse manejo teve por objetivo estimular o perfilhamento e padronizar a idade fenológica dos capins, simulando um corte de homogeneização com remoção do material da área.

Figura 2- Dados climatológicos em decêndios durante os 5 cortes das forragens e antes da semeadura da soja em sucessão. Selvíria - MS (2013).



Fonte: Estação meteorológica do laboratório de irrigação e drenagem localizado na fazenda de extensão e pesquisa da Unesp-Ilha Solteira (2013).

3.3.3 Análises das forrageiras (composição nutricional e bromatológica) e químico-física do solo.

Em cada uma das amostragens (5 cortes), o material foi pesado e a amostra colocada em estufa de ventilação forçada de ar a 65°C até massa constante. Todas as amostras foram posteriormente moídas em moinho tipo “Willey” com peneira de malha de 1,0 mm e por meio de análises laboratoriais foram determinados os teores de PB, FDN, FDA, CEL, HEM e LIG, conforme metodologia descrita por Silva e Queiroz

(2002). A estimativa dos teores de NDT foi estimada pela equação $[NDT = 83,79 - (0,4171 \times FDN)]$ sugerida por Cappelle et al. (2001). Para a obtenção da digestibilidade da matéria seca (DMS) foi utilizada a equação $[DMS = 88,9 - (0,779 \times FDA)]$ proposta por (LINN; KUEHN, 1997). As análises laboratoriais foram realizadas no Laboratório de Bromatologia do Departamento de Biologia e Zootecnia da Faculdade de Engenharia-FE/UNESP/Campus de Ilha Solteira.

Após o último corte (25/09/2013), houve a dessecação e manejo das forrageiras com triturador horizontal de resíduos vegetais (Triton), onde foi coletado 1 m² em três pontos distintos dentro de cada unidade experimental com auxílio de um quadrado de metal, adotando-se como referência o corte rente à superfície do solo, para determinação da quantidade de palhada remanescente sobre o solo (estufa a 65°C até massa constante) extrapolando os resultados para kg ha⁻¹. Nestas amostras foram realizadas análises laboratoriais para determinação dos teores de N, P, K, Ca, Mg e S conforme metodologia descrita por Malavolta et al. (1997) e lignina conforme metodologia descrita por Silva e Queiroz (2002), para cálculo da relação lignina/N total.

Os teores de macronutrientes foram multiplicados pela quantidade de palha produzida por cada tratamento, extrapolando-se os resultados para kg ha⁻¹, resultando assim na quantidade de nutrientes deixados na superfície do solo após o corte das forrageiras. As análises dos teores nutricionais da massa seca das espécies forrageiras foram realizadas no Laboratório de Nutrição de Plantas do Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos da Faculdade de Engenharia-FE/UNESP/Campus de Ilha Solteira.

Após o último corte das forrageiras (25/09/2013), foi realizada uma nova coleta de solo para avaliação dos atributos químicos e físicos do solo. Para tanto, foram coletadas amostras em cinco pontos distintos dentro de cada unidade experimental, também de acordo com as metodologias descritas anteriormente na caracterização inicial do solo.

3.4 EXPERIMENTO III. SEMEADURA, CONDUÇÃO E AVALIAÇÃO DA SOJA EM SUCESSÃO.

3.4.1 Delineamento experimental.

Após a dessecação das forrageiras da área experimental, utilizando-se o herbicida Glyphosate ($1,44 \text{ kg ha}^{-1}$ do ingrediente ativo (i.a.)), com posterior manejo utilizando triturador horizontal de resíduos vegetais (Triton), visando a continuidade do sistema plantio direto, foi semeada a cultura da soja em sucessão. O delineamento experimental foi o mesmo do experimento das forrageiras remanescentes, ou seja, em esquema fatorial $2 \times 2 \times 2$, com as duas espécies forrageiras (*Urochloa brizantha* cv. Xaraés e *Megathyrsus maximum* cv. Tanzânia), advindas dos dois espaçamentos do milho antecessor (0,45 e 0,90 m), com (250 kg ha^{-1} de N acumulados dos 5 cortes) ou sem adubação nitrogenada. Na Figura 3 constam os dados climáticos em decêndios referentes às temperaturas máxima, média, mínima, umidade relativa do ar e precipitação pluvial durante a condução da cultura da soja em sucessão ao manejo das espécies forrageiras (outubro de 2013 a abril de 2014).

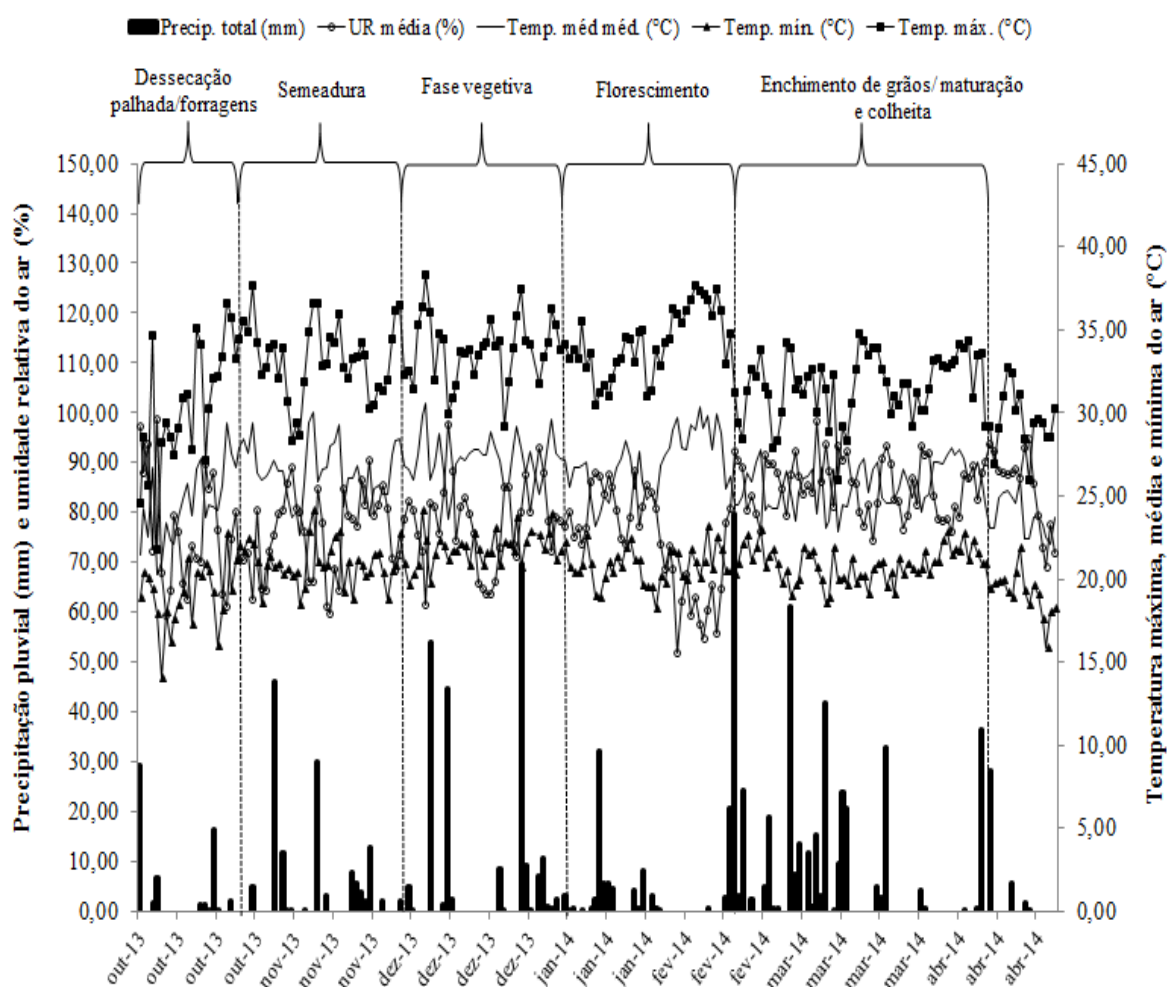
A cultura da soja, cultivar BRS Valiosa RR, foi semeada em 26/11/2013 com uma semeadora-adubadora de mecanismo sulcador do tipo haste (facão) para SPD, com espaçamento de 0,45 m e aproximadamente 25 sementes por metro de sulco (Figura 8). Com relação às avaliações da cultura, foram realizadas por ocasião do florescimento (R1), leituras indiretas do teor foliar de clorofila, utilizando-se clorofilômetro digital (CFL 1030 - Falker), equipamento portátil que permite medições instantâneas na folha por leituras ICF. As leituras foram feitas no terceiro trifólio completamente desenvolvido, a partir do ápice da planta, com uma média de 10 leituras por folíolo, em cinco plantas/parcela.

Foram realizadas também no estágio R1, determinações dos teores de macronutrientes foliares (N, P, K, Ca, Mg e S), onde foram coletados para tanto, uma média de 20 trifólios/parcela, aleatoriamente. As folhas foram submetidas à secagem em estufa de ventilação forçada à temperatura média de 65°C até atingir massa constante, e posteriormente moídas em moinho tipo Wiley para determinação dos teores nutricionais conforme metodologia descrita por Malavolta et al. (1997).

Na colheita (31/03/2014) foram avaliadas as características produtivas, os componentes da produção e produtividade de grãos da soja. Para tanto, foram coletadas as plantas contidas nas quatro linhas centrais com 4 m de comprimento de cada parcela (área útil), onde foi determinada a população de plantas, extrapolada para 1 ha. Também foram coletadas dez plantas aleatoriamente por unidade experimental e determinados a altura de inserção da primeira vagem, o número total de vagens por planta, o número

médio de grãos por viagem e a massa de 100 grãos (13% de base úmida). Para determinação da produtividade de grãos, todas as plantas da área útil da parcela foram colhidas, trilhadas mecanicamente, pesadas, e posteriormente calculada e extrapolada para kg ha^{-1} e corrigidos para o teor de 13% de umidade.

Figura 3- Dados climatológicos em decêndios durante a condução da soja após manejo da palhada. Selvíria - MS (2014).



Fonte: Estação meteorológica do laboratório de irrigação e drenagem localizado na fazenda de extensão e pesquisa da Unesp-Ilha Solteira (2014).

3.4.2 Avaliação dos teores de nutrientes e decomposição da matéria seca dos “Litter Bags”

Após o último corte das espécies forrageiras (25/09/2013 - anterior à semeadura da soja), quantidade proporcional de massa verde de cada unidade experimental foi acondicionada dentro de seis sacos de nylon (“Litter Bags”) de 0,06 m² (0,3 x 0,2 m), sendo esses depositados em contato direto com o solo da respectiva unidade experimental e coletados aos 30; 60; 90; 120; 150 e 180 dias após o manejo (DAM), a fim de avaliar a decomposição da palhada por meio do remanescente de massa seca no interior do “Litter Bag” (estufa a 65°C até massa constante) extrapolada para kg ha⁻¹. Para isso, foi coletada a massa fresca de dentro de cada um, onde o material foi limpo em peneira e determinada a massa seca (estufa a 65°C até massa constante). Nas amostras obtidas, foram realizadas análises laboratoriais dos teores de macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg e S) conforme metodologia descrita por Malavolta et al. (1997) e lignina conforme metodologia descrita por Silva e Queiroz (2002), para cálculo da relação lignina/N total. As análises de teores nutricionais na massa seca das espécies forrageiras foram realizadas no Laboratório de Nutrição de Plantas do Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos da Faculdade de Engenharia-FE/UNESP/Campus de Ilha Solteira.

O uso do “Litter Bag” ao invés do método do quadrado de metal, para avaliação do tempo de decomposição da palha, deveu-se ao fato da área estar sendo cultivada em SPD há aproximadamente 9 anos, onde no momento das avaliações poderia ocorrer contaminação das amostras com palha de cortes anteriores ao objeto de estudo. Após a coleta dos litter bags aos 180 DAM, foi realizada uma nova coleta de solo para avaliação dos atributos químicos e físicos do solo. Para tanto, foram coletadas amostras em cinco pontos distintos dentro de cada unidade experimental, também de acordo com as metodologias descritas anteriormente na caracterização inicial do solo.

3.5 EXPERIMENTO IV. AVALIAÇÕES DOS ATRIBUTOS QUÍMICOS E FÍSICOS DO SOLO EM CADA ETAPA DOS EXPERIMENTOS.

Após a colheita do material vegetal dos consórcios milho/forrageiras, para ensilagem (1ª e 2ª épocas), e na colheita de grãos (3ª época), foram coletadas amostras de solo, as quais foram destinadas para avaliação da fertilidade do solo (RAIJ et al., 2001) por parcela, nas camadas de 0 a 0,10 e 0,10 a 0,20 m. Para tanto, foram coletadas amostras em cinco pontos distintos dentro de cada unidade experimental, com um trado de rosca e foram efetuadas as análises no Laboratório de Fertilidade do Solo da FE/UNESP. A mesma metodologia foi adotada para coleta de solo e análises em mais dois momentos, após os 5 cortes das forrageiras, bem como após a colheita da soja.

Para a avaliação física do solo, nos mesmos 3 momentos de coleta para avaliação da fertilidade, foram tomados de forma aleatória em 5 pontos por parcela, medidas de resistência mecânica à penetração (RMP), com uso do penetrômetro de impacto (STOLF, 1991), efetuando-se o controle da leitura da resistência pela coleta da respectiva umidade gravimétrica do solo. Nestes mesmos pontos foram avaliados, a densidade e as porosidades do solo pelo método do anel volumétrico e da mesa de tensão (EMBRAPA, 1997), nas camadas de 0 - 0,10 e 0,10 - 0,20 m de profundidade, respectivamente.

Os teores de C no solo foram determinados em todos os tratamentos, também após a colheita do milho nos 3 momentos (1ª, 2ª e 3ª épocas), após os 5 cortes das espécies forrageiras e após a colheita da soja em sucessão. Para tanto, as amostras de solo foram secas ao ar, homogeneizadas, moídas, passadas em peneiras a 100 mesh e analisadas segundo metodologia de Raij et al. (2001). Os estoques de C foram calculados a partir dos valores de C e dos valores da densidade do solo coletadas nas parcelas, em 5 diferentes pontos, pelo método do anel volumétrico (EMBRAPA, 1997) e das camadas do solo (Equação 1) (BERNOUX et al., 1998).

$$E = Ds h C \quad (1),$$

em que E é o estoque de carbono do solo ($t \text{ ha}^{-1}$); Ds, a densidade do solo (kg dm^{-3}); h, a espessura da camada amostrada (cm); e C, o teor de carbono do solo (g dm^{-3}).

3.6 ANÁLISE DO DESEMPENHO ECONÔMICO DA ATIVIDADE ILP EM SPD

Foram utilizados para cálculo de custo, o custo operacional total (COT) de produção, com metodologia proposta por Montes et al. (2006), as quais foram

constituídos das somas das despesas diretas de custeio: operações realizadas, insumos (adubos, sementes, defensivos, etc.), mão-de-obra, maquinário e irrigação, denominada de custo operacional efetivo (COE). Para as despesas indiretas, como depreciações, encargos sociais e financeiros, foram considerados 5% do COE, resultando, portanto, no custo operacional total (COT), em que estes foram extrapolados para um hectare. Os dados apresentados neste estudo foram obtidos em área experimental, porém, para a determinação dos coeficientes econômicos, os dados coletados foram extrapolados para condições reais de campo de acordo com as práticas normalmente realizadas por produtores da região de Ilha Solteira-SP.

Os custos das operações mecanizadas foram obtidos do Agriannual (2013; 2014) e Anualpec (2013; 2014), ajustados aos valores médios que foram praticados na região, tais como: a mão-de-obra do tratorista, os gastos com combustíveis e lubrificantes, bem como a depreciação de máquinas e equipamentos. Os coeficientes técnicos e os valores unitários utilizados foram obtidos junto aos técnicos e produtores regionais que trabalham com essas culturas e apresentam nível tecnológico semelhante. Para as outras despesas, foram considerados os preços médios pagos na região em estudo, ajustados àqueles vigentes em lavouras comerciais em São Paulo para os anos agrícolas 2012/2013 e 2013/2014. Foram calculados em planilhas eletrônicas, de acordo com metodologia descrita por Santos et al. (2008b), a margem de contribuição (receita bruta com a venda dos grãos menos os custos operacionais) da produção da cultura do milho (produção de grãos) na safra 2012/2013 e da soja ao final do período experimental no sistema de ILP sob SPD na safra 2013/2014.

Como a pesquisa foi realizada em na área experimental da Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão não foram considerados e contabilizados os itens relacionados aos custos fixos da atividade, como remuneração da terra, pró-labore do produtor, além de juros de instalações, benfeitorias, máquinas e equipamentos.

3.7 ANÁLISE DOS RESULTADOS

A análise estatística dos atributos estudados foi realizada no Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos, pertencente à Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira (FE/UNESP). Os resultados foram submetidos à análise de variância pelo teste F ($P < 0,05$). Apenas os dados de decomposição da palhada, ao longo do período do

desenvolvimento da soja, foram ajustados por análise de regressão (polinômios ortogonais), adotando-se a equação com maior coeficiente de determinação (r^2) ($P < 0,05$). Os demais dados foram comparados pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do software SISVAR® (FERREIRA, 1999).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 EXPERIMENTO I

4.1.2 Componentes da produção e produtividade do milho em consórcio com forrageiras dos gêneros *Urochloa* e *Megathyrsus*.

Na Tabela 3 constam os valores médios de características de crescimento, componentes da produção e da produtividade de grãos de milho semeados nos espaçamentos de 0,45 e 0,90 metros em consórcio com as forrageiras dos gêneros *Urochloa* e *Megathyrsus*. Dentre os consórcios, constatou-se que o milho com capim-Xaraés, apresentou maior altura de plantas em relação ao consórcio com capim-Tanzânia, provavelmente, pelo fato de que o *Megathyrsus*, de hábito de crescimento mais ereto e vigoroso, apresentou maior competição com o milho, reduzindo a sua altura final.

No espaçamento de 0,90 m, as plantas de milho apresentaram também maior altura (ALTP) em relação aos de 0,45 m, fato este, pela ocorrência de uma maior competição entre e intraespecífica, o que determinou um maior estiolamento da planta, uma vez que posteriormente, a população final de plantas e a massa de 1000 grãos de milho, no espaçamento de 0,90 m, foram menores em relação ao menor espaçamento.

Em relação à altura de inserção da espiga (AIE), diâmetro basal de colmo (DBC), diâmetro da espiga (DE), comprimento da espiga (CE), número de grãos por espiga (NGE) e de fileiras de grãos por espiga (FE), não foram constatadas diferenças significativas entre os consórcios milho/forrageiras semeados nos espaçamentos de 0,45 e 0,90 m. De acordo com estudos conduzidos por Borghi e Crusciol (2007), a altura de inserção de espiga, também não foi influenciada pelos consórcios com *Urochloa* e *Megathyrsus* no espaçamento de 0,90 metros, demonstrando neste aspecto a homogeneidade do híbrido de milho utilizado no referido experimento, corroborando com os resultados do presente trabalho.

Tabela 3- Médias de altura da planta (ALTP), de inserção da espiga (AIE), diâmetro basal do colmo (DBC), da espiga (DE), comprimento da espiga (CE), número de fileiras de grãos por espigas (FE), número de grãos por espiga (NGE), massa de mil grãos (M1000), população final de plantas (POP) e produtividade de grãos por hectare (PROD) do milho em consórcio com forrageiras tropicais, em espaçamento de 0,45 e 0,90 metros entrelinhas. Selvíria-MS (2013).

Consórcio Milho/Forrageiras (CMF)	ALTP (m)	AIE (m)	DBC (mm)	DE (mm)	CE (cm)	FE (espiga)	NGE (espiga)	M1000 (g kg ⁻¹)	POP ¹ (ha ⁻¹)	PROD (kg ha ⁻¹)
	**	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Milho/capim-Xaraés (CMX)	2,42a	1,19	22,3	49,31	16,69	18,5	597	318	64.815	10.303
Milho/capim-Tanzânia (CMT)	2,38b	1,22	22,3	49,11	17,19	17,9	596	311	66.038	9.904
Espaçamento entrelinha (ESP)	**	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
0,45 metros	2,39b	1,20	22,4	49,00	16,82	18,2	595	316	66.197	10.347
0,90 metros	2,41a	1,21	22,2	49,50	17,02	18,3	599	314	65.716	9.860
	ANOVA (P>f)									
CMF	0,000	0,174	0,917	0,894	0,342	0,511	0,956	0,608	0,545	0,569
ESP	0,006	0,577	0,742	0,617	0,752	0,917	0,845	0,782	0,592	0,488
CMF x ESP	0,420	0,220	0,659	0,134	0,962	0,628	0,285	0,950	0,239	0,144
Repetição	0,398	0,645	0,496	0,197	0,141	0,702	0,530	0,275	0,120	0,875
DMS	0,01	0,04	1,45	2,20	1,72	1,9	44,8	25,5	1.973	1.524
Média geral	2,40	1,21	22,3	49,25	16,94	18,2	597	315	65.445	10.103
CV (%)	4,30	3,21	5,79	3,96	5,88	9,02	6,63	7,15	13,75	13,34

Médias seguidas por letras distintas nas colunas diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, onde: **, *, ns: (P<0,01), (P<0,05) e (P>0,05); **DMS**: Diferença mínima significativa; **CV (%)**: Coeficiente de variação. **CMF**: Consórcio milho forrageiras; **CMX**: Consórcio capim-Xaraés; **CMT**: Consórcio capim-Tanzânia; **ESP**: Espaçamento. POP¹: População em mil plantas por hectares. **Fonte**: Próprio Autor.

Em relação aos resultados constatados no tratamento milho com capim-Xaraés, estes diferem dos relatados por Tsunanuma (2004) que, trabalhando com *U. brizantha*, *U. decumbens* e *U. ruzizienses* semeadas nas entrelinhas, no mesmo dia da semeadura do milho, na época de adubação de cobertura do milho e na Testemunha sem consórcios, não notou diferença na altura de plantas para os tratamentos, mostrando a inexistência de competição pela presença das braquiárias, mesmo daquelas semeadas junto com o milho. Segundo Cobucci et al. (2001), não há competição do milho em consórcio devido à baixa taxa de desenvolvimento inicial das espécies de braquiárias estudadas, discordando dos resultados verificados para altura de plantas neste trabalho, principalmente para o capim-Tanzânia (Tabela 3).

Sobretudo, pode-se salientar que o diâmetro do colmo e altura de inserção da primeira espiga, não teve influência significativa dos tratamentos estudados, mesmo com coeficientes de variação baixos (PIMENTEL GOMES, 2000). Os baixos valores do coeficiente de variação (CV%) podem ser explicados pelo fato de que as variáveis avaliadas são fortemente relacionadas com características genéticas. Fato comentado por Rosolem (1995), quando afirmou que à medida que a planta se aproxima do estágio reprodutivo, se o ambiente for propício, a tendência é de todas as plantas se igualarem em crescimento, pois a conformação final da planta é determinada geneticamente.

Não foram observadas diferenças quanto ao número de grãos por espiga (NGE), massa de 1000 grãos (M1000), população final de plantas (POP) e produtividade de grãos (PROD). Embora não sendo significativos, obteve-se maior massa e produtividade de grãos nos consórcios milho com capim-Xaraés e no espaçamento de 0,45 m. Ressalta-se então, que mesmo o consórcio milho/capim-Xaraés a 0,45 m, ter proporcionado menor população final de plantas, houve uma compensação pela ocorrência de menor competição final entre plantas na linha de semeadura, assim como maior massa de 1000 grãos (318 g) e maior produtividade de grãos neste tratamento, com 10.303 kg ha⁻¹ (171 sacas ha⁻¹).

Estes resultados assemelham-se aos verificados por Kluthcouski et al. (2000) que relataram que a deposição das sementes das espécies forrageiras em maiores profundidades, permite o atraso da emergência, de maneira a diminuir a competição com a cultura produtora de grãos. Para o tratamento milho/capim-Tanzânia, o arranjo parece ter sido mais desfavorável na competição, pois pelo seu hábito de crescimento, as plantas do gênero *Megathyrsus*, tiveram um crescimento acelerado, competindo com o milho e diminuindo sua massa de 1000 grãos e produtividade.

Contrariamente aos resultados apresentados neste experimento, vários autores na mesma linha de pesquisa, em períodos diferentes, relataram perdas na produtividade de grãos em consórcios. Borghi e Crusciol (2007), trabalhando em dois espaçamentos, 0,45 e 0,90 metros de semeadura do milho e três modalidades de semeadura do capim Marandu, sendo na linha, na entrelinha e simultaneamente na linha e na entrelinha do milho, evidenciaram que no espaçamento de 0,45 m, o cultivo da forrageira simultaneamente na linha e na entrelinha do milho reduziu significativamente a produtividade de grãos, em virtude da grande competição entre as espécies, contudo em cultivo de sequeiro, enquanto que no presente trabalho foi irrigado.

Macedo e Zimmer (1990) verificaram a existência de efeito depressivo da *Urochloa brizantha* na produção do milho, principalmente quando a referida espécie foi semeada em época desfavorável ao cereal e diferem dos resultados encontrados por Duarte et al. (1995), Alvim et al. (1987) e Klutchouski e Aidar (2003), que verificaram que o consórcio de milho com braquiária, independente da época de semeadura utilizada, não interferiram na produtividade de grãos do milho. Portanto, os resultados mostram que, nas modalidades de consórcio onde as braquiárias são semeadas no mesmo dia do milho, principalmente na linha, pode haver a competição, resultando no menor no crescimento das plantas de milho em virtude do período crítico de prevenção à interferência (PCPI), que se caracteriza dos 15 aos 45 dias do ciclo da cultura, entretanto, poderá ou não haver reflexos na produtividade de grãos.

Ainda em relação ao capim-Tanzânia no consórcio com milho, Pariz et al. (2009) também observaram efeitos significativos sobre a produtividade de grãos, e que a consorciação com o capim-Mombaça (*Megathyrsus*) semeado simultaneamente com o milho reduziu o estande e o número de espigas por hectare, ocorrendo o mesmo efeito no presente estudo, sendo que a população final de plantas, mesmo não diferindo significativamente entre os consórcios e espaçamentos testados, apresentaram menor produtividade para este consórcio e menor produção no espaçamento de 0,90 metros.

No entanto, Pariz et al. (2009) relataram que, na média dos demais consórcios com espécies forrageiras (capim-Tanzânia, *Urochloa brizantha* e *ruzizensis*) e modos de semeadura (simultânea e na adubação de cobertura do milho), houve efeito sinérgico para produtividade de grãos de milho, quando comparado com o cultivo solteiro. Segundo Barducci et al. (2009), concordando com por Pariz et al. (2009), o cultivo simultâneo de milho com *Megathyrsus maximum* cv. Mombaça na semeadura

comprometeu a produtividade de grãos, e a melhor modalidade de consórcio em sistemas de produção, foi o milho cultivado simultaneamente com *Urochloa brizantha* cv. Marandu, o que corrobora com relação à consorciação na produtividade de grãos no presente experimento. Entretanto, em relação aos arranjos espaciais, segundo Borghi e Crusciol (2007), a redução do espaçamento entrelinhas de 0,90 m para 0,45 m não tem refletido em grandes incrementos de produtividade de grãos, sendo mais importante no consórcio a modalidade de cultivo, onde o cultivo consorciado da braquiária simultaneamente à semeadura do milho na linha + entrelinha acarreta em redução da produtividade de grãos, em função da maior competição entre as espécies.

No presente experimento, a semeadura na linha e entrelinha do consórcio milho/capim-Xaraés a 0,45 m, proporcionou maior produtividade de grãos, mesmo não sendo observada significância dos dados, com uma diferença de 8,1 sacas ha⁻¹ em relação ao consórcio com capim-Tanzânia, e 6,6 sacas ha⁻¹ do espaçamento de 0,45 m em relação ao de 0,90 m entrelinha. Porém, Borghi e Crusciol (2007) relataram ainda que, o agricultor pode fazer uso da consorciação na linha ou na entrelinha no momento da semeadura da cultura do milho. Essas modalidades podem proporcionar em alguns casos produtividades maiores que o cultivo tradicional (milho solteiro). Contudo, há vários resultados em diferentes modalidades de consórcio com diversas espécies forrageiras e produtoras de grãos.

Em algumas situações, pesquisadores relatam que a presença da forrageira não alterou a produtividade de grãos de milho, porém, em alguns casos, houve necessidade da aplicação de herbicidas (nicosulfuron) em subdoses para reduzir o crescimento inicial da forrageira, garantindo pleno desenvolvimento do milho e satisfatória produção de grãos, o que não foi necessário no presente trabalho.

4.1.3 Participação dos componentes da planta de milho e forrageiras em porcentagem na silagem de planta inteira, produção de massa verde (PMV) e seca (PMS).

Na Tabela 4 verifica-se que a participação da espiga foi maior em relação aos outros componentes, mas não foi verificado efeito significativo para os consórcios e para os espaçamentos de semeadura. Houve efeito significativo de maior porcentagem de folhas de milho na silagem do consórcio com capim-Xaraés, em relação ao capim-

Tanzânia, provavelmente pela maior senescência de folhas de milho, em virtude da maior competição com o capim-Tanzânia de crescimento mais ereto e vigoroso, fato este comprovado pela maior participação percentual desta forrageira na massa ensilada, em relação ao capim-Xaraés (Tabela 4). Os resultados assemelham-se aos descritos por Pariz (2010), que verificou maior competição dos capins do gênero *Megathyrus* em consórcio com milho, nas mesmas condições de solo e clima do presente trabalho.

Também na Tabela 4, pode-se verificar que não houve efeito significativo dos espaçamentos de semeadura sobre os componentes folhas, espiga e forrageiras na massa a ser ensilada, mas houve maior participação de colmos, panículas e brácteas da planta de milho (CPB) no espaçamento de 0,45 m, uma vez que nos consórcios milho/capins, a planta tem menor efeito de estiolamento, apresentando maior crescimento vegetativo. Assim, de acordo com Jaremtchuk et al. (2005), o número de espigas por planta é um componente importante na produtividade do milho. Além disso, a maior proporção de espigas no material a ser ensilado contribui para melhorar a qualidade da forragem e, portanto, da silagem, desde que não haja alta proporção de palha e sabugo, que podem reduzir o efeito da espiga na qualidade final do material ensilado.

Tabela 4- Porcentagem da participação de colmos, panículas e bainha (CPB), lâmina foliar, espiga e forragens advindos do consórcio milho com capim-Xaraés e capim-Tanzânia, na silagem de planta inteira. Selvíria-MS (2013).

Consórcio (CMF)	CPB	Lâmina foliar	Espiga	Forragens
	----- (%) -----			
	ns	*	ns	*
(CMX)	30,72	8,92a	46,61	13,75b
(CMT)	27,48	7,74b	43,05	21,73a
Espaçamento	*	ns	ns	ns
0,45 m	31,31a	8,21	44,47	16,01
0,90 m	26,80b	8,42	45,31	19,47
ANAVA (P<f)				
CMF	0,605	0,023	0,133	0,048
ESP	0,016	0,667	0,619	0,363
CMF x ESP	0,754	0,997	0,129	0,418
Repetição	0,021	0,252	0,178	0,079
Média	29,15	8,31	44,83	17,71
DMS	3,41	1,07	4,89	7,30
CV (%)	10,37	10,82	9,66	31,45

Médias seguidas por letras distintas nas colunas diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, onde: **, *, ns: (P<0,01), (P<0,05) e (P>0,05); **DMS**: Diferença mínima significativa; **CV (%)**: Coeficiente de variação, **(CMF)**: Consórcio milho forragens; **CMX**: Consórcio milho/capim-Xaraés; **CMT**: Consórcio milho/capim-Tanzânia; **ESP**: Espaçamento. **Fonte**: Próprio Autor.

Verificou-se elevada produtividade de massa seca total (PMSt) em ambas os consórcios para ensilagem de planta inteira, com efeito significativo para o consórcio com capim-Tanzânia (PMSf), pela sua significativa maior produção de matéria seca no consórcio com milho (Tabela 5), em relação ao capim-Xaraés. Como explicado anteriormente, estes maiores valores de PMSt do consórcio milho/capim-Tanzânia podem ser atribuídos ao maior porte desta espécie, com crescimento mais ereto e vigoroso apresentando maior volume e área foliar em relação ao capim-Xaraés.

Em relação ao espaçamento (Tabela 5), notou-se efeito significativo de maior PMSt e PMSf no espaçamento de 0,90 m do milho, pelo fato de que, embora não significativo para PMSm, houve maior crescimento das forrageiras estabelecidas nas entrelinhas, pois com maior espaço nas entrelinhas, há maior incidência de luz e menor competição por água e nutrientes, e, portanto, maior crescimento das forrageiras do consórcio.

Tabela 5- Produtividade de massa seca total a ser ensilada (milho + forrageiras) (PMSt), de massa seca das plantas de milho (PMSm), de massa seca das forrageiras (PMSf) e de massa verde total (PMVt), dos consórcios em espaçamento de 0,45 e 0,90 m para ensilagem. Selvíria (2013).

Consórcio (CMF)	PMSt	PMSm	PMSf	PMVt
	----- kg ha ⁻¹ -----			
	**	ns	*	*
(CMX)	41.538b	33.366	8.172b	79.061b
(CMT)	49.129a	33.460	15.730a	83.208a
Espaçamento (ESP)	*	ns	*	*
0,45 m	41.930b	33.221	8.709b	80.450b
0,90 m	49.245a	35.015	14.230a	86.110a
ANAVA (P<f)				
CMF	0,007	0,645	0,045	0,034
ESP	0,013	0,400	0,036	0,012
CMF x ESP	0,733	0,104	0,700	0,152
Repetição	0,861	0,206	0,418	0,223
Média	45.465	33.765	11.711	82.207
DMS	5.360	4.801	4.034	2.590
CV (%)	10,40	12,44	31,45	16,90

Médias seguidas por letras distintas nas colunas diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, onde: **, *, ns: (P<0,01), (P<0,05) e (P>0,05); **DMS**: Diferença mínima significativa; **CV (%)**: Coeficiente de variação, **(CMF)**: Consórcio milho forragens; **CMX**: Consórcio capim-Xaraés; **CMT**: Consórcio capim-Tanzânia; **ESP**: Espaçamento. **Fonte**: Próprio Autor.

As forrageiras do gênero *Megathyrsus*, embora em alguns casos, com competição inicial com o milho menor, pelo seu crescimento mais entouceirado e ereto, há no decorrer de seu desenvolvimento, maior produção de massa verde, podendo competir mais com o milho, e incrementar a produtividade de massa verde a ser ensilada, como aqui verificado (Tabelas 4 e 5).

Chioderoli (2010) trabalhando com três espécies de braquiárias (*Urochloa decumbens*, *U. brizantha* e *U. ruzizienses*) e três modalidades de consórcio com o milho observou que a produção de massa seca de palha total (milho + braquiárias) não apresentou diferenças significativas entre as espécies forrageiras, porém em relação às modalidades de semeadura ocorreu diferença significativa, sendo que o consórcio de milho + forrageira na entrelinha, na semeadura do milho, foi o que promoveu maior produção de massa seca de palha total quando comparado com valores obtidos no consórcio de milho com braquiária semeada na época de adubação de cobertura.

Contudo, o autor afirma que o milho consorciado com as forrageiras na entrelinha, embora com menor produção de massa seca de palha, tem efeito compensado pela maior quantidade de massa seca produzida pelas forrageiras, proporcionando uma maior cobertura do solo, fundamental para manutenção e longevidade do sistema plantio direto. No presente experimento as produtividades de matéria verde e seca (PMV e PMS) foram satisfatórias, com média de 82 e 45 t ha⁻¹, respectivamente, e, em função dos consórcios, foram constatados valores inferiores para participação de componentes da planta para ensilagem, sendo de 44,83% de espiga, 29,15% de colmo, panícula e brácteas, 17,71% de folhas e 8,31% de forrageiras. Deve-se salientar que, a planta de milho ideal para ensilagem deve apresentar, na base seca, de 20 a 23% de colmo, 12 a 16% de folhas e 64 a 65% de espigas, a fim de garantir qualidade ao volumoso (NUSSIO, 1992).

Na Tabela 6 estão os resultados médios das quantidades de colmos remanescentes na área experimental e os acúmulos de macronutrientes (kg ha⁻¹), advindos da colheita do milho para ensilagem de planta inteira, grãos úmidos e produtividade de grãos. Com uma altura de corte de 0,30 m em relação ao solo para todos os tratamentos, pode-se observar que no espaçamento de 0,45 m, a quantidade de colmos deixados na área foi maior que no espaçamento de 0,90 m. Isso se deve pelo fato de que em espaçamentos maiores, há maior estiolamento do colmo com redução do seu diâmetro basal, e conseqüentemente também, menor acúmulo de nutrientes.

No presente experimento, notou-se maiores teores de P, K e S em colmos no espaçamento de 0,45 m entrelinhas, propiciando maior reciclagem destes nutrientes na área. Plantas colhidas em altura mais elevada deixam uma maior quantidade de palhada residual no solo, para contribuir com o aumento da reciclagem de matéria orgânica no solo, garantindo condicionamento físico, e ainda no retorno de grandes quantidades de K que se concentra nos internódios inferiores da planta.

Tabela 6- Médias de quantidade de colmos remanescentes e acúmulos de N, P, K, Ca, Mg e S após a colheita dos consórcios de milho com capim-Xaraés e capim-Tanzânia. Selvíria-MS (2013).

Tratamento	Colmos	N	P	K	Ca	Mg	S
	kg ha ⁻¹						
	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Milho/capim-Xaraés	2.195	4,9	0,8	25,2	1,9	1,2	1,7
Milho/capim-Tanzânia	2.050	3,7	1,1	24,5	1,4	2,3	2,6
Espaçamento (m)	*	ns	*	*	ns	ns	ns
0,45	2.517a	5,9	1,5b	27,7a	2,7	1,0	1,1
0,90	2.013b	4,8	1,7a	23,5b	2,3	1,1	1,6
ANOVA (P>F)							
Tratamento	0,410	0,101	0,203	0,501	0,956	0,059	0,224
Espaçamento	0,000	0,000	0,000	0,000	0,502	0,610	0,000
Trat x Esp	0,756	0,902	0,691	0,133	0,193	0,917	0,443
Repetição	0,772	0,535	0,879	0,425	0,499	0,440	0,706
DMS	115	1,35	0,55	2,21	1,56	1,77	1,05
Média geral	2.193	4,82	1,27	26,23	2,08	1,40	1,78
CV (%)	19,38	30,86	35,96	27,85	38,07	30,02	37,26

Médias seguidas de letras distintas diferem entre si, pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. onde: **, *, ns: (P<0,01), (P<0,05) e (P>0,05); DMS: Diferença mínima significativa; CV (%): Coeficiente de variação.

Fonte: Próprio Autor.

Entretanto, dependendo da altura de colheita para ensilagem, pode-se incrementar a reciclagem dos nutrientes pelos colmos na área, principalmente do potássio (K), que não sendo estrutural, torna-se mais disponível na base do colmo (JAREMTCHUK et al., 2006), sendo nesse aspecto, requerido em grandes quantidades pelas espécies vegetais e sobretudo na cultura do milho. Este nutriente tem alta mobilidade na planta, em qualquer nível de concentração, seja dentro da célula, no tecido vegetal, no xilema e floema (MALAVOLTA, 1980), e, por isso o cátion K⁺ não é metabolizado na planta e forma ligações com complexos orgânicos de fácil reversibilidade, com abundância no citoplasma das células vegetais (MARSCHNER,

1995). A translocação de K nas plantas é facilitada pelo fato de mais de 80% deste estar presente nos tecidos vegetais em forma solúvel.

Plantas de milho em alturas mais elevadas no processo de colheita ou para ensilagem devem contribuir ainda para o aumento do teor de matéria orgânica no solo e retornar grandes quantidades de potássio (K) que se encontram nos internódios inferiores da planta (NUSSIO et al., 2001). Nos trabalhos de Jaremtchuk et al. (2006) demonstraram que com a elevação na altura de corte da silagem de milho de 0,20 para 0,40 m decresceu em média 19,1% a extração de K. Fica evidenciando então, a importância da ciclagem deste nutriente para o estabelecimento de um programa duradouro de exploração de áreas para produção de silagem além de elevar a forma trocável deste nutriente no solo (GARCIA et al., 2008).

A prática da elevação na altura de corte das plantas para ensilagem, pode retornar quantidades consideráveis dos nutrientes ao sistema, especificamente K, pelas propriedades e conformidades estruturais na planta, beneficiando os sistemas produtivos. Contudo, no presente experimento não foi verificado teores elevados dos nutrientes pelos colmos, mas nota-se que com a redução do espaçamento de 0,45 m, verificou-se maior quantidade de colmos por hectare (kg ha^{-1}) em relação ao espaçamento de 0,90 m, mesmo não havendo diferença significativa no diâmetro basal de colmo (DBC) (Tabela 1). Deve-se ao fato, que as características morfológicas deste híbrido utilizado no experimento, compensa uma maior quantidade de plantas na linha quando se aumenta o espaçamento, mantendo-se assim, os mesmos teores de nutrientes translocados aos colmos em espaçamento menor, onde há menor competição da planta na linha de semeadura.

4.1.4 Composição bromatológica do material vegetal antes de ser ensilado para produção de silagem de planta inteira (1ª época) e de grãos úmidos (2ª época)

Pode-se observar que a constituição bromatológica do material a ser ensilado, advindo da planta inteira de milho em consórcio com as forrageiras, apresentou diferença significativa apenas para teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e cinzas (CZ), com maiores valores no consórcio milho/capim-Tanzânia (Tabela 7). Estes maiores teores de MS do consórcio em questão podem ser atribuídos à maior percentagem da forrageira no material a ser ensilado (Tabela 4) e à maior PMSf (Tabela

5). Com destaque para a maior proporção de folhas do capim-Tanzânia, de hábito de crescimento entouceirado, que contribuiu para o aumento do teor de PB e conseqüentemente maior quantidade de nutrientes e, portanto, maior teor de cinzas.

Em relação aos espaçamentos de semeadura, houve maior teor de MS proporcionado pelo menor espaçamento (0,45 m) e maior teor de CZ no espaçamento de 0,90 m (Tabela 7). Nos demais atributos, fibra em detergente neutro e ácido (FDN e FDA), lignina (LIG), celulose (CEL), hemicelulose (HEM) e carboidratos solúveis (CHOs), não houve diferenças significativas (Tabela 7), fato este, provavelmente em função de um percentual de equilíbrio entre grãos de milho e folhas dos capins advindos da colheita na altura de 0,30 m.

De acordo com Van Soest (1994), o teor mínimo de PB em volumosos deve ser de 7%, ou seja, em todos os tratamentos (forrageiras e espaçamentos), os valores ficaram dentro da faixa dos teores considerados mínimos para o adequado funcionamento da microbiota do rúmen. De acordo com Keplin (1992), uma silagem para ser considerada de boa qualidade deve apresentar de 7,1 a 8% de PB. Entretanto, Viana et al. (2012), obtiveram valores médios de 6% de PB no momento da ensilagem do milho, valores estes próximos aos obtidos na presente pesquisa. Contudo, o baixo teor de PB, fator nutricional limitante ao desempenho animal, pode ser contornado com o fornecimento de uma fonte de nitrogênio no arraçamento animal (LAUERS, 2001).

No trabalho de Costa et al. (2013), estudando os efeitos do consórcio de milho com forrageiras tropicais e milho solteiro, foram observadas diferenças significativas para os teores PB, FDN, FDA, CEL, HEM e CHOs. Segundo os autores, os melhores resultados para PB foram proporcionados pelos tratamentos milho solteiro e em consórcio com capim-Tanzânia, semelhante aos verificados no presente trabalho.

Os teores de FDN e FDA estão de acordo com os indicados por Van Soest (1994) como adequados para o consumo animal, respectivamente abaixo de 60 e 40% (Tabela 7). Tais informações estão ainda de acordo com dados verificados por Villela et al. (2003), que avaliaram o valor nutritivo da silagem de milho oriundas de nove cultivares, obtendo valores médios de FDN e FDA de 45,66% e 27,05%, respectivamente, colhidos no ponto de maturidade fisiológica. Neste contexto, de acordo com Capelle et al. (2001), a fibra é a variável mais utilizada para se predizer o conteúdo de energia contida nos alimentos e as espécies forrageiras, que de maneira geral, contêm grande quantidade de fibra (FDN e FDA).

Tabela 7- Teores de matéria seca (MS%), poder tampão (PoT), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro e ácido (FDN e FDA), lignina (LIG), celulose (CEL), hemicelulose (HEM), carboidratos solúveis totais (CHOs) e cinzas (CZ) dos componentes bromatológicos antes da ensilagem de planta inteira (material verde) da 1ª época de colheita dos consórcios Milho/Forragens em espaçamentos de 0,45 e 0,90 m entrelinhas. Selvíria-MS (2013).

Consortio Milho/Forragens (CMF)	MS ⁽¹⁾	PoT ⁽¹⁾	PB	FDN	FDA	LIG	CEL	HEM	CHOs	CZ
	%		% MS ⁽²⁾							
	*	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	**
Milho/capim-Xaraés (CMX)	31,54b	16,77	7,33b	55,57	27,44	4,14	22,03	28,11	10,41	5,15b
Milho/capim-Tanzânia (CMT)	37,12a	20,54	8,25a	57,10	28,99	4,61	23,32	28,10	10,90	5,99a
Espaçamento entrelinha (ESP)	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	**
0,45 m	36,97a	16,08	8,01	55,84	29,01	4,57	23,27	28,80	10,47	5,18b
0,90 m	31,54b	21,22	7,59	57,81	27,43	4,19	22,06	27,41	10,83	5,96a
	ANOVA (P>f)									
CMF	0,042	0,223	0,003	0,452	0,187	0,114	0,199	0,996	0,241	0,011
ESP	0,045	0,108	0,109	0,165	0,179	0,187	0,221	0,201	0,373	0,001
CMF x ESP	0,231	0,065	0,123	0,842	0,853	0,785	0,842	0,560	0,206	0,103
Repetição	0,137	0,112	0,238	0,832	0,086	0,394	0,125	0,130	0,647	0,124
DMS	5,03	6,22	0,53	4,45	2,45	0,60	2,02	2,28	0,87	0,59
Média geral	34,33	18,65	7,79	56,33	28,22	4,34	22,67	28,15	10,69	5,57
CV (%)	15,20	29,07	6,01	6,99	7,71	12,19	8,12	7,19	7,26	9,43

Médias seguidas por letras distintas nas colunas diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, onde: **, *, ns: (P<0,01), (P<0,05) e (P>0,05); **DMS**: Diferença mínima significativa; **CV(%)**: Coeficiente de variação; **(1)**: Sobre a matéria seca original à 65 °C. **(2)**: Matéria seca à 105 °C. **Fonte**: Próprio Autor.

Ainda segundo Capelle et al. (2001), ocorre uma relação negativa entre o conteúdo de fibra e a disponibilidade de energia, pois a fibra é, normalmente, menos digestível que a fração não fibrosa. Conforme Silva e Queiroz (2002), a celulose representa a maior parte da FDA, enquanto que a hemicelulose integra a FDN e é calculada pela diferença entre FDN e FDA, sendo mais digerível que a celulose. Assim, torna-se interessante elevar o teor de hemicelulose e diminuir o de celulose, uma vez que, os ruminantes desdobram esses componentes por meio de sua flora bacteriana em ácidos graxos de cadeia curta (AGCC), principalmente acético, propiônico e butírico, os quais representam a maior fonte de energia quando a alimentação desses animais é a base de forragem.

A lignina também está associada à digestibilidade dos alimentos e o interesse no seu estudo na nutrição animal está relacionado ao fato de existirem fortes evidências de que os polissacarídeos da parede celular (celulose, hemicelulose e pectatos), quando isolados, apresentam maior degradação pelos microrganismos do rúmen ou por enzimas. Entretanto, a degradação destes polissacarídeos de composição da parede celular, é complexa e varia de acordo com o teor de lignina, a espécie e a idade da planta, e para Van Soest (1994), o teor de lignina de uma forrageira é o principal fator limitante da digestibilidade, em razão de incrustação dos polissacarídeos da parede celular, tornando-os menos acessíveis à ação de bactérias e alterando tanto a taxa quanto a extensão da digestão das forrageiras. Portanto, os teores dos componentes estruturais da parede celular (LIG e HEM) (Tabela 7), podem ser considerados baixos de acordo com Van Soest (1994), caracterizando um material mais digestível.

Em se tratando dos aspectos bromatológicos da qualidade do material a ser ensilado, em quase todos os estudos nessa área, ocorrem elevados teores na matéria seca (% MS) de FDN, FDA, LIG, CEL e HEM. Isso se explica pelas evidências relatadas de que as principais modificações morfofenológicas das forrageiras que crescem em ambiente de luminosidade reduzida, como pela presença do milho em consórcio, são o aumento do comprimento das folhas e a alongação de colmos na busca por luminosidade, principalmente quando consorciadas na mesma linha da cultura do milho. Assim, para suportar esses aumentos em tamanho, as plantas elevam a síntese de tecidos de suporte, como xilênquima e clorênquima, que são mais lignificados, aumentando seus teores fibrosos. No entanto, da mesma forma que Leonel et al. (2009a), verificou-se menores teores de lignina nos cultivos consorciados, o que sugere menor maturidade fisiológica

em relação à sementeira exclusiva, principalmente pela idade da planta forrageira no momento das avaliações (110 dias).

Em relação à composição bromatológica dos grãos úmidos antes de ensilar (Tabela 8), não foram verificados efeitos significativos dos tratamentos. Uma vez que os grãos foram colhidos no mesmo teor de umidade e do mesmo híbrido, portanto, era esperada a não variação bromatológica. O que ficou evidente foi o maior teor de PB e menor teor dos demais componentes os fibrosos, em comparação ao material da planta inteira (Tabela 7), evidenciando que há melhor qualidade bromatológica quando se utiliza os grãos como fonte nutricional aos animais. Este resultado é normal, pois a participação das forrageiras e mesmo os componentes da planta do milho como suas folhas, colmos, brácteas e palha da espiga, aumentam os teores de FDN, FDA, lignina e hemicelulose na MS. Independentemente da modalidade de consórcio testada (forrageiras e espaçamentos), todas foram viáveis em proporcionar grãos úmidos de boa qualidade, visando o uso na alimentação animal.

Quanto aos carboidratos solúveis, o teor inicial mínimo necessário para garantir intensa fermentação láctica, seria de 6 a 8% na MS (WOOLFORD, 1984). No presente trabalho, os valores obtidos para CHOs foram bem superiores aos relatados por este autor, portanto denotando um material a ser ensilado com provável fermentação láctica adequada, desde que haja boa compactação nos silos. Porém deve-se ter cuidado ao manusear somente o grão de milho como fonte de proteína para o animal, em função de suas características nutricionais e disponibilidade comercial, pois é o alimento mais utilizado na formulação de rações para bovinos e suínos, correspondendo a aproximadamente 75% do volume da ração. Além do mais, o processamento do grão de milho seco envolve custos adicionais com transporte, secagem e armazenamento. Assim, na silagem de grãos úmidos, o milho pode servir de substrato para fungos e insetos, alterando sua composição química e seu valor nutricional (LOPES et al., 1990).

Tabela 8- Teores de matéria seca (MS%), poder tampão (PoT), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro e ácido (FDN e FDA), lignina (LIG), celulose (CEL), hemicelulose (HEM), carboidratos solúveis totais (CHOs) e cinzas (CZ) dos grãos úmidos antes da ensilagem, da 2ª época de colheita dos consórcios Milho/Forragens, em espaçamentos de 0,45 e 0,90 m entrelinha. Selvíria-MS (2013).

Consórcio Milho/Forragens (CMF)	MS ⁽¹⁾	PoT ⁽¹⁾	PB	FDN	FDA	LIG	CEL	HEM	CHOs	CZ
	%					% MS ⁽²⁾				
	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Milho/capim-Xaraés (CMX)	20,41	25,09	11,90	21,19	5,59	1,00	4,18	15,55	22,29	26,62
Milho/capim-Tanzânia (CMT)	24,13	25,08	12,29	20,32	5,73	1,04	4,19	14,57	20,05	22,48
Espaçamento entrelinha (ESP)	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
0,45 m	22,40	25,10	12,14	20,61	5,57	1,00	4,02	15,03	17,62	24,84
0,90 m	21,12	25,07	12,05	20,90	5,77	1,03	4,36	15,12	24,72	24,26
	ANOVA (P>f)									
CMF	0,196	0,998	0,225	0,431	0,535	0,770	0,967	0,364	0,609	0,161
ESP	0,283	0,207	0,772	0,785	0,417	0,712	0,240	0,925	0,127	0,833
CMF x ESP	0,564	0,995	0,581	0,289	0,968	0,686	0,659	0,224	0,611	0,495
Repetição	0,644	0,553	0,576	0,430	0,142	0,273	0,104	0,630	0,334	0,142
DMS	1,63	3,36	0,68	2,39	0,55	0,29	0,62	2,12	9,56	6,13
Média geral	22,02	25,09	12,10	20,15	5,67	1,02	4,19	15,08	21,12	24,55
CV (%)	19,88	11,87	4,98	10,19	8,66	25,22	12,95	12,22	29,56	22,09

Médias seguidas por letras distintas nas colunas diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, onde: **, *, ns: (P<0,01), (P<0,05) e (P>0,05); **DMS**: Diferença mínima significativa; **CV (%)**: Coeficiente de variação. **(1)**: Sobre a matéria seca original à 65 °C. **(2)**: Matéria seca à 105 °C. Fonte: Próprio Autor.

4.1.5 Composição bromatológica da silagem de planta inteira (1ª época) e grãos úmidos (2ª época) após a abertura dos silos.

Em relação aos resultados das Tabelas 9 e 10, da silagem de planta inteira dos consórcios de milho com as forrageiras, após a abertura dos silos experimentais, pode-se observar que não houve diferença significativa dos tratamentos para o teor de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), lignina (LIG), celulose (CEL) e hemicelulose (HEM) por efeito dos consórcios. Houve diferenças significativas dos teores de extrato etéreo (EE), nutrientes digestíveis totais (NDT) e digestibilidade “in vitro” da matéria seca (D), evidenciando maiores valores no consórcio do milho com capim-Tanzânia.

Quanto aos espaçamentos de semeadura do milho, verificou-se diferenças significativas para PB, FDN, FDA, LIG, CEL, HEM, nitrogênio amoniacal (N-NH₃), extrato etéreo (EE) e NDT, sendo que o espaçamento de 0,45 m proporcionou maiores teores dos componentes estruturais, FDN, FDA, LIG, CEL e HEM. No entanto, novamente o consórcio do milho com capim-Tanzânia se destacou com maior teor de PB e EE, bem como menores teores de lignina. Tal resultado pode ser atribuído ao efeito de altura de colheita (0,30 m) e hábito entouceirado de crescimento, onde no momento do corte, houve uma maior participação de folhas em relação ao capim-Xaraés, com maior quantidade de colmos, mais ricos em fibras.

O teor de MS está relacionado às condições de fermentação do material e aos níveis de perdas no sistema; sendo considerados ideais para silagem de milho a faixa de 28 a 32% (McDONALD et al., 1991). Todos os tratamentos das silagens dos consórcios apresentaram teores de MS dentro da faixa considerada adequada e próxima aos obtidos em silagem de milho em cultivo exclusivo. Esses resultados foram inferiores aos citados por Possenti et al. (2005), que encontraram teores médios de 34,6% para silagem de milho, porém foram superiores aos obtidos por Lempp et al. (2000) que trabalharam com silagem de milho consorciado com soja e relataram valores de 22,3 a 23,7%.

Nos tratamentos, a redução da FDN do material ensilado em relação à forragem fresca (Tabela 8), deve-se à diminuição dos níveis de hemicelulose, pois segundo Mühlbach (2003), o teor de FDN de uma planta forrageira consolida-se como o componente bromatológico melhor relacionado com o seu potencial de ingestão pelo ruminante. Os teores de FDN na MS das silagens (Tabela 9) variaram de 42,74 a 46,94 %, em silagens do consórcio de milho com capim-Xaraés e capim-Tanzânia

respectivamente, e 48,81 % a 40,82 % em espaçamento de 0,45 e 0,90 m respectivamente, sendo esses resultados similares aos 47,59 a 48,81 % apresentados por Costa (2011) que trabalhou com milho exclusivo (MCE); consórcio milho e capim-braquiária (MB); consórcio milho, capim-braquiária e *Calopogonium muconoides* (MBC); consórcio milho, capim-braquiária e *Macrotyloma axillare* (MBM) e consórcio milho, capim-braquiária e *Stylozanthos captata* (MBS) e que foram semelhantes também aos relatados por Leonel et al. (2008a) com variação de 49,16 a 48,95%, em silagens do consórcio de milho com capim-braquiária. Valores superiores também foram constatados por Rodrigues et al. (2004) de 63,37 %, em silagens de milho inoculadas.

Houve significativa alteração do NDT do material ensilado em relação à forragem fresca (Tabelas 8 e 9), contudo, os valores de MS, não afetaram o nível de N-amoniacal. Segundo Muck (1988), a atividade bacteriana de degradação protéica está relacionada ao nível de MS, que foi tanto maior quanto menor for o mesmo. Ao todo variaram entre 6,4 e 11,9 % do N total, sendo que a faixa de 5 a 7 % é considerada normal em silagens com 30 a 40 % de MS, corroborando com os dados aqui analisados, com média de 31,05 % de MS (Tabela 8).

Em relação ao NDT, a determinação dessa variável por meio da digestibilidade de cada nutriente é dispendiosa. Assim, atualmente, tem sido utilizada a equação de Weiss (1992), também adotada pelo NRC (2001) para essa estimativa. Utilizando essa metodologia, Pina et al. (2006) estimaram NDT em 62,88% da MS de silagens de milho, Obeid et al. (2006) de 62,28 %, Rocha et al. (2006) de 62,65 % e Costa et al. (2005) de 62,5%, valores estes abaixo dos obtidos na presente pesquisa, conotando a qualidade do material ensilado, mesmo em consórcio com forrageiras tropicais.

Nas Tabelas 10 e 11 constam os teores percentuais dos componentes bromatológicos da silagem de grãos úmidos após a abertura dos silos. Não foram observadas diferenças significativas para PB, FDN, FDA, CEL, HEM, CZ, N-NH₃, CHOs, D, NDT e POT por efeito dos tratamentos.

Para o extrato etéreo (EE), houve diferença significativa para o consórcio milho/capim-Tanzânia e também houve diferença para o espaçamento de 0,90 m entrelinhas. Quando se comparam os atributos bromatológicos das duas silagens (grãos úmidos e planta inteira), nota-se maior teor de PB, NDT e D na silagem de grãos e menor de FDN, FDA, LIG, CEL e HEM comparada à silagem de planta inteira. A tendência é acompanhada em relação aos teores antes de ensilar o material (Tabelas 7).

Tabela 9- Teores de matéria seca (MS %), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro e ácido (FDN e FDA), lignina (LIG), celulose (CEL), hemicelulose (HEM) e cinzas (CZ) das silagens de planta inteira de milho em consórcios com as forrageiras, semeadas nos espaçamentos de 0,45 e 0,90 m entrelinhas. Selvíria-MS (2013).

Consórcio Milho/Forragens (CMF)	MS ⁽¹⁾	PB	FDN	FDA	LIG	CEL	HEM	CZ
	%				% MS ⁽²⁾			
	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Milho/capim-Xaraés (CMX)	31,48	8,61	42,74	19,60	2,30	16,15	25,24	4,75b
Milho/capim-Tanzânia (CMT)	30,62	8,90	46,94	21,36	2,67	17,44	27,52	5,83a
Espaçamento entrelinha (ESP)	ns	**	*	*	*	*	**	ns
0,45 m	29,93	8,35b	48,81a	22,43a	2,83a	18,42a	29,17a	5,57a
0,90 m	32,18	8,98a	40,82b	18,53b	2,14b	15,18b	23,49b	5,01b
ANAVA (P>f)								
CMF	0,556	0,456	0,185	0,286	0,104	0,355	0,165	0,027
ESP	0,146	0,001	0,022	0,033	0,007	0,037	0,005	0,202
CMF x ESP	0,163	0,079	0,231	0,122	0,054	0,150	0,517	0,047
Repetição	0,573	0,162	0,909	0,860	0,984	0,909	0,832	0,020
DMS	3,20	0,28	6,62	3,51	0,45	2,99	3,56	0,53
Média geral	31,05	8,66	44,84	20,48	2,49	16,80	26,33	5,92
CV (%)	9,12	2,93	6,62	15,17	16,30	15,77	11,97	15,55

Médias seguidas por letras distintas nas colunas diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, onde: **, *, ns: (P<0,01), (P<0,05) e (P>0,05); **DMS**: Diferença mínima significativa; **CV (%)**: Coeficiente de variação. **(1)**: Sobre a matéria seca original à 65 °C. **(2)**: Matéria seca à 105 °C. **Fonte**: Próprio Autor.

Tabela 10- Poder tampão (PoT), teor de umidade (U%), teores de nitrogênio insolúvel em detergente ácido e neutro (NIDA e NIDIN), nitrogênio amoniacal (N-NH₃ em N total), extrato etéreo (EE), carboidratos solúveis totais (CHOs), nutrientes digestíveis totais (NDT), e digestibilidade “in vitro” (D) das silagens de planta inteira de milho em consórcios com as forrageiras, nos espaçamentos de 0,45 e 0,90 m entrelinhas. Selvíria-MS (2013).

	PoT ⁽¹⁾	U% ⁽¹⁾	NIDA	NIDIN	N-NH ₃ ^{Nt}	EE % MS ⁽²⁾	CHOs	NDT	D
Consórcio Milho/Forragens (CMF)	ns	ns	ns	ns	ns	**	ns	*	*
Milho/capim-Xaraés (CMX)	24,11	31,48	0,84	0,86	7,02	3,95b	8,46	74,28b	67,07b
Milho/capim-Tanzânia (CMT)	24,90	30,62	0,86	0,90	6,94	5,22a	8,62	76,36a	70,90a
Espaçamento entrelinha (ESP)	ns	ns	ns	ns	*	**	ns	*	ns
0,45 m	24,80	29,93	0,84	0,74	7,42a	4,28b	8,55	74,10b	69,60
0,90 m	24,22	32,18	0,86	0,93	6,54b	5,22a	8,53	76,54a	69,37
ANOVA (P>f)									
CMF	0,643	0,556	0,705	0,482	0,811	0,000	0,816	0,020	0,020
ESP	0,733	0,146	0,625	0,050	0,023	0,000	0,988	0,009	0,205
CMF x ESP	0,488	0,163	0,420	0,143	0,585	0,100	0,301	0,133	0,391
Repetição	0,727	0,573	0,186	0,434	0,438	0,680	0,572	0,224	0,761
DMS	3,70	3,20	0,08	0,18	0,72	0,75	1,92	1,68	2,03
Média geral	24,51	31,05	0,85	0,83	6,98	4,59	8,54	75,32	69,31
CV (%)	13,38	9,12	9,02	20,01	9,18	11,93	19,89	1,98	2,61

Médias seguidas por letras distintas nas colunas diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, onde: **, *, ns: (P<0,01), (P<0,05) e (P>0,05); **DMS**: Diferença mínima significativa; **CV(%)**: Coeficiente de variação. **(1)**: Sobre a matéria seca original à 65 °C. **(2)**: Matéria seca à 105 °C. Nt: N total. **Fonte**: Próprio Autor.

Tabela 11- Teores de umidade (U%), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro e ácido (FDN e FDA), lignina (LIG), celulose (CEL), hemicelulose (HEM) e cinzas (CZ) da silagem de grãos úmidos (2ª época de colheita) dos consórcios Milho/FORAGEIRAS, em 0,45 e 0,90 m entrelinhas. Selvíria-MS (2013).

Consórcio Milho/Forrageiras (CMF)	U ⁽¹⁾	PB	FDN	FDA	LIG	CEL	HEM	CZ
	%				% MS ⁽²⁾			
	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Milho/capim-Xaraés (CMX)	24,40	10,45	18,93	4,00	0,34	2,95	16,48	2,58
Milho/capim-Tanzânia (CMT)	22,98	10,50	18,63	4,09	0,45	2,96	15,65	2,94
Espaçamento entrelinha (ESP)	*	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns
0,45 m	21,32b	10,68	20,11	4,34	0,51a	3,14	17,30	2,82
0,90 m	26,06a	10,27	17,93	3,75	0,28b	2,77	14,83	2,90
ANOVA (P>F)								
CMF	0,094	0,887	0,803	0,782	0,163	0,942	0,506	0,286
ESP	0,000	0,277	0,066	0,079	0,016	0,091	0,071	0,710
CMF x ESP	0,122	0,134	0,154	0,172	0,098	0,152	0,230	0,365
Repetição	0,041	0,991	0,462	0,269	0,490	0,103	0,722	0,049
DMS	1,72	0,80	2,91	0,66	0,17	0,45	2,75	0,72
Média geral	23,69	10,47	18,71	4,04	0,39	2,96	16,06	2,76
CV (%)	6,44	6,75	13,13	14,53	28,53	13,92	15,08	23,11

Médias seguidas por letras distintas nas colunas diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, onde: **, *, ns: (P<0,01), (P<0,05) e (P>0,05); **DMS**: Diferença mínima significativa; **CV (%)**: Coeficiente de variação. **(1)**: Sobre a matéria seca original à 65 °C. **(2)**: Matéria seca à 105 °C. **Fonte**: Próprio Autor.

Tabela 12 - Médias de poder tampão (PoT), teores de umidade (U%), nitrogênio insolúvel em detergente ácido e neutro (NIDA e NIDIN), nitrogênio amoniacal (N-NH₃), extrato etéreo (EE), carboidratos solúveis totais (CHOs), nutrientes digestíveis totais (NDT), e digestibilidade “in vitro” (D) de silagem de grãos úmidos dos consórcios Milho/Forrageiras, em 0,45 e 0,90 m entrelinhas. Selvíria-MS (2013).

	PoT ⁽¹⁾	U% ⁽¹⁾	NIDA	NIDIN	N-NH ₃ ^{Nt}	EE	CHOs	NDT	D
Consórcio Milho/Forragens (CMF)						% MS ⁽²⁾			
	ns	ns	ns	ns	ns	**	ns	ns	ns
Milho/capim-Xaraés (CMX)	19,23	24,40	1,57	9,29	5,32	5,99b	4,92	84,32	79,50
Milho/capim-Tanzânia (CMT)	19,00	22,98	1,48	10,02	5,78	7,81a	5,11	84,63	80,32
Espaçamento entrelinha (ESP)	*	*	ns	ns	ns	**	ns	ns	ns
0,45 m	21,22a	21,32b	1,42	10,14	6,06	5,86b	5,35	83,43	78,46
0,90 m	17,00b	26,06a	1,52	9,17	5,04	7,94a	4,68	84,56	80,32
ANOVA (P>F)									
CMF	0,820	0,094	0,541	0,272	0,313	0,000	0,672	0,302	0,606
ESP	0,002	0,000	0,371	0,159	0,042	0,000	0,167	0,112	0,091
CMF x ESP	0,131	0,122	0,824	0,121	0,747	0,100	0,137	0,119	0,256
Repetição	0,152	0,041	0,111	0,148	0,186	0,521	0,136	0,207	0,658
DMS	2,41	1,72	0,11	1,43	0,97	1,18	1,01	1,41	3,44
Média geral	19,11	23,69	1,45	9,66	5,50	6,40	5,10	84,23	79,90
CV (%)	20,34	6,44	6,56	13,09	15,57	11,15	17,90	1,49	3,44

Médias seguidas por letras distintas nas colunas diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, onde: **, *, ns: (P<0,01), (P<0,05) e (P>0,05); **DMS**: Diferença mínima significativa; **CV (%)**: Coeficiente de variação. **(1)**: Sobre a matéria seca original à 65 °C. **(2)**: Matéria seca à 105 °C. **Fonte**: Próprio Autor.

Deve-se salientar que, na silagem de grãos úmidos, o maior teor de umidade dos grãos favorece a fermentação no interior do silo, resultando em maior solubilização dos nutrientes e em aumento da susceptibilidade do amido à hidrólise enzimática, causando melhoria na eficiência alimentar dos animais e na síntese de proteína microbiana (SIMAS, 1997), a qual aumenta linearmente com o uso de grãos úmidos em relação aos grãos secos triturados, segundo relatos de Hibberd et al. (1985) e Streeter et al. (1989). No presente trabalho, antes da ensilagem de grãos, o material passou por uma prensagem para quebrar os grãos e favorecer o processo de ensilagem, para melhor qualidade fermentativa no interior dos silos.

Os resultados verificados neste experimento são semelhantes aos registrados por Phillip e Fellner (1992), que obtiveram 10,01% de PB em uma silagem de espigas de milho com 73% de MS, e Wardynski et al. (1993) que obtiveram 9,03% de PB em uma silagem de grãos úmidos de milho com 76,8% de MS. Em relação ao nitrogênio amoniacal, de acordo com os resultados obtidos entre os consórcios e as forrageiras na 1ª época (silagem de planta inteira – Tabela 10) e na 2ª época de (silagem de grãos úmidos – Tabela 12), pode-se considerar que estas apresentaram excelentes valores para N-NH₃/NT. De acordo Benacchio (1965), silagens com concentrações menores que 10% são classificadas como de muito boa qualidade. Essa concentração é considerada adequada em ambas as silagens, quando varia de 10 a 15% da matéria seca; aceitável quando varia de 15 a 20% e insatisfatória quando é superior a 20%. Segundo Kung Junir e Shaver (2001), o valor ideal para silagens de milho com teor de matéria seca entre 30 e 40% seria de 5 a 7% de NH₃/NT em porcentagem da matéria seca, valores estes semelhantes aos verificados no presente trabalho.

Nas avaliações das porcentagens de NIDN e NIDA das silagens de planta inteira dos consórcios com as forrageiras e de grãos úmidos produzidas no presente trabalho, estas apresentaram-se adequadas, com valores próximos aos verificados por Velho et al. (2007), Oliveira et al. (2010) e Viana et al. (2012), avaliando diferentes híbridos de milho para silagem. Assim, as silagens produzidas na presente pesquisa, apresentaram teores satisfatórios de NIDN e NIDA, sendo adequadas para consumo animal. Estes atributos relacionam-se à parte nitrogenada indigestível, que associa a proteína à lignina, complexos tanino-proteína e produtos oriundos da reação de Maillard, altamente resistentes às enzimas microbianas e indigestíveis ao longo do trato gastrointestinal (LICITRA et al., 1996).

4.1.6 Composição bromatológica e nutricional das forrageiras advindas dos consórcios com milho após a 1ª (silagem de planta inteira), 2ª (silagem de grãos úmidos) e 3ª (produtividade de grãos) épocas de colheita.

Em relação à constituição bromatológica das forrageiras, após a colheita do milho nos diferentes momentos (planta inteira, grãos úmidos e grãos secos), não foram verificadas diferenças significativas por efeito dos consórcios e pelos espaçamentos de semeadura do milho. Houve apenas diferença para % de MS e HEM em relação às épocas, sendo os menores valores nos capins remanescentes da 3ª época (Tabela 13), pois permaneceram em competição com o milho por mais tempo. No entanto, nesta mesma época apresentaram menores teores de PB, FDN, FDA, CEL, HEM e CZ, em relação ao material colhido na 1ª e 2ª épocas, uma vez que os capins estavam em idade mais avançada na 3ª época.

Nas épocas de colheita do milho, como foram relativamente em períodos próximos (em média de 15, da 1ª - silagem de planta inteira, para a 3ª - grãos secos de milho), houve pequena variação bromatológica dos capins remanescentes. Demonstrando que, com uma altura de corte de 0,30 m, as forrageiras foram niveladas quanto à altura, mas quanto à idade, todas estavam com períodos acima de 100 dias após a semeadura dos consórcios. Contudo com teores adequados de PB e fibras para uso (Van SOEST, 1994), demonstrando a viabilidade de uso das forrageiras após consórcio com milho para a alimentação de ruminantes.

Sobre os valores dos teores de nutrientes das forrageiras remanescentes após as colheitas para ensilagem e de grãos (Tabela 14), segundo Werner et al. (1997) ficaram dentro da faixa adequada. Resultado interessante, pois mesmo em idades avançadas (mais de 100 dias), provavelmente, após o pico de acúmulo de nutrientes na MS, os capins mantiveram os teores minerais adequados, sendo estes evidenciados pelos teores de CZ (1ª época) oferecendo alimentação animal com maiores teores para uso em pastejo ou fornecimento no cocho. Os teores nutricionais de forrageiras são de grande importância, pois podem baratear os custos de alimentação animal, uma vez que plantas bem nutridas podem ser convertidas, após digestibilidade do alimento no aparelho digestório animal em proteína animal.

Tabela 13- Percentuais de matéria seca (% MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro e ácido (FDN e FDA), celulose (CEL), lignina (LIG), hemicelulose (HEM) e nutrientes digestíveis totais (NDT) das forrageiras remanescentes da 1ª, 2ª e 3ª épocas de colheita do milho consorciado, em espaçamentos de 0,45 e 0,90 m. Selvíria-MS (2013).

	MS% ⁽¹⁾	PB	FDN	FDA	CEL	LIG	HEM	NDT	CZ
Forragens remanescente (FRM)	% MS ⁽²⁾								
	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*
Capim-Xaraés (XAR)	24,81	14,53	61,25	34,56	61,56	2,31	29,61	57,69	2,07b
Capim-Tanzânia (TAN)	26,01	15,57	62,56	33,75	60,34	4,55	31,39	58,28	3,01a
Espaçamento entrelinha (ESP)	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*
0,45 m	25,32	13,70	62,25	33,56	59,79	2,29	29,27	57,81	2,91b
0,90 m	25,44	16,31	61,52	34,82	62,16	4,47	31,86	58,12	3,58a
Época (EPO)	*	ns	ns	ns	ns	ns	*	ns	*
1ª	17,13c	16,99a	65,64	34,48	61,48	2,41	31,97a	56,40	3,74a
2ª	25,54b	13,22b	60,02	34,95	61,48	2,41	32,38a	58,75	2,59b
3ª	33,48a	14,80b	60,03	33,14	59,97	5,32	27,34b	58,75	2,06b
DMS ⁽³⁾	2,39	3,97	6,24	4,95	4,24	5,47	4,77	2,69	1,09
ANOVA (P<f)									
FRM	0,142	0,620	0,501	0,640	0,396	0,227	0,302	0,515	0,032
ESP	0,884	0,190	0,727	0,449	0,103	0,240	0,112	0,736	0,011
EPO	0,001	0,291	0,060	0,653	0,611	0,335	0,030	0,060	0,020
FRM x ESP	0,059	0,299	0,144	0,412	0,469	0,225	0,105	0,144	0,442
FRM x EPO	0,601	0,263	0,903	0,682	0,914	0,215	0,768	0,908	0,993
EPO x ESP	0,140	0,430	0,295	0,960	0,909	0,284	0,035	0,297	0,230
FRM x ESP x EPO	0,121	0,115	0,291	0,447	0,837	0,071	0,153	0,292	0,988
Repetição	0,487	0,281	0,808	0,416	0,436	0,366	0,786	0,801	0,055
DMS	1,62	5,86	4,23	3,36	2,88	3,71	3,23	1,82	0,55
Média geral	25,38	15,19	61,89	34,19	60,98	3,38	30,56	57,97	2,29
CV (%)	10,98	19,88	11,67	16,77	8,06	28,06	18,06	5,35	13,2

Médias seguidas por letras distintas nas colunas diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, onde: **, *, ns: (P<0,01), (P<0,05) e (P>0,05); **DMS**: Diferença mínima significativa; **CV (%)**: Coeficiente de variação. **(1)**: Matéria seca original à 65 °C. **(2)**: Matéria seca a 105 °C. **(3)**: Diferença mínima significativa em relação a Épocas.

Fonte: Próprio Autor.

Tabela 14 - Teores de macronutrientes das forrageiras remanescentes da 1ª, 2ª e 3ª épocas de colheita do milho em consórcio com forrageiras, em espaçamentos de 0,45 e 0,90 m entrelinhas. Selvíria-MS (2013).

Forragens remanescentes (FRM)	g kg ⁻¹					
	N	P	K	Ca	Mg	S
ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Capim-Xaraés (XAR)	21,34	3,60	32,80	4,56	4,57	1,67
Capim-Tanzânia (TAN)	20,10	3,41	33,81	4,42	4,58	1,56
Espaçamento entrelinha (ESP)	ns	ns	ns	**	**	**
0,45 m	20,62	3,57	34,37	4,17b	4,17b	1,53b
0,90 m	20,87	3,50	32,29	4,90a	4,97a	1,65a
Época (EPO)	ns	*	ns	ns	ns	*
1ª	21,88	3,29b	33,90	4,38	4,70	1,51b
2ª	19,55	3,76a	32,81	4,47	4,37	1,57a
3ª	20,80	3,56a	33,12	4,63	4,65	1,68a
DMS ⁽¹⁾	3,04	0,43	3,05	0,81	0,68	0,13
	ANOVA			(P>f)		
FRM	0,280	0,348	0,331	0,612	0,945	0,227
ESP	0,826	0,649	0,860	0,002	0,001	0,006
EPO	0,520	0,039	0,668	0,757	0,464	0,014
FRM x ESP	0,258	0,127	0,997	0,127	0,650	0,606
FRM x EPO	0,890	0,863	0,706	0,233	0,474	0,801
EPO x ESP	0,778	0,331	0,534	0,436	0,125	0,157
FRM x ESP x EPO	0,917	0,473	0,061	0,440	0,635	0,154
Repetição	0,622	0,523	0,822	0,240	0,432	0,276
DMS	2,30	0,29	2,07	0,54	0,46	0,09
Média geral	20,74	3,60	33,26	4,49	4,57	1,58
CV (%)	18,9	14,22	10,59	20,76	17,27	9,76

Médias seguidas por letras distintas nas colunas diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, onde: **, *, ns: (P<0,01), (P<0,05) e (P>0,05); **DMS**: Diferença mínima significativa; **CV (%)**: Coeficiente de variação. **(1)**: Diferença mínima significativa em relação à Épocas. **Fonte**: Próprio Autor.

Analisando-se a Tabela 14, com o aumento do espaçamento entrelinhas (de 0,45 para 0,90 m) houve menor competição entre o milho e as forrageiras, conseqüentemente com incremento significativo dos teores de cálcio, magnésio e enxofre nos capins. Por efeito de épocas de colheita do milho, nota-se que os teores de fósforo e enxofre aumentaram significativamente da primeira para as 2ª e 3ª épocas, resultado este atribuído à um provável efeito concentração pela menor produção de MS das forrageiras em competição por maior tempo com o milho.

4.1.7 Avaliação das perdas por efluentes das silagens da 1ª época (planta inteira) e 2ª época (grãos úmidos).

Durante o processo de fermentação das silagens, ocorrem ainda perdas pela formação de efluentes e produção de gases, as quais são determinadas por diferenças de massas. Tais parâmetros são utilizados para caracterização de uma boa silagem. Neste sentido, verificou-se que não houve diferenças significativas para as perdas que ocorrem durante o processo de ensilagem tanto na 1ª quanto na 2ª época de ensilagem, em função dos consórcios com capim-Xaraés e capim-Tanzânia em espaçamentos de 0,45 e 0,90 m (Tabela 15 e 16).

Portanto, ficou demonstrada que a compactação na ensilagem foi apropriada, assim como a vedação dos silos experimentais. As mudanças e/ou perdas durante a ensilagem são influenciadas ainda pelas características da planta forrageira e estão também associadas às práticas de manejo e colheita. Desta forma, existem diversos fatores que podem influenciar no processo fermentativo das silagens, afetando conseqüentemente a qualidade do material ensilado, tais como as diferenças entre genótipos (MITTELMANN et al., 2005; RUIZ et al., 2009), composição química e estágio de maturação da planta (VILELA et al., 2008), tempo de exposição ao ar antes da ensilagem (VELHO et al., 2007), tempo de exposição ao ar após a desensilagem (SCHOCKEN-ITURRINO et al., 2005), prática do emurchecimento (CASTRO et al., 2006), densidade de compactação (VELHO et al., 2007), uso de inoculantes enzimo-bacterianos (ROCHA et al., 2006), entre outros.

Durante o processo de ensilagem, para a obtenção de fermentação adequada é fundamental que exista a condição de anaerobiose no interior do silo, o que depende efetivamente, da alta compactação do material no seu interior. A facilidade de

compactação do material é dependente do teor de matéria seca do material vegetal, bem como do tamanho das partículas no momento da ensilagem. Assim, a boa compactação diminui principalmente o pH e a produção de gases, conseqüentemente a perda de silagem (AMARAL et al. 2007) e o menor aparecimento de bactérias indesejáveis no processo fermentativo. De acordo com McDonald et al. (1991), o aumento significativo nas perdas por gases ocorre quando há produção de álcool por fermentação por bactérias heterofermentativas, endobactérias, leveduras e bactérias do gênero *Clostridium* ssp.

Tabela 15- Valores de perdas por gases (PG), produção de efluentes (PE) e recuperação da matéria seca (RMS) no processo de ensilagem de planta inteira do consórcio milho com o capim-Xaraés e capim-Tanzânia em espaçamento de 0,45 e 0,90 m entrelinha. Selvíria (2013).

Consórcio milho/forragens	PG	PE	RMS
	% MS	kg t ⁻¹ MV	%
(CMF)	ns	ns	ns
(CMX)	14,33	2,35	79,16
(CMT)	14,57	2,49	81,86
Espaçamento entrelinha	ns	ns	ns
0,45 m	13,96	2,23	78,53
0,90 m	14,89	2,62	82,48
ANOVA (P>F)			
CMF	0,849	0,794	0,288
ESP	0,330	0,473	0,133
CMF x ESP	0,169	0,396	0,211
Repetição	0,951	0,227	0,270
Média geral	14,42	2,42	80,51
DMS	2,04	1,15	5,41
CV (%)	12,52	22,16	6,01

Médias seguidas por letras distintas nas colunas diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, onde: **, *, ns: (P<0,01), (P<0,05) e (P>0,05); **DMS**: Diferença mínima significativa; **CV (%)**: Coeficiente de variação, **(CMF)**: Consórcio milho forragens; **CMX**: Consórcio capim-Xaraés; **CMT**: Consórcio capim-Tanzânia; **ESP**: Espaçamento. **Fonte**: Próprio Autor.

Analisando-se a Tabela 15, constata-se as maiores perdas por gases do que por efluentes na matéria seca do material ensilado (planta inteira). Segundo Oliveira et al. (2009), utilizando silagens de capim-Tanzânia amonizado, os valores de perdas por gases (PG) foram de 6,1% para silos abertos com 30 dias e 7,5% para silos abertos aos 60 dias sem o uso de ureia. No presente trabalho, observou-se que em silo aberto aos 60 dias, a maior porcentagem de PG foi, no espaçamento de 0,90 m, de 14,89%, entretanto sem diferença significativa para o espaçamento de 0,45 m. Ainda de acordo com Oliveira et al. (2010), considerando-se as perdas por efluentes (PE), observou-se que

mesmo utilizando o aditivo ureia não houve diferença significativa entre os tratamentos, assim como no presente trabalho, porém, a PE no presente trabalho foi muito menor. Portanto, com taxas tão baixas de perdas por efluentes, pode-se inferir que houve uma excelente compactação e boa vedação do silo.

Os processos de conservação de forragem convivem rotineiramente com perdas de nutrientes de diversas magnitudes e eventualmente essas perdas ocorrem ao longo do período de ensilagem, na forma de efluente, uma vez que a sua presença no silo é indesejável e deve ser evitada para não ocasionar prejuízos no processo fermentativo, como o aumento da proteólise e o estabelecimento de bactérias do gênero *Clostridium* (ELFEINK et al., 2000).

Oliveira et al. (2009) obtiveram perdas por efluentes (PE) próximos a 20% para 30 dias de ensilagem de milho, e acima de 30% para silos abertos com 60 dias após vedação, mesmo quando utilizaram o aditivo ureia, não verificando diferença significativa entre os tratamentos. Assim, os resultados obtidos na presente pesquisa ficaram abaixo dos relatados por estes autores, o que provavelmente pode ser atribuído a uma adequada compactação no processo de ensilagem, ao alto teor de MS e da maior percentagem de milho na massa ensilada.

Em relação à silagem de grãos úmidos (Tabela 16), observou-se uma maior perda de gases (PG) e menor recuperação da matéria seca (RMS), em relação à silagem mista de planta inteira de milho com as forrageiras (Tabela 15). Tal resultado deve-se ao fato, da dificuldade em homogeneização e padronização no interior do silo experimental e a própria fragmentação dos grãos para uma adequada compactação e posterior fermentação sem a influência de microrganismos que prejudiquem o processo fermentativo da silagem de grãos úmidos.

As perdas durante os processos da fermentação, relacionadas às alterações químico-bromatológicas da forragem ensilada, têm sido enfocadas em vários estudos. Esse tipo de perda depende das características da planta forrageira e/ou material vegetal e está associado às práticas de implantação, manejo e colheita das lavouras e ao sistema de armazenamento. Entretanto, segundo Balsalobre et al. (2001), outros tipos de perdas da silagem, como as perdas físicas promovidas pelo efluente, pela produção de gases durante a fermentação no silo e pela retirada da forragem e sua distribuição aos animais, tem grande importância, pois oneram os custos do sistema de produção e podem, inclusive, inviabilizá-lo economicamente.

Tabela 16- Valores de perdas por gases (PG), produção de efluentes (PE) e recuperação da matéria seca (RMS) no processo de ensilagem de grãos úmidos do consórcio milho com o capim-Xaraés e capim-Tanzânia em espaçamento de 0,45 e 0,90 m entrelinhas. Selvíria (2013).

Consórcio Milho/Forragens (CMF)	PG	PE	RMS
	% MS	kg t ⁻¹ MV	%
(CMX)	64,00	1,64	42,49
(CMT)	65,33	1,66	43,79
Espaçamento (ESP)	ns	ns	ns
0,45 m	63,32	1,64	42,79
0,90 m	66,01	1,67	43,98
ANOVA (P>F)			
CMF	0,327	0,543	0,072
ESP	0,066	0,600	0,300
CMF x ESP	0,330	0,207	0,641
Repetição	0,423	0,176	0,689
Média geral	64,60	1,65	43,14
DMS	2,90	0,06	1,43
CV (%)	3,97	3,35	2,95

Médias seguidas por letras distintas nas colunas diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, onde: **, *, ns: (P<0,01), (P<0,05) e (P>0,05); **DMS**: Diferença mínima significativa; **CV (%)**: Coeficiente de variação, **(CMF)**: Consórcio milho forragens; **CMX**: Consórcio capim-Xaraés; **CMT**: Consórcio capim-Tanzânia; **ESP**: Espaçamento. **Fonte**: Próprio Autor.

Portanto, os níveis de perdas verificados no presente trabalho para ensilagem de planta inteira (Tabela 15) foram pequenos evidenciando que os processos de produção e fermentação das silagens foram adequados. Dessa forma, os valores verificados para recuperação da matéria seca (RMS), estão de acordo com os dados citados por diversos autores (PEDROSO et al., 2000; OLIVEIRA et al., 2010), demonstrando mais uma vez, a ocorrência de boa compactação da silagem, diminuindo as perdas que podem acarretar inclusive, aumento nos custos de produção ao produtor rural.

4.2 EXPERIMENTO II

4.2.1 Avaliações nutricionais e bromatológicas dos cinco cortes das forrageiras após implantação dos consórcios.

Na Tabela 17 estão os teores nutricionais (g kg⁻¹) e a quantidade de nutrientes da massa seca (kg ha⁻¹) da parte aérea dos capins Xaraés e Tanzânia, com (50 kg ha⁻¹ por

corte) e sem adubação nitrogenada, dos 5 cortes sucessivos (a cada 30 dias), colhidos após a colheita do milho para ensilagem e produção de grãos. Houve efeito significativo apenas para os teores foliares de Ca e Mg do capim-Tanzânia, sendo explicado pelo fato de que esta forrageira pelo seu hábito de crescimento mais ereto e vigoroso e com maior volume radicular, possibilitou a absorção de nutrientes em maior quantidade, pela maior exploração do solo pelo sistema radicular. No entanto, não foram observadas diferenças para os teores de N, P, K e S em ambos os capins.

Em relação à adubação nitrogenada, verificou-se diferença significativa para N, P e Mg quando da aplicação de 50 kg ha⁻¹ de N por corte, evidenciando que a adubação nitrogenada nas forrageiras proporcionaram maior absorção desses nutrientes pelas raízes, aumentando seus teores na parte aérea. Com relação aos cortes sucessivos (a cada 30 dias), notou-se que houve efeito significativo para todos os nutrientes relatados. De maneira geral, houve um aumento inicial dos teores no primeiro corte, diminuindo no segundo e terceiro cortes consecutivos, sobretudo em relação ao N que diminuiu no quinto corte, pelo fato da planta ser submetida a vários cortes, e com menor rebrota, advinda das condições climáticas desfavoráveis (outono/inverno).

Em relação ao K, os teores diminuíram a partir do segundo corte, aumentando a partir do quarto, após o aumento da temperatura e disponibilidade de água. Para os demais nutrientes (Ca, Mg e S), embora tenha havido diferenças entre os cortes, notou-se apenas uma diminuição dos teores no segundo corte, mas mantendo-se constante e aumentando a partir do terceiro corte. Uma das explicações para a diminuição dos teores, mais notadamente no segundo e terceiro cortes, deve-se ao fato de que no presente experimento, mesmo com disponibilidade de água (área irrigada por aspersão - pivô central), houve consecutivos dias de temperaturas baixas durante estes períodos (Figura 5), com temperaturas do ar não ultrapassando 25 °C e com temperaturas mínimas registradas abaixo de 5 °C, reduzindo o crescimento dos capins. O mesmo foi observado em relação à PMV e PMS, diminuindo do primeiro até o terceiro cortes e aumentando do quarto para o quinto corte, onde as temperaturas começaram a se elevar que aliada à disponibilidade de água, houve uma retomada de crescimento, acumulando mais nutrientes na parte aérea dos capins.

Tabela 17 - Teores nutricionais, produtividade de massa verde (PMV) e seca (PMS) da parte aérea e acúmulo de nutrientes no capim-Xaraés e capim-Tanzânia em função da posterior adubação nitrogenada durante 5 cortes (a cada 30 dias), após a colheita da cultura do milho. Selvíria-MS, 2013.

TRATAMENTO	N P K Ca Mg S						Lig/N	PMV	PMS	N P K Ca Mg S					
	(g kg ⁻¹ da matéria seca)									(kg ha ⁻¹)					
	ns	ns	ns	**	**	ns				ns	**	ns	*	*	*
Capim-Xaraés	22,85	3,01	18,86	2,92a	3,01b	1,94	3,15	15.512b	2.852	64,15	8,62b	58,86b	8,73b	8,95b	5,81
Capim-Tanzânia	24,31	3,08	20,21	3,94b	3,82a	1,99	3,17	19.205a	3.455	82,73	9,55a	73,81a	13,69	13,28a	6,79
N (kg ha⁻¹) (DN)	*	*	ns	ns	**	ns	ns	**	ns	*	ns	ns	*	ns	ns
0	22,16b	3,05b	21,00	3,28	3,34b	1,94	3,16	15.906b	3.065	67,18b	9,42	64,23	10,14b	10,23	6,29
50	25,00a	3,29a	20,06	3,58	3,98a	1,98	3,14	19.205a	3.445	79,70a	9,64	68,48	12,28a	12,00	6,43
CORTES (CT)	**	**	**	**	**	**	ns	**	**	**	**	**	**	**	**
1	26,14a	3,21ab	22,50ab	3,12b	3,19ab	1,59c	3,01	11.454c	2.304b	62,11b	7,48b	52,49c	7,38c	7,52b	3,77c
2	22,56ab	2,98b	20,16b	3,32ab	2,86b	1,87cb	3,18	11.241b	2.776b	63,06b	8,26b	55,97c	9,22bc	8,12b	5,19bc
3	23,92ab	3,13a	15,33bc	2,90b	3,52ab	2,07ab	3,23	9.908c	2.475b	57,24b	7,62b	37,65bc	7,37c	8,90b	5,24bc
4	23,71ab	2,63ab	19,66c	3,61ab	3,42ab	2,00ab	3,13	19.018b	3.520ab	84,33ab	9,26b	70,99b	13,10b	12,40b	7,01b
5	21,57b	3,26a	25,01a	4,19a	4,06a	2,30a	3,25	28.170a	4.520a	100,46a	15,09a	115,70a	18,99a	18,62a	10,55a
DMS	3,93	0,40	4,69	1,01	0,68	0,35	0,53	4213,71	1.401	33,28	4,51	25,10	5,10	5,90	3,30
	ANOVA (P>F)														
TRAT	0,100	0,395	0,206	0,001	0,000	0,595	0,870	0,000	0,062	0,015	0,073	0,029	0,000	0,018	0,132
CT	0,026	0,000	0,000	0,000	0,007	0,000	0,967	0,000	0,000	0,002	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
DN	0,000	0,371	0,373	0,187	0,469	0,606	0,730	0,003	0,593	0,096	0,826	0,534	0,041	0,182	0,843
TRAT x CT	0,249	0,120	0,485	0,109	0,357	0,745	0,582	0,713	0,958	0,945	0,762	0,861	0,092	0,895	0,674
TRAT x DN	0,693	0,732	0,165	0,134	0,528	0,945	0,399	0,140	0,540	0,367	0,544	0,112	0,018	0,225	0,641
DN x CT	0,132	0,104	0,125	0,591	0,150	0,117	0,965	0,208	0,892	0,586	0,665	0,403	0,682	0,644	0,472
TRAT x CT x DN	0,548	0,449	0,120	0,556	0,917	0,867	0,477	0,873	0,825	0,711	0,919	0,445	0,931	0,843	0,877
REP	0,849	0,141	0,547	0,883	0,674	0,185	0,833	0,319	0,147	0,089	0,402	0,326	0,149	0,248	0,176
DMS	1,75	0,17	2,09	0,45	0,39	0,17	0,24	1.883	626,50	14,87	1,65	13,41	1,27	2,70	1,50
Média	23,58	3,04	20,53	3,43	3,41	1,96	3,16	17.358	3.149	73,44	9,54	66,36	11,25	11,15	6,38
CV (%)	14,27	11,18	19,53	25,33	22,23	17,14	17,02	19,76	28,06	18,76	30,32	20,66	18,30	35,08	23,55

Médias seguidas de letras distintas diferem entre si, pelo teste Tukey a 1 e 5% de probabilidade. **Fonte:** Próprio Autor.

A PMS dos capins, visando a formação de palhada (5º corte) para a sucessão da próxima cultura em SPD, apresentou diferenças significativas em função das espécies, sendo os maiores valores proporcionados pelo capim-Tanzânia e, de modo geral, nos capins adubados com 50 kg ha⁻¹ de N por corte (Tabela 17). Consequentemente, o acúmulo de nutrientes apresentou o mesmo comportamento dos teores nutricionais, sendo os maiores acúmulos verificados nos tratamentos advindos da maior PMS, por efeito acumulativo.

De maneira geral, a adubação nitrogenada fornecida após cada corte das forrageiras, durante o período de inverno/primavera (50 kg ha⁻¹ de N corte⁻¹), incrementaram o acúmulo de N, melhorando a qualidade nutricional dos capins, com aumentos nos teores de N, P e Mg, em relação ao não uso de N na adubação. No acúmulo de nutrientes da MS (kg ha⁻¹) verificou-se maior incremento de N, P, K, Ca e Mg no capim-Tanzânia, como explicado anteriormente pelo vigoroso crescimento radicular e foliar, acumulando maior quantidade de nutrientes, e pelo hábito mais ereto aliado à altura de 0,30 m nos cortes, houve maior participação de folhas no material avaliado, consequentemente maiores teores nutricionais que no capim-Xaraés.

Em relação às composições bromatológicas dos capins (Tabela 18) durante os cinco cortes (outono/primavera), não foram verificadas grandes alterações em relação à matéria seca (MS), celulose (CEL), lignina (LIG), hemicelulose (HEM) e nutrientes digestíveis totais (NDT). Verificou-se diferença significativa apenas para os teores de proteína bruta (PB) e fibra em detergente neutro e ácido (FDN e FDA). Pela adição de N em cobertura nas espécies forrageiras durante o manejo dos cortes consecutivos, não foi verificada diferença para o teor de PB, apenas evidenciando maior teor de PB no capim-Tanzânia e maior teor de FDA para o capim-Xaraés nessas condições de manejo de corte aos 30 dias de idade e em altura de 0,30 m. No entanto, apesar das diferenças estatísticas observadas no presente experimento para PB, FDN e FDA, ao comparar os resultados em relação ao acumulado de N (250 kg ha⁻¹) durante os cortes subsequentes, pode-se inferir que esses resultados numericamente são poucos expressivos, podendo-se assim, optar pela redução das doses de N em cada corte ou manejar as forrageiras sem adição de N em cobertura nestas épocas. Contudo, deve-se salientar o histórico e 9 anos em SPD, em que a mineralização do N passa a ser maior que a imobilização pela flora microbiana.

Com relação aos componentes CEL, HEM, LIG e de NDT, verificou-se que os valores obtidos para ambas as espécies, estão de acordo com os resultados da literatura para condições semelhantes às realizadas na presente pesquisa (BENETT et al., 2008; PARIZ et al., 2011c, d, e), viabilizando este sistema produtivo. De maneira geral, estes componentes bromatológicos apresentaram o mesmo comportamento da FDN e FDA, não diferindo dos valores médios de CEL e LIG em ambas as forrageiras, mesmo sem adubação nitrogenada, onde o teor de NDT em porcentagem, é satisfatório em termos de teores de nutrientes para capins dos gêneros *Urochloa* e *Megathyrsus*.

Ressalta-se ainda, que a permanência das pastagens advindas do consórcio em área irrigada com a adubação residual do milho, propiciou maior qualidade dos capins mesmo nas parcelas onde não aplicado N nos cortes de outono-primavera. Contudo, conclui-se para os resultados obtidos na presente pesquisa, que há viabilidade dos consórcios milho/forrageiras sob SPD na região de cerrado de baixa altitude, proporcionando produção de silagem em quantidade e qualidade satisfatória e produção de forragem no inverno, sendo este, o período de maior escassez de alimentos aos animais. Porém, o manejo correto com adequado nível de implantação da pastagem em consórcio, visando a formação de pasto para o período de entressafra e posteriormente palhada para continuidade do SPD, é dependente, além do manejo citado, das condições climáticas.

Tabela 18 - Teores de Matéria seca (MS), Cinzas (CZ), Proteína bruta (PB), Fibra em detergente neutro (FDN) e ácido (FDA), celulose (CEL), lignina (LIG), Hemicelulose (HEM), Nutrientes digestíveis totais (NDT) da matéria seca do capim-Xaraés e capim-Tanzânia em função da posterior adubação nitrogenada durante 5 cortes (a cada 30 dias), após a colheita do consórcio Milho/forrageiras. Selvíria-MS, 2013.

TRATAMENTO	MS	CZ	PB	FDN	FDA	CEL	LIG	HEM	NDT
	MS					MS			
	ns	**	*	ns	*	ns	ns	ns	ns
Capim-Xaraés	32,56	7,07b	8,12b	62,76	32,89b	62,69	3,07	30,59	60,14
Capim-Tanzânia	31,87	8,17a	9,83a	62,51	31,71a	62,11	3,10	30,15	60,20
N (kg ha⁻¹) (DN)	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns
0	32,30	7,50	9,74	62,74	32,62a	62,47	3,04	30,18	60,03
50	32,12	7,74	9,89	62,55	31,80b	62,33	3,11	30,55	60,24
CORTES (CT)	ns	ns	ns	**	ns	ns	ns	ns	ns
1	32,45	8,27	9,93	63,02a	33,37	62,66	2,98	30,08	60,55
2	32,12	7,45	9,95	62,85a	32,38	62,56	3,12	30,03	59,83
3	32,69	7,32	9,59	61,38b	32,51	61,70	3,06	30,33	60,11
4	31,29	7,57	9,56	62,84a	32,39	62,24	2,97	30,60	60,25
5	32,50	7,49	10,05	63,14a	32,88	62,86	3,25	30,79	59,95
DMS	2,19	0,54	0,98	1,43	1,02	1,39	0,43	1,32	1,02
TRAT	0,167	0,001	0,043	0,467	0,042	0,072	0,930	0,144	0,964
CT	0,715	0,372	0,508	0,006	0,167	0,171	0,443	0,211	0,356
DN	0,409	0,197	0,512	0,575	0,041	0,662	0,385	0,433	0,334
TRAT x CT	0,201	0,119	0,315	0,398	0,987	0,548	0,935	0,625	0,573
TRAT x DN	0,701	0,352	0,673	0,393	0,963	0,478	0,573	0,941	0,158
DN x CT	0,814	0,717	0,049	0,523	0,021	0,791	0,685	0,968	0,911
TRAT x CT x DN	0,865	0,302	0,600	0,313	0,953	0,928	0,571	0,995	0,895
REP	0,086	0,090	0,517	0,806	0,054	0,149	0,992	0,180	0,198
DMS	0,98	0,53	0,45	0,65	0,46	0,62	0,19	0,59	0,42
Média	32,22	7,63	9,82	62,65	32,71	62,40	3,08	30,37	60,15
CV (%)	6,84	15,76	10,11	2,31	3,13	2,25	14,19	4,39	1,72

Médias seguidas de letras distintas diferem entre si, pelo teste Tukey a **1 e *5% de probabilidade. **Fonte:** Próprio Autor.

4.3 EXPERIMENTO III

4.3.1 Teores de macronutrientes, componentes da produção e produtividade da soja em sucessão e decomposição e liberação de nutrientes da palhada das forrageiras em SPD.

Para os teores nutricionais e índice ICF da soja (Tabela 19) verificou-se que houve maior teor foliar de P e Mg sob palhada de capim-Tanzânia, não diferindo do capim-Xaraés para N, K, Ca e S. No entanto, na dose de 50 kg ha⁻¹ de N, houve menor teor foliar de K, em relação ao P, Ca, Mg e S, provavelmente devido ao maior acúmulo de N advindo das adubações subsequentes dos capins, o que pode ter causado um desequilíbrio da relação N:K no interior da planta. Entretanto, com a adição de N durante os cortes das forrageiras, houve maior teor foliar de Ca, Mg e S, pelo provável aumento do sistema radicular, e assim pela maior exploração do solo pelo maior volume de raízes, o que contribuiu para a maior absorção desses nutrientes, bem como pelo fato de que as forrageiras adubadas tiveram maior produção de matéria seca e acúmulo de nutrientes, que são passíveis de liberação da palhada.

Com exceção ao Ca, os demais nutrientes foliares na cultura da soja ficaram abaixo do considerado como crítico por Malavolta (2006). Segundo este autor, para a cultura da soja, os teores foliares adequados para a cultura da soja, encontram-se entre 55–58 g kg⁻¹ para o N, de 4–5 g kg⁻¹ para o P, de 22–25 g kg⁻¹ para o K, de 9–10 g kg⁻¹ para o Ca, de 3,5–4,0 g kg⁻¹ para o Mg e de 2,5–3,5 g kg⁻¹ para o S. Apesar da maioria dos nutrientes apresentar-se abaixo da faixa considerada como adequada para a cultura da soja, não verificou-se sintomas de deficiência destes na cultura, mesmo após a grande exportação de nutrientes pela colheita do milho (silagem e grãos) e forragem (5 cortes).

Em relação aos componentes morfológicos e de produção, e a produtividade da soja, foi verificado que houve maior altura da planta e maior produtividade de grãos de sob palhada de capim-Tanzânia, não diferindo para os demais componentes de produção (Tabela 20). Tal resultado deve-se ao fato do capim-Tanzânia ter proporcionado maior produção de massa seca com maiores acúmulos nutricionais (Tabela 17 e 21) no corte que antecedeu a cultura da soja, e, portanto, ter contribuído de forma determinante na ciclagem de nutrientes utilizados pela cultura, aumentando significativamente sua

produtividade de grãos. O capim-Tanzânia, além de apresentar maior produção de massa seca, com maior quantidade de nutrientes, liberou maiores quantidades destes no processo de decomposição (maior proporção de folhas em relação ao capim-Xaraés).

Tabela 19 - Índice de clorofila foliar (ICF) e teores nutricionais em folhas de soja cultivada sob palhada de capim-Xaraés e capim-Tanzânia, adubadas ou não com N durante cinco cortes, implantadas em consórcio com milho. Selvíria-MS (2014).

Tratamento (TRAT)	ICF	N	P	K	Ca	Mg	S
	g kg ⁻¹						
	ns	ns	**	ns	ns	*	ns
Capim-Xaraés (CX)	42,12	39,98	2,97b	22,18	10,13	2,43b	2,66
Capim-Tanzânia (CT)	42,31	37,94	3,21a	22,03	10,60	2,74a	2,43
N (kg ha ⁻¹) (DN)	g kg ⁻¹						
	ns	ns	ns	**	**	**	**
0	41,92	38,41	3,03	23,75a	9,90b	2,36b	2,33b
50	42,54	39,51	3,14	20,62b	11,27a	2,82a	2,75a
ANOVA (P>F)							
TRAT	0,895	0,194	0,103	0,146	0,309	0,022	0,259
DN	0,631	0,478	0,483	0,0003	0,0004	0,001	0,006
TRAT x DN	0,081	0,096	0,167	0,130	0,335	0,296	0,078
REP	0,714	0,114	0,921	0,951	0,127	0,193	0,690
DMS	2,62	3,14	0,28	1,38	0,92	0,26	0,28
Média geral	42,23	38,96	3,09	22,10	10,37	2,58	2,54
CV (%)	8,54	11,09	12,85	11,14	12,31	14,09	16,2

Médias seguidas de mesma letra, não diferem pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. *,** significativo a 5 e 1% de probabilidade. **Fonte:** Próprio Autor.

Também não houve aumento da produtividade da soja sob efeito da adubação das forrageiras, embora tenha sido verificado maior produtividade da soja quando da aplicação de 50 kg ha⁻¹ de N corte⁻¹, entretanto sem diferença estatística. Apesar de não ter havido diferenças significativas sobre os teores de nutrientes foliares da soja, constatou-se que o fornecimento de N às forrageiras melhorou sua qualidade, sobretudo sob o capim-Tanzânia, que aumentou o teor de P foliar na soja, melhorando a ciclagem deste nutriente no sistema e aumentando a produtividade de grãos. A determinação das características quantitativas como os componentes da produção (número de vagens por planta, número de grãos por vagem e massa dos grãos) e produtividade de grãos, são extremamente importantes, uma vez que estas são as mais influenciadas pelo manejo da cultura. Desse modo, a produtividade de grãos (PG) da soja é uma característica complexa que pode ser decomposta em seus componentes.

Há vários trabalhos na literatura que avaliam o efeito das espécies utilizadas como plantas de cobertura do solo sobre o desenvolvimento da cultura da soja, sendo que a maior parte deles demonstra a eficiência destes sistemas produtivos, assim como o verificado no presente trabalho de pesquisa, uma vez que os componentes da produção e produtividade de grãos, pouco foram influenciados pelos tratamentos avaliados. Em trabalho realizado por Correia e Durigan (2006), a soja cultivada sobre palhada de *U. brizantha* (nos dois anos do estudo) e de *Eleusine coracana* (no segundo ano) tiveram maior produção de grãos, matéria seca da parte aérea e altura de plantas do que as plantas do tratamento testemunha.

Tabela 20 - População final de plantas (POPF), altura da planta (ALTP), de inserção da primeira vagem (IPV), número total de vagens por planta (NTV), total de grãos por planta (NTG), massa de cem grãos (M100G) e produtividade de grãos (PROD) da cultura da soja cultivada sob palhada de capim-Xaraés e capim-Tanzânia, que foram adubadas ou não durante cinco cortes após o consórcio com milho. Selvíria-MS (2014).

Tratamento (TRAT)	POPF (ha ⁻¹)	ALTP (cm)	IPV (cm)	NTV	NTG	M100G (g)	PROD (kg ha ⁻¹)
	ns	*	ns	ns	ns	ns	*
Capim-Xaraés (CX)	226.760	74,5	25,1	58,7	74,9	10,97	3.021b
Capim-Tanzânia (CT)	223.740	76,3	24,3	64,4	85,5	11,02	3.544a
N (DN) (kg ha ⁻¹)	ns	**	ns	ns	ns	ns	ns
0	229.970	73,5b	25,0	56,5	74,3	11,13	3.370
50	219.901	77,3a	24,4	66,7	86,1	10,86	3.194
ANOVA (P>F)							
TRAT	0,773	0,034	0,300	0,289	0,108	0,838	0,013
DN	0,224	0,000	0,457	0,065	0,074	0,264	0,377
TRAT x DN	0,722	0,594	0,881	0,863	0,735	0,718	0,333
REP	0,393	0,474	0,243	0,549	0,172	0,374	0,893
DMS	16.620	1,7	1,7	10,9	13,1	0,48	403
Média geral	224.937	75,4	24,7	61,6	80,2	10,98	3.283
CV (%)	10,15	3,04	9,49	24,32	22,34	6,08	16,86

Médias seguidas de mesma letra, não diferem pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. *,** significativo a 5 e 1% de probabilidade. **Fonte:** Próprio Autor.

Também Correia et al. (2013), verificaram que o consórcio de milho com braquiária no primeiro ano do experimento, beneficiou o estande final de plantas, a altura de plantas e a produção de grãos de soja (cv. NK 7059 RR) em relação ao monocultivo de milho no mesmo período. No presente estudo pode-se observar que, embora não tenha havido diferença significativa da produção de grãos em função do

manejo de adubação das forrageiras, houve maior produtividade quando a soja foi semeada sobre a palhada de capim-Tanzânia em relação ao Xaraés. Deve-se ressaltar que o cultivo de culturas anuais em sucessão às forrageiras perenes, seja em áreas de pastagens não degradadas ou áreas de produção de grãos onde são utilizadas exclusivamente para produção de palhada, tem revelado ganhos importantes de produtividade e, conseqüentemente, maior sustentabilidade no sistema de produção (KLUTHCOUSKI; STONE, 2003).

Entretanto, a ideia desse sistema é obter cobertura do solo em SPD, e conseqüentemente, o aporte de nutrientes pelo processo de reciclagem contínua durante a permanência da palhada e incrementar a produtividade de grãos em sucessão, seja em milho safrinha, feijão ou como no presente estudo, a soja em cultivo de verão. No geral, esses resultados positivos mostram que as forrageiras perenes, proporcionam em termos de ciclagem de nutrientes, uma melhoria da fertilidade do solo. No entanto, esta tecnologia não apresenta dificuldades na sua implantação desde que haja o manejo e sistematização correta na área a ser cultivada. Com isso, haverá uma produtividade satisfatória das culturas produtoras de grãos em consórcio e a inclusão das forrageiras atenderá os requisitos básicos para a sustentabilidade do SPD, como rotação de culturas, e cobertura permanente do solo, garantindo estabilidade econômica para o produtor.

Na Tabela 21, constam os acúmulos médios de nutrientes na palhada das forrageiras dos *Litter bags*. Foram constatadas diferenças significativas para N, P, K, Ca e Mg das espécies forrageiras, sendo que a palhada do capim-Tanzânia proporcionou maiores acúmulos em relação ao capim-Xaraés, advindos de sua maior produção de matéria seca (Tabela 17), em função de seu hábito de crescimento e pela fertilidade adequada do solo, pois esta espécie é mais responsiva que o capim-Xaraés.

Os resultados demonstram a importância das espécies forrageiras para a ciclagem de nutrientes em sistemas de integração, visto que, mesmo na ausência da adubação nitrogenada, a palhada das espécies forrageiras apresentou acúmulo de 71,7 kg ha⁻¹ não diferindo do manejo com N de 73,5 kg ha⁻¹. Portanto, o N foi fornecido ao sistema pela mineralização da M.O. (SILVA; MENDONÇA, 2007), em razão do tempo de SPD do solo em estudo (ANGHINONI, 2007) acima de dez anos, quando a mineralização passa a ser superior à imobilização.

Em relação ao potássio, o acúmulo foi menor em relação ao nitrogênio, uma vez que, pelo fornecimento de N via adubações (250 kg ha⁻¹), houve um desequilíbrio da

relação N:K aliado ao clima durante o período de crescimento das forrageiras (período de dias frios) ocorrido nesta fase experimental (outono/inverno), comprometendo seu metabolismo. No trabalho de Costa et al. (2014) ao analisar o acúmulo médio de nutrientes da palhada de braquiárias em um único corte de final de verão, adubadas em cobertura e após o consórcio com a cultura do milho com as doses de 50, 100, 150 e 200 kg ha⁻¹ de N e a ausência de adubação nitrogenada, encontraram valores de 100,8 e 83,2 kg ha⁻¹ para *U. brizanta* e *U. ruziensis*, respectivamente, havendo ainda maior ciclagem de K na dose de 200 kg ha⁻¹, acumulando 116 kg ha⁻¹ de K, sendo maiores que os resultados apresentados neste presente estudo em ambas as espécies forrageiras.

Tabela 21 - Produtividade de massa seca, acúmulo médio de nutrientes contidos (transformados para kg ha⁻¹) das palhadas de capim-Xaraés e Tanzânia nos *litter bags*, que foram adubadas ou não com N (50 kg ha⁻¹ de N corte⁻¹) no 5º corte anterior à semeadura da soja. Selvíria-MS (2014).

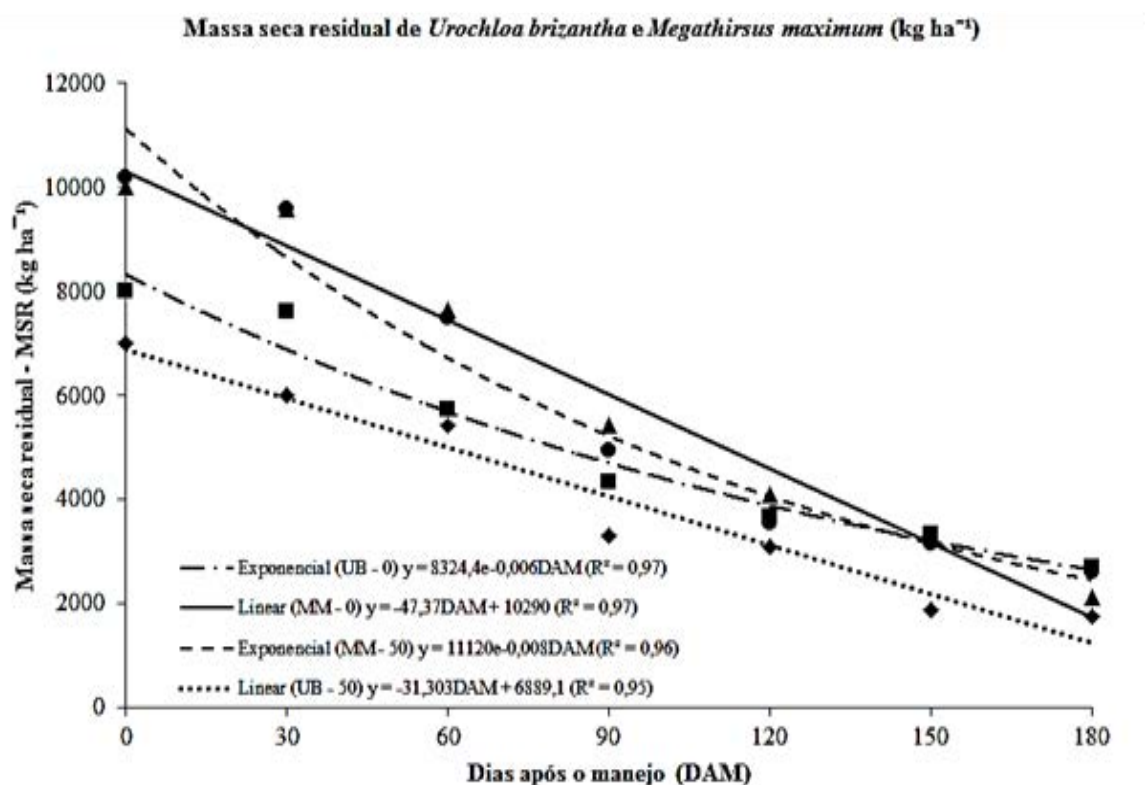
Forrageiras (FOR)	PMS	N	P	K	Ca	Mg	S
	----- kg ha ⁻¹ -----						
	**	**	**	**	**	**	ns
capim-Xaraés	8.348b	62,2b	8,2b	31,4b	22,6b	16,8b	32,1
capim-Tanzânia	11.706a	83,1a	11,5a	64,1a	35,8a	25,3a	33,9
Dose de N - DN (kg ha⁻¹ corte⁻¹)	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*
0	8.890	71,7	9,9	46,4	28,8	20,9	35,2a
50	8.905	73,5	9,7	49,1	29,7	21,2	31,4b
ANAVA (P<f)							
FOR	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,286
DN	0,780	0,478	0,732	0,520	0,540	0,724	0,024
EPO#	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
FOR x DN	0,221	0,110	0,224	0,080	0,152	0,103	0,103
FOR x EPO*	0,160	0,080	0,075	0,882	0,100	0,150	0,078
FOR x EPO*	0,093	0,156	0,458	0,221	0,102	0,248	0,069
FOR x DN x EPO*	0,059	0,653	0,924	0,102	0,655	0,697	0,104
Repetição	0,311	0,316	0,549	0,307	0,786	0,346	0,055
DMS	650,00	4,89	1,04	8,11	2,78	1,56	3,39
Média geral	9.462	72,6	9,03	47,7	29,2	21,0	33,2
CV (%)	13,15	19,21	27,10	39,62	33,34	26,14	36,1

Médias seguidas de letras distintas diferem entre si, pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. EPO: Época referente ao manejo dos cortes: 30; 60; 90; 120; 150 e 180 dias após o manejo (DAM). #Análise de regressão. **Fonte:** Próprio Autor.

Para a produção e acúmulo de massa seca (palhada) do capim-Xaraés, ao contrário do capim-Tanzânia, a adubação nitrogenada não contribuiu para aumento da PMS, sendo este menor em relação ao tratamento que não houve adubação nitrogenada

(Figura 10). Portanto, a adubação do capim-Xaraés, apesar de proporcionar PMS de 7.500 kg ha^{-1} , considerada adequada para sustentabilidade do SPD, não diferiu da forrageira sem adubação. Quanto ao percentual de palha remanescente no solo na área (Figura 4), nota-se que de modo geral, os tratamentos com capim-Tanzânia e capim-Xaraés, apresentaram uma taxa de decomposição inicial semelhante à produção de massa seca residual (kg ha^{-1}), o que influenciou na percentagem de resíduos vegetais na superfície do solo.

Figura 4- Massa seca residual da palhada (kg ha^{-1}) de *Urochloa brizantha* (UB) e *Megathirsus maximum* (MM), que foram submetidas à adubação nitrogenada após consórcio com o milho (0 ou 50 kg ha^{-1} de N corte $^{-1}$), em função de dias após o manejo de corte (DAM).



Fonte: Próprio Autor

Sendo assim, os fatores que mais influenciam a decomposição da palhada das espécies utilizadas como plantas de cobertura é o clima, destacando-se a temperatura e pluviosidade nas diferentes estações do ano. Pode-se considerar ainda que, as condições climáticas no período da pesquisa (primavera/verão), após a dessecação e momentos

antes da semeadura da soja (Figuras 1, 2 e 3), a taxa de decomposição não foi tão acelerada, devido à grande quantidade de palhada nos primeiros 60 dias (DAM), em ambas as forrageiras com e sem adubação, pois além do contato direto com a superfície do solo acelerar a decomposição da palhada (PARIZ et al., 2011a), uma parte desse material também é oxidado se transformando em CO₂ (SILVA; MENDONÇA, 2007).

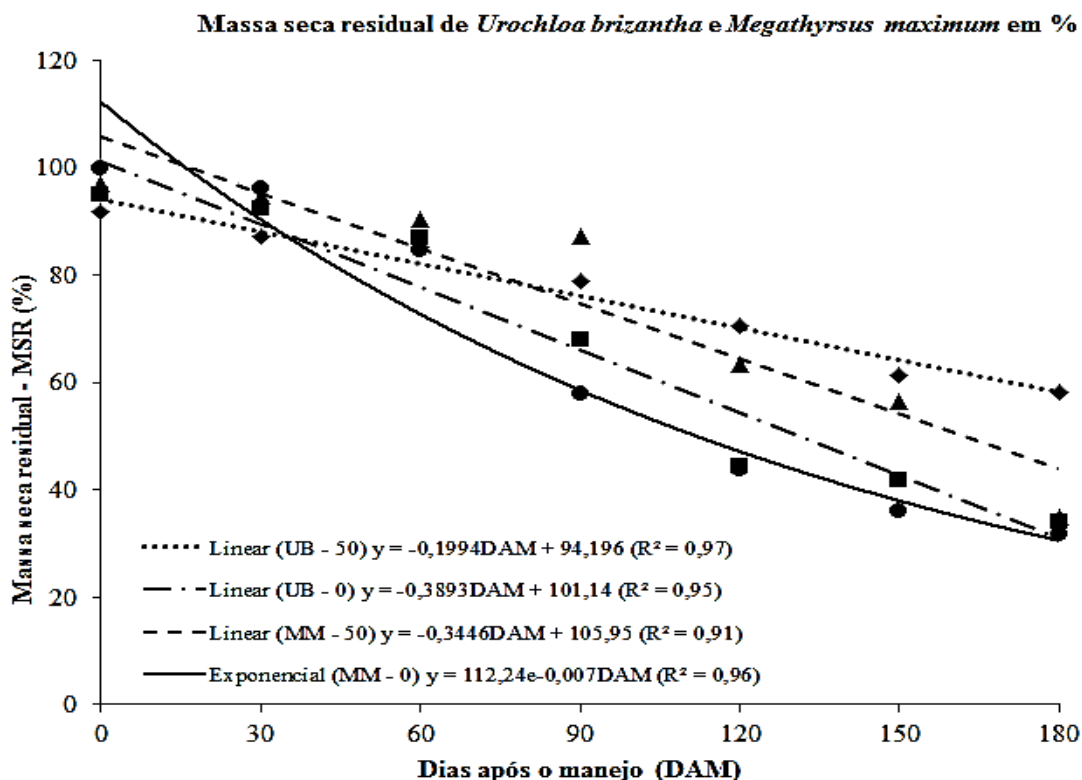
Quantidades tão elevadas de resíduos vegetais somente são possíveis em sistemas de produção que incluem a utilização de plantas de cobertura, rotação de culturas e mais recentemente a ILP. No geral, a PMS inicial ficou entre 8.000 e 11.000 kg ha⁻¹ e o remanescente de palhada das espécies forrageiras aos 180 DAM foi superior a 1.500 kg ha⁻¹ (40% da palhada inicial), independentemente se foi ou não adubada com nitrogênio nos cortes subsequentes, demonstrando desse modo, quantidades satisfatórias de massa para cobertura do solo e nutrientes que podem ser liberados para a cultura subsequente.

Mendonça (2012), ao estudar a decomposição de palhada de após consórcio de milho outonal com forrageiras tropicais com *U. brizantha* e *M. maximum* avaliando a soja em sucessão, verificou que a (MSR) da palha, com exceção da *B. brizantha* semeada na linha do milho e da *B. ruziziensis* na modalidade a lanço em V4, apresentaram efeito significativo com ajuste quadrático para decomposição da palha quanto ao tipo de semeadura, com tempo de meia vida (tempo para que 50% dos resíduos vegetais presentes na área havia se decomposto) entre 60 e 120 dias, e às cultivares de *M. maximum* cv. Tanzânia apresentou maiores produtividades de matéria seca assim como decomposição mais rápida comparado ao *M. maximum* cv. Áries, sendo que na modalidade a lanço simultânea a semeadura do milho, por exemplo, *M. maximum* cv. Tanzânia apresentou a maior produtividade de matéria seca, 5600 kg ha⁻¹, porém com remanescente de palha semelhante ao *M. maximum* cv. Áries (1400 kg ha⁻¹ de MSR) que apresentava quantidade inicial de palha de 4000 kg ha⁻¹. Entretanto, para ambas cultivares, a modalidade a lanço simultânea a semeadura do milho apresentou decomposição mais elevada comparada às outras modalidades, demonstrando que a utilização dessas espécies em áreas de plantio direto é benéfica para proteção do solo em grande parte do desenvolvimento da cultura em sucessão, principalmente na região de Cerrado, onde o clima favorece a rápida decomposição da palhada. Estes resíduos, além de proteger o solo, também promovem a liberação de nutrientes durante o processo de

decomposição do material vegetal e mineralização da matéria orgânica (ANDREOTTI et al., 2015).

Segundo Mendonça (2012) dentre as forrageiras utilizadas, destacou-se a *U. brizantha* e a *U. ruziziensis* que apresentaram maior quantidade de MSR, 1.480 e 1.515 kg ha⁻¹, respectivamente. Entretanto, até os 60 dias, a *U. ruziziensis* semeada na linha do milho apresentou decomposição inicial mais acelerada comparada a *U. brizantha* na mesma modalidade de semeadura, com uma diferença entre as espécies de 700 kg ha⁻¹. Dos 60 aos 120 dias nota-se comportamento inverso, pois decomposição da *U. brizantha* foi 3,5 vezes maior que a *U. ruziziensis*, ou seja, uma diferença de 500 kg ha⁻¹. Porém, em quantidade, a decomposição total de palha foi maior para *U. ruziziensis*.

Figura 5- Massa seca residual da palhada (%) de *Urochloa brizantha* (UB) e *Megathyrsus maximum* (MM), que foram submetidas à adubação nitrogenada após consórcio com o milho (0 ou 50 kg ha⁻¹ de N corte⁻¹), em função de dias após o manejo de corte (DAM).



Fonte: Próprio Autor.

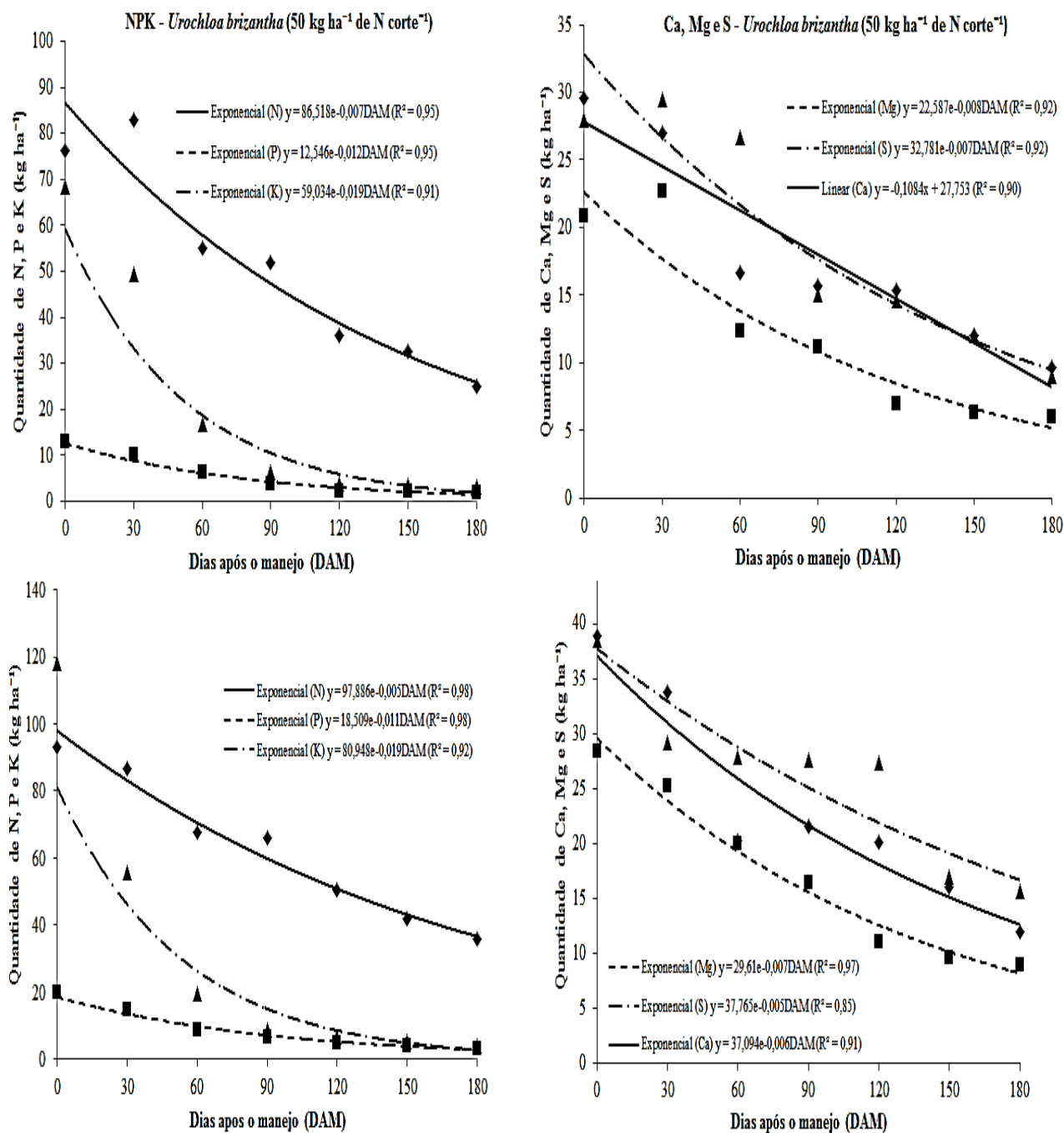
As maiores quantidades de nutrientes liberados (Figuras 6 e 7) foram proporcionados pelos tratamentos que receberam adubação nitrogenada principalmente para o capim-Tanzânia, pela sua maior PMS. Diferentemente, no capim-Xaraés, a adubação nitrogenada durante os cortes não favoreceu um incremento de nutrientes na palhada, evidenciando menores acúmulos no manejo com 50 kg ha^{-1} de N corte⁻¹. A decomposição de resíduos culturais é um processo essencialmente biológico, do qual participam macro, meso e microrganismos. Fatores bióticos e abióticos determinam a velocidade do processo de decomposição e com exceção do K, a maior parte dos nutrientes contidos nesses resíduos, são liberados na mesma proporção do decréscimo da massa seca da palhada (AMADO, 2000). Em trabalho realizado por Boer et al. (2007), avaliando a ciclagem de nutrientes em solo de Cerrado utilizando amaranto, milho e capim-pé-de-galinha semeados na entressafra, constataram que a maioria dos nutrientes são liberados de forma precoce para aproveitamento da safra seguinte, em razão da acelerada decomposição dos resíduos vegetais, fato este não verificado no presente trabalho, em que a liberação de nutrientes foi de forma mais gradual.

Os resultados obtidos na presente pesquisa demonstram o potencial de utilização dessas espécies como plantas de cobertura para a região do Cerrado, devendo salientar, que mesmo aos 180 DAM após a dessecação das espécies forrageiras, ainda havia quantidades consideráveis de nutrientes estruturais na palhada, principalmente de N, P, Ca e Mg, em que estes podem ainda ser utilizados pelos cultivos subsequentes, principalmente em períodos de entressafra, pois além de acumularem razoável quantidade de biomassa, promovem a reciclagem de nutrientes e sua liberação gradativa, na qual a sua disponibilidade pode ser rápida e intensa, dependendo, dentre outros fatores, do regime de chuvas, da espécie empregada e do tipo de solo (ROSOLEM et al., 2003).

Contudo, as quantidades de nutrientes nos tratamentos que não receberam adubação nitrogenada, podem em parte, ter sido fornecidas pela mineralização da matéria orgânica (SILVA; MENDONÇA, 2007), em função do tempo de SPD do solo em estudo (ANGHINONI, 2007). Entretanto, a ausência da reposição desses nutrientes por meio de adubação química e/ou orgânica ao longo dos anos pode reduzir a disponibilidade para as plantas, tendo em vista principalmente a complexidade destes sistemas produtivos, principalmente quando são realizados cultivos consorciados e com alta taxa de exportação, como nas silagens produzidas no presente trabalho.

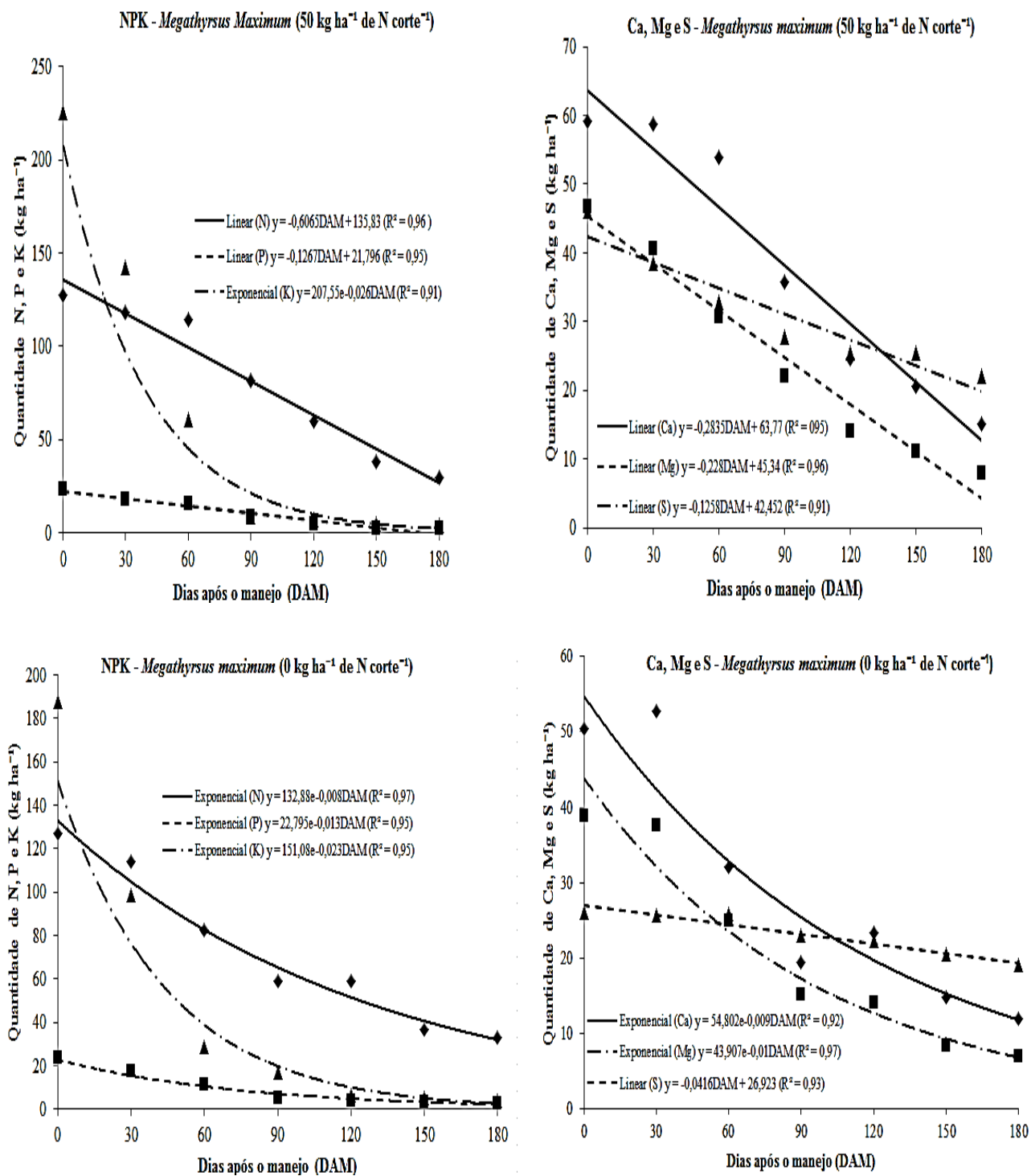
Pode-se considerar ainda, que as condições climáticas no período de primavera/verão e a grande quantidade de palhada reduziram a taxa de decomposição, suprimo adequadamente a cultura sucessora, que no presente experimento, foi a soja.

Figura 6 - Equações de regressão para o acúmulo de macronutrientes após o manejo (DAM) de corte e dessecação pela palhada das espécies forrageiras *Urochloa brizantha* cv. Xaraés que foram anteriormente adubadas ou não com nitrogênio (0 e 50 kg ha⁻¹ corte⁻¹).



Fonte: Próprio Autor.

Figura 7 - Equações de regressão para o acúmulo de macronutrientes após o manejo (DAM) de corte e dessecção pela palhada das espécies forrageiras *Megathyrus maximum* cv. Tanzânia que foram anteriormente adubas ou não com nitrogênio (0 e 50 kg ha⁻¹).



Fonte: Próprio Autor.

4.4 EXPERIMENTO IV

4.4.1 Atributos químicos, físicos e acúmulo de carbono no solo

Para os atributos químicos do solo, ao final de cada ciclo produtivo, no sistema de ILP do presente estudo, evidenciou que foram verificadas diferenças significativas na maioria deles. Verificou-se que houve diferença entre as espécies forrageiras, sendo que os maiores valores, principalmente de P, MO, K, H+Al, Al e CTC na área em que havia sido cultivada a cultura do milho em consórcio com capim-Tanzânia para a camada de 0,0-0,10 m (Tabela 22). Conseqüentemente, a área em que foi implantado o consórcio milho/Tanzânia, apresentou os maiores valores para H+Al e Al, embora tanto o capim-Tanzânia como capim-Xaraés, evidenciam um aumento de Al e H+Al em relação a condição inicial do solo para esta camada.

Isso se explica pelo fato de as forrageiras liberarem durante seu ciclo de decomposição, ácidos orgânicos pela adição de matéria orgânica (M.O) no sistema, aumentando assim esses componentes e com redução do pH. O mesmo comportamento pode ser observado na Tabela 23 para a camada de 0,10 - 0,20 m evidenciando resultados semelhantes em relação a camada inicial, contudo, a adição acumulativa de N durante os cortes influenciou significativamente também na redução do pH pelo aumento de íons H^+ na solução do solo.

Entretanto, apesar de ocorrer uma acidificação em relação a análise inicial do solo (Tabela 1) para ambas as camadas, e redução das bases trocáveis K, Ca, Mg (SB), com o aumento da M.O., houve aumento dos teores de P no solo, sendo este, essencial para crescimento inicial e fixação de raízes. A redução na disponibilidade de bases do solo pode estar associada à extração de nutrientes pelas culturas, principalmente em sistemas com alta exportação (silagem e forrageiras) como os avaliados no presente trabalho.

Nota-se que nas épocas de coleta de solo, o teor de M.O. foi maior quando se avaliou após o período da área como pastagem (época 2), pelo fato de maior aporte de massa de forragem. Assim, dentre os parâmetros que constituem a fertilidade dos solos, destaca-se o teor de M.O., uma vez que esta se torna essencial nos sistemas de produção com rotação ou mais cultivos em uma mesma área no mesmo ano agrícola. Desta maneira, solos com mais altos teores de M.O. proporcionam condições favoráveis de

arejamento e umidade que garantem assim, um desenvolvimento satisfatório do sistema radicular e, conseqüentemente, um melhor desenvolvimento da planta. Sendo assim, este parâmetro torna-se um fator limitante da produtividade e sustentabilidade das atividades agrícolas, principalmente em regiões de cerrado, em que, a produção de palhada em SPD é considerado um desafio, para manter uma cobertura vegetal que ofereça aporte de matéria orgânica.

Apesar dos teores de P, K, Ca, Mg verificados na presente pesquisa terem diminuído a partir do primeiro cultivo (Tabelas 22 e 23) em relação aos teores iniciais no solo (Tabela 1), ressalta-se que, principalmente para os teores de K, Ca e Mg, houve um aumento, pouco expressivo, conforme se adicionou resíduos vegetais provenientes dos capins cultivados no período entre cada época de amostragem

Tabela 22- Atributos químicos do solo na camada de 0,0 a 0,10 m durante a condução do sistema de Integração Lavoura-Pecuária, em função das 3 épocas: após a colheita dos consórcios nos espaçamentos de 0,45 e 0,90 m entrelinha, após os cortes das forrageiras remanescentes com ou sem adubação nitrogenada (0 e 50 kg ha⁻¹ corte⁻¹) e após a colheita da soja semeada sobre a palhada das forrageiras. Selvíria – MS (2014).

	P	M.O	pH⁽¹⁾	K	Ca	Mg	H+Al	Al	SB	CTC	S-SO₄⁻²	V	m
	mg dm ⁻³	g dm ⁻³				mmolc dm ⁻³					mg dm ⁻³	----- % -----	
Análise inicial	33	25	5,1	4,10	28,00	16,01	29,05	0	48,11	77,16	10	62,35	0
Tratamento (T)	**	*	ns	*	ns	ns	**	*	ns	**	ns	ns	ns
M/Capim - Xaraés	15,18b	24,20b	4,82	3,57b	20,01	16,60	34,60	2,39b	40,18	74,78b	8,83	53,73	5,19
M/Capim - Tanzânia	23,19a	26,01a	4,96	4,11a	21,00	16,68	40,22	3,95a	41,79	82,01a	9,66	50,95	6,81
Esp. (ES)	ns	ns	*	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns
0,45 m	19,20	20,60	4,80b	3,79	19,45	15,68	37,21a	3,83	38,92	76,13	8,68	51,12	7,05
0,90 m	19,27	22,06	4,98a	3,88	22,33	17,60	34,27b	2,52	43,81	78,08	9,81	56,10	4,22
Dose N (kg ha⁻¹)	*	*	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns
0	17,68b	20,11b	4,80	3,82	20,14	17,58	36,83	3,56	41,54	78,37a	10,10	53,00	5,54
50	20,79a	23,12a	4,96	3,85	21,64	15,70	37,04	2,79	41,19	78,24b	8,39	52,65	4,56
Época (EP)	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
1	19,09	20,90b	5,01	3,60	20,15	15,94	38,50	3,71	39,69	78,19	10,15	50,76	6,74
2	19,02	22,22a	4,96	3,87	22,66	17,52	34,21	2,59	44,05	78,26	8,46	56,27	5,15
3	19,62	20,05b	4,90	4,05	20,46	16,59	38,26	3,21	41,10	79,36	9,12	51,78	7,04
DMS	2,02	0,91	0,23	0,77	5,29	3,86	7,00	2,02	9,12	4,70	5,87	8,40	6,56
	ANOVA (P>f)												
T	0,001	0,048	0,081	0,045	0,324	0,949	0,006	0,021	0,864	0,004	0,678	0,114	0,160
N	0,044	0,047	0,042	0,905	0,409	0,158	0,930	0,267	0,098	0,011	0,396	0,385	0,250
EP	0,960	0,049	0,243	0,386	0,654	0,412	0,283	0,415	0,379	0,744	0,788	0,229	0,361
ES	0,974	0,059	0,021	0,720	0,116	0,149	0,028	0,061	0,170	0,911	0,576	0,085	0,056
T x N	0,101	0,057	0,092	0,105	0,106	0,101	0,051	0,450	0,106	0,109	0,829	0,101	0,401
T x EP	0,360	0,611	0,581	0,137	0,906	0,779	0,524	0,795	0,730	0,599	0,647	0,683	0,797
T x ES	0,053	0,889	0,125	0,053	0,324	0,199	0,874	0,609	0,147	0,024	0,374	0,285	0,481
N x EP	0,452	0,127	0,282	0,552	0,569	0,296	0,271	0,377	0,293	0,760	0,248	0,153	0,384
N x ES	0,314	0,106	0,293	0,893	0,272	0,258	0,867	0,928	0,200	0,146	0,051	0,260	0,970
EP x ES	0,363	0,091	0,551	0,239	0,202	0,362	0,345	0,188	0,337	0,177	0,490	0,219	0,157
T x N x EP	0,265	0,128	0,218	0,266	0,538	0,472	0,566	0,585	0,374	0,660	0,618	0,251	0,529
T x N x ES	0,092	0,745	0,110	0,112	0,613	0,299	0,274	0,056	0,287	0,732	0,079	0,075	0,090
N x EP x ES	0,420	0,050	0,209	0,429	0,300	0,285	0,122	0,145	0,271	0,078	0,261	0,128	0,167
T x N x EP x ES	0,055	0,079	0,093	0,694	0,072	0,186	0,391	0,877	0,190	0,101	0,829	0,325	0,872
REP	0,172	0,102	0,197	0,051	0,511	0,095	0,314	0,063	0,071	0,097	0,263	0,055	0,110
Média	19,22	21,53	4,91	3,84	20,87	16,65	36,93	3,17	41,77	79,32	9,25	51,70	5,81
DMS	3,09	1,53	0,15	0,52	3,60	2,62	4,75	1,37	6,20	3,20	4,00	5,71	4,46
CV(%)	29,49	10,50	7,90	33,40	32,30	28,15	31,62	36,90	26,11	9,92	24,30	20,15	34,21

Médias seguidas por letras distintas nas colunas diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, onde: **, *, ns: (P<0,01), (P<0,05) e (P>0,05), respectivamente. **DMS**: Diferença mínima significativa; **CV(%)**: Coeficiente de variação. (1) pH em CaCl₂. **Fonte**: Próprio Autor.

Tabela 23 - Atributos químicos do solo na camada de 0,10 a 0,20 m durante a condução do sistema de Integração Lavoura-Pecuária, em função das 3 épocas: após a colheita dos consórcios nos espaçamentos de 0,45 e 0,90 m entrelinha, após os cortes das forrageiras remanescentes com ou sem adubação nitrogenada (0 e 50 kg ha⁻¹ corte⁻¹) e após a colheita da soja semeada sobre a palhada das forrageiras. Selvíria – MS (2014).

	P	M.O	pH ⁽¹⁾	K	Ca	Mg	H+Al	Al	SB	CTC	S-SO ₄	V	m
	mg dm ⁻³	g dm ⁻³					mmol _c dm ⁻³				mg dm ⁻³	----- % -----	
<i>Análise inicial</i>	29	23	5,2	3,9	30	14	25	0	47,9	72,9	9	65	0
Tratamento (T)	**	ns	ns	**	ns	ns	*	*	ns	**	ns	ns	ns
Capim - Xaraés	13,41	19,43	4,74	2,95a	18,27	14,33	34,95b	2,85a	36,45	72,03	13,93	49,97	4,09
Capim - Tanzânia	20,68	19,59	4,87	3,60a	19,31	14,08	41,47a	4,95b	36,65	78,12	11,02	45,37	6,59
Esp. (ES)	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
0,45 m	19,20	20,60	4,80	3,69	19,05	14,68	34,21	3,89	37,22	75,93	8,01	50,97	5,05
0,90 m	19,27	22,06	4,98	3,82	21,62	16,60	35,70	3,52	43,09	77,98	8,97	55,90	3,22
Dose N (kg ha⁻¹)	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
0	18,72	19,39	4,88	3,26	19,60	15,37	36,83	3,85	39,15	75,98	10,45	49,87	5,32
50	15,37	19,47	4,73	3,28	17,89	13,04	39,60	3,95	33,95	74,17	14,50	45,37	5,36
Época (EP)	ns	*	*	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
1	16,53	18,68b	4,69b	3,14	16,37b	12,56	40,50	4,09	32,37	72,87	16,18	44,37	5,61
2	19,12	19,66ab	4,92a	3,17	21,50a	15,59	35,84	3,81	39,84	76,63	10,34	50,37	5,18
3	15,50	20,56a	4,81ab	3,52	18,50ab	14,46	38,37	3,82	37,43	75,74	10,90	48,28	5,22
DMS	4,87	1,68	0,22	0,84	5,03	3,14	6,21	3,40	8,54	5,09	7,84	8,38	2,53
	ANAVA (P>t)												
T	0,001	0,997	0,101	0,027	0,547	0,846	0,002	0,001	0,945	0,001	0,281	0,112	0,005
ES	0,061	0,884	0,057	0,667	0,307	0,068	0,195	0,874	0,078	0,302	0,222	0,145	0,903
N	0,047	0,835	0,067	0,942	0,315	0,146	0,206	0,871	0,099	0,301	0,135	0,140	0,956
EP	0,194	0,021	0,049	0,484	0,048	0,203	0,063	0,922	0,110	0,190	0,252	0,228	0,900
T x ES	0,071	0,331	0,055	0,059	0,599	0,220	0,078	0,086	0,145	0,098	0,345	0,344	0,433
T x N	0,444	0,512	0,330	0,204	0,603	0,305	0,120	0,098	0,240	0,233	0,090	0,320	0,554
T x EP	0,082	0,995	0,310	0,061	0,102	0,078	0,127	0,933	0,245	0,054	0,655	0,203	0,114
ES x N	0,056	0,603	0,459	0,093	0,109	0,556	0,330	0,082	0,156	0,077	0,595	0,296	0,133
ES x EP	0,091	0,215	0,562	0,772	0,412	0,458	0,089	0,080	0,213	0,065	0,601	0,091	0,091
N x EP	0,013	0,116	0,103	0,550	0,106	0,488	0,052	0,400	0,298	0,508	0,056	0,083	0,084
T x ES x N	0,083	0,442	0,221	0,339	0,110	0,092	0,090	0,453	0,072	0,670	0,061	0,990	0,066
T x ES x EP	0,320	0,430	0,240	0,398	0,232	0,053	0,134	0,509	0,080	0,099	0,054	0,891	0,441
ES x N x EP	0,067	0,098	0,066	0,677	0,320	0,061	0,088	0,633	0,665	0,277	0,112	0,773	0,399
T x ES x N x EP	0,051	0,083	0,591	0,051	0,057	0,079	0,057	0,430	0,056	0,072	0,088	0,066	0,113
REP	0,219	0,182	0,396	0,340	0,063	0,192	0,841	0,490	0,155	0,109	0,175	0,337	0,408
Média	17,53	19,93	4,82	3,38	19,12	14,52	37,49	3,85	37,35	75,49	11,59	48,94	5,07
DMS	3,32	1,14	0,15	0,84	3,42	2,57	4,21	1,31	5,81	3,45	5,33	5,70	2,53
CV(%)	37,41	14,44	7,82	33,07	34,91	33,53	35,02	34,23	11,37	24,32	35,03	29,47	39,15

Médias seguidas por letras distintas nas colunas diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, onde: ***, ***, ns: (P<0,01), (P<0,05) e (P>0,05), respectivamente. **DMS**: Diferença mínima significativa; **CV(%)**: Coeficiente de variação. (1) pH em CaCl₂. **Fonte**: Próprio Autor.

Os atributos físicos do solo são amplamente utilizados para a avaliação da compactação do solo. Entretanto, o manejo incorreto do solo pode provocar redução de produtividade das culturas de modo geral, tendo em vista que estes são decorrentes da degradação física e da exportação dos nutrientes, bem como do esgotamento das reservas do solo. Assim, práticas conservacionistas, como as adotadas no presente trabalho e o correto uso da adubação podem beneficiar o sistema de produção.

Em relação à macroporosidade (MA), microporosidade (MI), porosidade total (PT) e densidade do solo (DS) (Tabela 24), apenas houve diferenças significativas para a adubação nitrogenada e épocas de avaliação (EP), na camada de 0 a 0,10 m, melhorando a porosidade nas áreas adubadas com 50 kg ha⁻¹ de N em cada corte, principalmente após o cultivo da soja (3ª época de avaliação), demonstrando o efeito de maior produção radicular dos capins, o que após sua morte e degradação, gera poros para o solo.

Este mesmo efeito da adubação nitrogenada foi constatado na camada de 0,10 a 0,20 m, em que houve redução da MA e PT. Os atributos MA, MI e PT, em ambas as profundidades apresentaram valores inferiores em comparação à análise inicial, antes da instalação do experimento. Entretanto, para a densidade do solo (Ds), para ambas as camadas avaliadas, foi verificado um aumento dos valores, comparados aos iniciais. Verificou-se ainda, alterações na porosidade total (PT) do solo no experimento, em que houve um aumento na camada inicial e uma redução subsuperficial, no entanto, sem diferenças significativas. Isso se deve, pelo fato de que a camada superficial, pelo maior aporte de matéria radicular das culturas em sucessão, incrementou o número de canais e poros, e em contraponto, pelo aumento do tráfego de máquinas, acarretou em redução da PT na camada de 0,10 a 0,20 m.

Com relação à Ds, verificou-se efeito oposto, em que durante o manejo dos sistemas (ILP e SPD), houve redução gradativa dos valores, tanto em relação às forrageiras, tanto no espaçamento dos consórcios, quanto pela adubação nitrogenada dos capins e das épocas de avaliação. De acordo com Carneiro et al. (2009), nos solos argilosos, os valores de Ds em torno de 1,27 kg dm⁻³ proporcionam impedimentos ao crescimento do sistema radicular, porém a Ds possui estreita relação entre com as frações texturais e valores críticos para os atributos físicos do solo. Apesar dos valores verificados para Ds, em todas as épocas de avaliação estarem acima deste valor considerado crítico, não foi observado qualquer tipo de impedimento ao

desenvolvimento das culturas, pelas elevadas produtividades em todos os sistemas de produção, pelo efeito de irrigação, a água como lubrificante natural, pode ter minimizado este efeito de aumento da Ds.

Tabela 24 - Macroporosidade (MA), microporosidade (MI), porosidade total (PT) e densidade do solo (Ds) nas camadas de 0,0 - 0,10 e de 0,10 - 0,20 m, durante a condução de sistemas de Integração Lavoura-Pecuária em função das 3 épocas: após a colheita dos consórcios nos espaçamentos de 0,45 e 0,90 m entrelinha, após os cortes das forrageiras remanescentes com ou sem adubação nitrogenada (0 e 50 kg ha⁻¹ corte⁻¹) e após a colheita da soja semeada sobre a palhada das forrageiras. Selvíria – MS (2014).

Tratamento (T)	MA ¹	MI ¹	PT ¹	MA ²	MI ²	PT ²	Ds ¹	Ds ²
	m m ⁻³			(g cm ⁻³)				
Análise inicial	0,07	0,35	0,42	0,09	0,36	0,44	1,55	1,50
	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Capim-Xaraés	0,07	0,37	0,44	0,08	0,33	0,42	1,48	1,50
Capim-Tanzânia	0,07	0,37	0,43	0,09	0,34	0,41	1,49	1,49
Esp.(ES)	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
0,45 m	0,07	0,36	0,44	0,08	0,33	0,42	1,48	1,49
0,90 m	0,08	0,37	0,44	0,08	0,34	0,42	1,48	1,49
Dose N (kg ha⁻¹)	**	ns	ns	**	ns	*	ns	ns
0	0,06b	0,37	0,44	0,07b	0,34	0,41b	1,47	1,48
50	0,08a	0,36	0,45	0,09a	0,35	0,43a	1,48	1,49
Época (EP)	**	ns	ns	**	ns	ns	ns	ns
1	0,06b	0,38	0,45	0,09a	0,33	0,42	1,48	1,48
2	0,07b	0,37	0,44	0,08ab	0,34	0,42	1,49	1,50
3	0,08a	0,34	0,43	0,07b	0,34	0,41	1,47	1,49
DMS	0,012	0,07	0,08	0,01	0,01	0,01	0,07	0,05
ANAVA (P>F)								
T	0,921	0,843	0,840	0,081	0,924	0,199	0,678	0,995
ES	0,102	0,575	0,949	0,457	0,290	0,013	0,881	0,840
DN	0,008	0,509	0,839	0,001	0,498	0,210	0,735	0,993
EP	0,002	0,621	0,933	0,018	0,832	0,754	0,880	0,700
T x ES	0,491	0,072	0,097	0,201	0,398	0,745	0,051	0,707
T x N	0,059	0,080	0,085	0,364	0,408	0,833	0,126	0,946
T x EP	0,069	0,090	0,076	0,910	0,055	0,199	0,061	0,063
ES x DN	0,145	0,100	0,220	0,083	0,100	0,055	0,070	0,054
ES x EP	0,164	0,296	0,727	0,097	0,398	0,333	0,437	0,123
N x EP	0,144	0,657	0,660	0,449	0,365	0,081	0,846	0,058
T x ES x DN	0,100	0,200	0,108	0,104	0,123	0,086	0,403	0,077
T x ES x EP	0,228	0,300	0,080	0,089	0,162	0,096	0,108	0,096
ES x DN x EP	0,101	0,200	0,076	0,093	0,080	0,507	0,200	0,211
T x ES x DN x EP	0,204	0,100	0,100	0,100	0,080	0,400	0,201	0,205
REP	0,025	0,625	0,732	0,146	0,140	0,165	0,159	0,141
DMS	0,008	0,05	0,07	0,01	0,011	0,01	0,05	0,035
Média geral	0,007	0,37	0,44	0,08	0,33	0,42	1,48	1,50
CV (%)	19,01	23,10	19,05	8,21	6,89	4,18	5,80	3,98

Médias seguidas de mesma letra, não diferem pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. *,** significativo a 5 e 1% de probabilidade. ¹camada de 0,0-0,10m; ²camada de 0,10-0,20 m. **Fonte:** Próprio Autor.

Em relação à resistência a penetração (RP) do solo, umidade gravimétrica (UG) e estoque de carbono (EC) (Tabela 25), foi verificado efeito significativo na camada de 0,20-0,40 m, para o capim-Tanzânia proporcionando menor RP em relação ao capim-Xaraés. Talvez pelo fato da degradação do sistema radicular do Tanzânia, após os cortes e morte do sistema radicular, houve incremento dos canais de aeração, condicionando menor grau de compactação, evidenciado pela menor RP nesta camada, da 1ª a 3ª época de avaliação dos atributos físicos do solo. O mesmo foi verificado com a porcentagem de umidade do solo (UG) onde houve apenas diferença para espaçamentos e épocas, na camada de 0 a 0,10 e dos capins e épocas para a UG na camada de 0,20 a 0,40 m. Todavia, notou-se uma diminuição desses atributos em relação a análise inicial (instalação do experimento), evidenciando a melhoria do solo, com condições adequadas para um bom desenvolvimento de raízes e radículas das plantas, evitando o impedimento para seu crescimento normal.

Na tabela 25, constam os valores de Estoque de carbono (EC) em toneladas por hectare. É importante salientar que os valores para o estoque de carbono (EC) estudados na presente pesquisa, em todas as épocas de avaliação evidenciou incrementos em relação aos verificados no início do experimento, que se encontrava em média, na faixa de 38,0 a 39 t ha⁻¹ na camada de 0 - 0,20 m de profundidade, comprovando a importância das práticas conservacionistas implementada no presente estudo.

Com o consórcio e acúmulo de palhada na superfície do solo pelas plantas de cobertura no SPD, além de incrementar a quantidade de C no solo, promove benefícios às culturas, pelo sequestro de carbono no solo que visa a mitigação de gases do efeito estufa, causando menor impacto ambiental na atividade agrícola. Segundo com Kerr (2005), o aumento destes gases na atmosfera tem causado discussões na comunidade científica, devido à elevação da temperatura da biosfera terrestre.

Em regiões de clima tropical, as condições climáticas favorecem a rápida decomposição da matéria orgânica do solo (MOS), fazendo com que haja menor acúmulo de C em relação as regiões de clima temperado. Apesar dessa maior taxa de decomposição de MOS, os solos em regiões de clima tropical podem estocar aproximadamente 32 % do total de C orgânico contido nos solos do planeta (ESWARAN et al., 1993). Deste modo, o sistema de produção proposto no presente experimento, tem como ideal, fomentar a sustentabilidade do sistema ILP em SPD, com obtenção de produtividades adequadas das culturas em todos os sistemas, inclusive mostrando-se ambientalmente sustentáveis, tendo

em vista o incremento de palhada na superfície do solo, a ciclagem de nutrientes pela decomposição dos resíduos vegetais e pelo sequestro de carbono no solo.

Tabela 25- Resistência mecânica à penetração (RMP), umidade gravimétrica (UG) nas camadas de 0 – 0,10; 0,10 – 0,20 e de 0,20 – 0,40 m de profundidade e estoque de carbono (EC) na camada de 0 – 0,20 m, durante a condução de sistemas em função das 3 épocas: após a colheita dos consórcios nos espaçamentos de 0,45 e 0,90 m entrelinhas, após os cortes das forrageiras remanescentes com ou sem adubação nitrogenada (50 kg ha⁻¹ corte⁻¹) e após a colheita da soja semeada sobre a palhada das forrageiras. Selvíria – MS (2014).

Tratamento (T)	RP ¹	RP ²	RP ³	UGR ¹	UGR ²	UGR ³	EC (t ha ⁻¹)
	MPa			%			
Análise inicial	3,85	2,95	2,49	20,0	21,7	21,44	38,81
	ns	ns	*	ns	ns	*	*
Capim-Xaraés	2,58	2,42	2,35a	21,3	19,02	22,3	40,49b
Capim-Tanzânia	2,58	2,43	2,29b	20,9	21,80	22,4	41,50a
Esp.(ES)	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns
0,45 m	2,58	2,42	2,35	21,3	21,03	23,1	40,60
0,90 m	2,59	2,43	2,32	22,9	20,33	23,6	41,39
Dose de N (kg ha⁻¹)	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*
0	2,55	2,42	2,36	22,2	20,88	22,8	40,51b
50	2,61	2,43	2,33	21,7	20,12	21,9	41,42a
Época (EP)	ns	ns	*	*	ns	*	**
1 ^a	2,58	2,41	2,42a	21,2ab	20,2	23,5a	40,23b
2 ^a	2,57	2,46	2,38a	23,2a	23,2	21,2b	42,95a
3 ^a	2,59	2,41	2,29b	20,4b	23,4	23,4a	40,81b
DMS	0,08	0,12	0,09	2,21		1,20	1,24
ANAVA (P>F)							
T	0,983	0,899	0,048	0,772	0,550	0,079	0,019
ES	0,804	0,920	0,449	0,044	0,321	0,229	0,069
DN	0,141	0,928	0,321	0,334	0,770	0,323	0,048
EP	0,910	0,547	0,033	0,031	0,010	0,540	0,006
T x ES	0,997	0,493	0,122	0,088	0,133	0,411	0,188
T x N	0,988	0,433	0,633	0,219	0,221	0,401	0,498
T x EP	0,611	0,965	0,771	0,248	0,431	0,336	0,982
ES x DN	0,803	0,200	0,102	0,485	0,067	0,656	0,245
ES x EP	0,065	0,056	0,056	0,067	0,449	0,934	0,100
N x EP	0,809	0,127	0,400	0,092	0,323	0,992	0,058
T x ES x DN	0,992	0,077	0,193	0,055	0,102	0,111	0,873
T x ES x EP	0,060	0,940	0,310	0,065	0,802	0,134	0,063
ES x DN x EP	0,083	0,201	0,070	0,083	0,078	0,050	0,241
T x ES x DN x EP	0,068	0,400	0,305	0,091	0,086	0,092	0,142
REP	0,991	0,791	0,881	0,033	0,022	0,073	0,750
DMS	0,087	0,09	0,05	1,12	1,72	2,10	0,84
Média geral	2,58	2,42	2,34	21,67	22,35	21,04	41,01
CV (%)	5,80	6,55	9,03	10,22	10,03	3,40	3,54

Médias seguidas de mesma letra, não diferem pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. *,** significativo a 5 e 1%. ¹ 0,00-0,10m; ² 0,10-0,20m; ³ 0,20-0,40 m. **Fonte:** Próprio Autor.

4.5 ANÁLISE E DESEMPENHO DA ATIVIDADE ECONÔMICA DO SISTEMA DE INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA SOB SISTEMA PLANTIO DIRETO.

Os investimentos iniciais com o preparo de solo e a calagem não foram considerados, uma vez que estas práticas não foram realizadas, principalmente por se tratar de uma área com 9 anos de adoção do sistema plantio direto (SPD) no momento da instalação do experimento. Este fato contribuiu para a redução dos custos iniciais na implantação dos consórcios para produção de silagem, das espécies forrageiras na entressafra e da cultura da soja em sucessão.

Na Tabela 2, encontra-se a estimativa do custo operacional total obtido com a implantação do consórcio milho com capim-Xaraés e capim-Tanzânia irrigado por sistema de pivô central, na safra de 2012/2013 no município de Selvíria (MS). Verificou-se que o custo operacional efetivo (COE), que é composto por despesas com as operações e insumos, foi de R\$ 3.016,59 ha⁻¹ e o custo operacional total (COT), de R\$ 4.921,87 ha⁻¹. Nas operações que compõem o COE, gastos com insumos e operações mecanizadas foram os mais elevados (26,05% e 35,23%, respectivamente). Os maiores gastos com os insumos foram atribuídos as sementes de milho, seguido pelo adubo e Nitrogênio - ureia utilizados na semeadura e em cobertura do milho em consórcio (7,11%, 5,58% e 6,52%, respectivamente).

Em trabalho realizado por Costa (2014), analisando o desempenho técnico e econômico de milho, sorgo e soja em sucessão, a maior oneração foram os custos com a colheita do material para silagem, transporte da forrageira e irrigação, totalizando mais de 57% dos gastos efetivos e que os custos com fertilizantes e sementes, que são insumos básicos na implantação do sistema foram também os componentes que mais oneraram, o que foi também evidenciado neste experimento, em relação aos gastos pelo COT no presente experimento.

Tabela 26- Custo operacional total do sistema de integração (ILP) para os consórcios Milho/capim-Xaraés e Milho/capim-Tanzânia para a produção de silagem e colheita de grãos. Selvíria, Mato Grosso do Sul. Safra 2012/2013.

CONSÓRCIO MILHO				
Descrição	Espec.	Coefficiente	Valor Unitário	Valor Total
A- Operações				
Dessecação	HM	0,6	85,14	51,08
Roçagem (Triton)	HM	1,0	72,71	72,71
Semeadura do milho	HM	1,1	190,00	209,00
Semeadura das forrageiras	HM	1,4	110,00	154,00
Adubação de cobertura do milho	HM	0,6	60,28	36,17
Colheita do milho/Silagem 1ª epo.	HM	3,0	86,50	259,50
Colheita do milho/Silagem 2ª epo.	HM	3,0	86,50	259,50
Colheita do milho/Prod 3ª epo.	HM	3,0	108,75	326,25
Transporte da silagem	HM	1,5	60,28	90,42
Compactação da silagem	HM	1,5	55,00	82,50
Pulverização (2x)	HM	1,0	60,00	60,00
Irrigação (pivô)	mm	100	1,33	133,00
B- Insumos				
Fertilizantes				
Adubo N-P-K (08-28-16)	kg/ha	250	1,10	275,00
Uréia (cobertura)	kg/ha	200	1,40	280,00
Sementes				
Milho (AG 8088 YG)	sc/ha	1,0	350,00	350,00
<i>Braquiária ruzhizienis</i> cv. Xaraés	kg/ha	7 (VC = 76%)	15,00	105,00
<i>Panicum maximum</i> cv. Tanzânia	kg/ha	7 (VC = 72%)	20,00	140,00
Defensivos Agrícolas				
Herbicida Glyphosate	l/ha	4,0	12,00	48,00
Inseticida imidacloprido + tiodicarbe	l/ha	0,3	115,00	34,50
Inseticida metomil (2x)	l/ha	1,2	16,80	20,16
Inseticida triflumurom (2x)	l/ha	0,2	149,00	29,80
Custo Operacional Efetivo (COE)				3016,59
Outras Despesas (5% do COE)				150,83
Juros de Custeio				82,96
Depreciação				1671,49
Custo Operacional Total (COT)				4921,87

Fonte: Próprio Autor.

Em relação à participação da silagem e composição bromatológica, verificaram-se elevadas produções de proteína bruta (PB) e nutrientes digestíveis totais (NDT) por

área (Tabela 3), sendo estes fatores de extrema importância para a adequada nutrição animal. Em relação à PB, foram constatadas elevadas produtividades, com valores entre 3.601 kg ha⁻¹ no consórcio milho capim-Xaraés (1ª época) a 4.372 kg ha⁻¹ no consórcio milho/capim-Tanzânia (1ª época) e 1.045 kg ha⁻¹ e 1.068 kg ha⁻¹ em milho/capim-Tanzânia (2ª época) Esses resultados evidenciam a eficácia dos consórcios, que podem resultar em elevadas quantidades de energia ha⁻¹, garantindo um adequado valor energético em silagens principalmente na região de cerrado que foi a área de estudo do presente experimento.

Tabela 27 - Custo operacional total (COT), produtividade de massa seca (PMS), quantidade de proteína bruta (PB) e nutrientes digestíveis totais (NDT) (kg ha⁻¹) da silagem de planta inteira, em função do consórcio com capim-Xaraés e capim-Tanzânia em três épocas (1ª silagem de planta inteira e 2ª silagem de grãos úmidos) na ILP no sistema plantio direto. Selvíria. Mato Grosso do Sul. Safras 2012/2013.

Tratamentos	COT	PMS	PB	NDT
	R\$ ha ⁻¹	kg ha ⁻¹	kg ha ⁻¹	kg ha ⁻¹
1MCX (0,45)	4.196,27	41.538	3.601	30.845
1MCX (0,90)	4.231,27	49.129	4.372	37.514
1MCT (0,45)	4.196,27	50.140	4.566	39.443
1MCT (0,90)	4.231,27	51.203	4.211	39.214
2MCX (0,45)	4.336,27	10.347	1.027	9.889
2MCX (0,90)	4.336,27	9.557	1.051	8.457
2MCT (0,45)	4.336,27	9.758	1.045	8.282
2MCT (0,90)	4.336,27	9.860	1.068	8.588

MCX – Capim-Xaraés; **MCT** – Capim-Tanzânia. (1) Época referente a silagem de planta inteira; (2) Época referente a produtividade de grãos úmidos -25% no aparecimento da camada negra (baseado na produção de grãos por hectares e custo da colheita de grãos) – 0,45 e 0,90 espaçamento entre planta de milho. **Fonte:** Próprio Autor.

Os maiores valores de NDT proporcionados pelas silagens ficaram entre 39.443 kg ha⁻¹ no consórcio milho capim-Tanzânia (1ª época-planta inteira) em espaçamento de 0,45 m e 8.588 em milho capim Tanzânia (2ª época-silagem de grãos úmidos) em espaçamento de 0,90 m, porém, os resultados obtidos não foram discrepantes pelo espaçamento adotado, proporcionando desta maneira, um material com boa qualidade nutricional. Desta forma, demonstram-se as vantagens dos consórcios nos sistemas de produção na ILP sob SPD. Em termos de comparação, o presente trabalho apresentou resultados superiores aos obtidos por Leonel et al. (2008), que avaliaram o consórcio do capim-braquiária e milho quanto à produtividade das culturas e as características qualitativas das silagens das plantas em diferentes idades. Esses autores afirmaram que,

em todas as avaliações, os maiores valores de PMS, NDT e PB foram obtidos quando o milho foi consorciado com a braquiária. Dentre esses estudos, destacam-se os resultados obtidos por Zago (2002), avaliando estes mesmos atributos em silagens de sorgo, que relatou produção de NDT de 4.400 a 10.800 kg ha⁻¹.

Na produtividade de grãos, observa-se que mediante o consórcio de milho com capim-Xaraés, a produtividade foi maior em relação o consórcio com Tanzânia, tal fato explicado pelo processo de competição inicial das forrageiras, que no caso do capim-Xaraés, foi bem menor que em relação ao capim-Tanzânia pelo seu hábito mais ereto de crescimento. Verificou-se ainda o reduzido custo de produção das silagens nos consórcios de milho com forrageiras. Assim, os valores de produção variaram entre R\$ 0,08 a R\$ 0,09 para cada kg de matéria seca de silagem produzida. Entretanto, tais custos foram inferiores aos R\$ 0,20 por kg de massa seca de silagem de milho relatado no Anualpec (2013). Sendo assim, pode-se considerar que houve uma diluição dos custos devido à alta produtividade de massa seca.

Os custos na obtenção dos teores de PB e NDT por área também foram bastante atrativos, com valores mínimos de R\$ 0,90 a R\$ 1,10 para cada kg PB produzido por hectare, e de R\$ 0,12 a R\$ 0,10 para cada kg de NDT produzido por hectare. Portanto, os valores dos custos de produção obtidos demonstraram as vantagens da utilização destas espécies na produção de silagem de qualidade e os reduzidos custos na produção de alimentos energéticos na região em estudo, levando-se em consideração as mesmas condições adotadas na presente pesquisa.

Os valores de PB e NDT para a silagem de grãos úmidos assemelham-se a produtividade de grãos. Uma vez que, o ponto de colheita se encontrava no aparecimento da camada negra (aproximadamente 25% de umidade) com produtividade de 10.347; 9.860; 9.758 e 9.557 kg ha⁻¹ para consórcio milho capim Xaraés e milho capim Tanzânia em espaçamento de 0,45 e 0,90 m entrelinha, respectivamente. Ao comparar o custo na obtenção de PB e NDT produzido por hectare, para a grãos úmidos o valor de PB em kg ha⁻¹ foi de R\$ 0,33 a 0,31 para cada kg de PB e R\$ 0,37 e 0,39 para cada kg de NDT nos consórcios milho capim-Xaraés e Tanzânia em 0,45 e 0,90 m entrelinha, respectivamente. Sendo assim, mais oneroso em relação a produção de silagem de planta inteira.

Em relação à condução das espécies forrageiras após consórcio, os custos verificados durante o manejo dos capins, no período de outono/primavera (5 cortes),

foram os mesmos para ambas as espécies forrageiras, uma vez que foram adotados os mesmos procedimentos em todos os tratamentos (manejo de corte e adubação nitrogenada). No caso da presente pesquisa, nos tratamentos em que as espécies forrageiras foram implantadas por ocasião do consórcio com a cultura do milho (implantadas ao mesmo tempo), os custos de implantação foram inseridos na avaliação econômica da produção de silagem tanto de planta inteira, como de grãos úmidos, uma vez que, após a colheita dos consórcios para silagem e colheita de grãos para produção, os capins já estavam estabelecidos na área, apenas sendo manejados.

Com isso, os custos diferiram apenas aos tratamentos com e sem adubação nitrogenada, sendo os custos sem aplicação de N, contabilizados apenas o uso da irrigação da área durante os meses de maio à outubro (cinco cortes), além da roçagem dos capins, uma vez que o pastejo foi simulado. Entretanto, nos tratamentos que receberam adubação nitrogenada durante o manejo de corte (50 kg ha^{-1} de N corte⁻¹, totalizando 250 kg ha^{-1} de N ano⁻¹), os custos no período foram bem maiores, totalizando aproximadamente R\$ 1.137,77, em comparação ao tratamento sem aplicação de N com custos de R\$ 668,75, evidenciando o alto custo na aplicação de nitrogênio na forma de uréia.

Entretanto, os custos foram atribuídos na receita da soja, pela continuidade do sistema, levando-se em conta que os manejos das espécies forrageiras, mesmo em relação ao manejo adubado com nitrogênio, pudessem incrementar a lucratividade da soja pelo caráter conservacionista da pesquisa. Segundo Costa (2014) em que as espécies forrageiras utilizadas como palhada no SPD, os resíduos vegetais aumentam a eficiência do sistema de produção, com melhor ciclagem de nutrientes, podendo inclusive melhorar os atributos químicos e físicos do solo.

De acordo com Calvo et al. (2010), a palhada na superfície do solo é importante ainda para a manutenção e a proteção do sistema solo-planta, beneficiando a conservação da umidade e favorecendo a biota do solo e a ciclagem de nutrientes. Pelo caráter conservacionista, apesar do alto custo com o manejo da pastagem nos tratamentos adubados, deve-se ressaltar que as pastagens adubadas com N, além propiciarem maior produção de matéria seca (MS), podem melhorar eficiência e conversão na alimentação animal, com maiores ganhos de peso.

Tabela 28 - Estimativa do custo operacional total durante o manejo de corte das espécies forrageiras *U. brizantha* cv. Xaraés e *M. maximum* cv. Tanzânia no período de entressafra, após a colheita do consórcio para silagem e produção de grãos, em um hectare na ILP sob SPD. Selvíria, Mato Grosso do Sul. Safra 2012/2013.

FORRAGENS				
<i>Sem aplicação de N</i>				
Descrição	Espec.	Coefficiente	Valor Unitário	Valor Total
A- Operações				
Roçagem 5x (Triton)	HM	2,5	72,71	181,78
Irrigação	mm	150	1,60	240,00
Custo Operacional Efetivo (COE)				421,78
Outras Despesas				21,09
Juros de Custeio				11,60
Depreciação				214,29
Custo Operacional Total (COT)				668,75
FORRAGENS				
<i>Com aplicação de 50 kg ha⁻¹ de N corte⁻¹</i>				
Descrição	Espec.	Coefficiente	Valor Unitário	Valor Total
A- Operações				
Roçagem 5x (Triton)	HM	2,5	72,71	181,78
Irrigação	mm	150	1,60	240,00
Adubação de cobertura	HM	1	60,28	60,28
B- Insumos				
Ureia 5x	kg/ha	250	1,50	375,00
Custo Operacional Efetivo (COE)				857,06
Outras Despesas				42,85
Juros de Custeio				23,57
Depreciação				214,29
Custo Operacional Total (COT)				1137,77

Fonte: Próprio Autor.

A maior produção dos capins exerce ainda um papel fundamental no ambiente de produção, melhorando os atributos do solo e como citado anteriormente, proporcionando palhada para continuidade do SPD na região em estudo, tendo em vista que pastagens degradadas impedem a utilização da área agrícola, prejudicando a rentabilidade do produtor rural.

No entanto, os custos de recuperação de pastagens degradadas são de aproximadamente R\$ 2.500,00 ha⁻¹ (ANUALPEC, 2012). Em trabalho realizado por Pariz et al. (2009), avaliando consórcio de diferentes capins com a cultura do milho, verificaram margem de contribuição positiva em comparação com o milho semeado sem consórcio. Assim, o custo de formação da pastagem foi amortizado pela lavoura de milho. Portanto, no presente trabalho de pesquisa, os custos de produção de silagens

foram superiores aos R\$ 2.500,00 ha⁻¹, porém, os custos são diluídos pela produção do sistema ILP em SPD, onde o produtor pode ganhar com a produção de silagem, produção de grãos e produção de soja em sucessão.

Em relação os custos da produção de soja verifica-se na tabela 4, que os custos de produção foram menores em relação à implantação e condução inicial do sistema na semeadura do consórcio, colheita, transporte de silagem e colheita de produção de grãos, (Tabela 2) com COT de R\$ 2.455,62 e COE de R\$ 1.481,11, dos quais, 30,28% dos custos foram com sementes, semeadura e adubação, irrigação e colheita durante as etapas do ciclo produtivo da cultura.

Nota-se que durante a realização dos custos para a produção de soja em sucessão as forrageiras, os custos com aplicação de herbicida, foram realizados apenas na dessecação dos capins para a semeadura da soja. Durante a condução da soja, não foram utilizados herbicidas pelo fato de ter ocorrido elevada produção de cobertura vegetal (massa verde), suprimiu a emergência de plantas daninhas contribuindo para minimizar gastos nestas operações. No entanto, enfatizando a importância dos custos agrícolas da atividade em sistemas de produção, segundo Neves e Andia (2003), relataram que o sucesso não deve somente a um componente isolado para a análise da rentabilidade de cada sistema, mas também como parâmetro essencial na tomada de decisão e de capitalização do setor rural.

De acordo com Menegatti e Barros (2007), há inovações com opções seguras, que possam permitir a redução do uso dos fatores de produção, mantendo a produtividade e melhorando o ambiente, devendo por vezes, ser adotadas e analisadas com critério e atenção.

Tabela 29 - Estimativa do custo operacional total da cultura da soja em sucessão as forrageiras *U. brizhanta* cv Xaraés e *M. maximum* cv Tanzânia sob SPD. Selvíria, Mato Grosso do Sul. Safra 2013/2014.

SOJA				
Descrição	Espec.	Coefficiente	Valor Unitário	Valor Total
A- Operações				
Dessecação	HM	0,6	85,14	51,08
Roçagem (Triton)	HM	0,5	72,71	36,36
Semeadura e adubação	HM	1,1	190,00	209,00
Pulverização (3x)	HM	1,5	60,00	90,00
Colheita da soja	HM	1,5	86,50	129,75
Irrigação (pivô)	mm	100	1,55	155,00
B- Insumos				
Fertilizantes				
Adubo N-P-K (2-28-16)	kg/ha	250	1,50	375,00
Sementes				
Soja cultivar BRS Valiosa RR	sc/ha	1	250,00	250,00
Defensivos Agrícolas				
Herbicida Glyphosate	l/ha	4	12,00	48,00
Inoculante soja	l/ha	0,2	10,00	2,00
Inseticida fisiológico	l/ha	0,3	350,00	105,00
Fungicida piraclostrobina	l/ha	0,5	60,00	30,00
Custo Operacional Efetivo (COE)				1481,19
Outras Despesas				74,06
Juros de Custeio				40,73
Depreciação				859,64
Custo Operacional Total (COT)				2455,62

Fonte: Próprio Autor.

Em relação à tabela 5, consta a produtividade de grãos (saca 60 kg ha⁻¹), receita bruta (R\$/ha), o custo com operações totais (R\$/ha), lucro operacional (R\$/ha) e o índice de lucratividade (%), sendo este o indicador que estabelece um índice percentual para representar o lucro obtido na atividade nas safras agrícolas de 2013/2014. O preço de venda em média na região de Andradina estava em torno de R\$ 30,00 a saca para o milho e o preço da soja com preço médio de R\$ 68,00. Foi realizado para efeito de lucro operacional do milho, o COT total contabilizando os gastos para ensilagem na implantação do experimento.

Nota-se que foram realizados como custo de produção e rentabilidade da produtividade de grãos de milho, apenas para produção de grãos, excluindo do COT as

operações com colheita de silagem, compactação e transporte da silagem. Verifica-se que em relação à produção de milho, a maior produtividade de grãos foi nos consórcios milho com capim-Xaraés e no espaçamento de 0,45 m. Ressalta-se então, que este tratamento proporcionou menor competição em relação ao capim Tanzânia, obtendo-se assim maior produtividade com rendimento de 173,83 sacas ha^{-1} , com índice de 15,57% de lucratividade, apresentando uma produtividade elevada pelo fato de estar em uma região de cerrado de baixa altitude.

Segundo Kluthcouski e Aidar (2003), ao avaliar a produtividade de grãos de 18 cultivares de milho consorciado com forrageiras na estação chuvosa em várias localidades, verificaram-se que a competição interespecífica entre as espécies não reduziu significativamente a produtividade de grãos e também que, na maioria dos locais, ocorreram tendências ao aumento de produtividade no sistema consorciado, pelo fato da não aplicação de herbicida gramínico em pós-emergência, que reduziu possíveis efeitos fitotóxicos ao milho. De acordo com Costa (et al., 2012), em experimentos recentes, onde há maior adoção de técnicas e tecnologias adequadas às condições do Cerrado e com foco também na produção de grãos, a produtividade do milho consorciado com plantas do gênero *Uroclhoa* é alta (em geral, acima de 6 t ha^{-1}) e, muitas vezes, supera as obtidas em cultivo solteiro.

A sucessão de culturas após forrageiras está sendo muito estudada ultimamente, pelo fato de a cultura sucessora, aproveitar os resíduos da palhada, e, conseqüentemente utilizar os nutrientes dessas gramíneas que são disponibilizados durante o desenvolvimento das culturas. Em relação à soja em sucessão, no presente estudo, verificou-se que o melhor tratamento foi a sucessão da soja em capim Tanzânia que não foram manejado com doses de N (250 kg ha^{-1} N) durante os cinco cortes, obtendo-se assim, maior índice de lucratividade que foi em 24,92%.

Embora sendo importante o manejo de N em forrageiras em detrimento da melhor qualidade bromatológica, quando colocamos uma cultura em sucessão, como a soja, o suprimento de N não é requerido em quantidades altas, uma vez que a soja, pelo advento da simbiose na inoculação do *rizhobium* não se torna preocupante e limitante para a cultura.

Tabela 30 - Produtividade de silagem ($T\ ha^{-1}$) e grãos (saca/ha), receita bruta (RB), custo operacional total (COT), lucro operacional (LO) e indicadores de lucratividade (IL) da silagem de planta inteira, grãos-úmidos e produção de soja em sucessão no sistema ILP em SPD. Selvíria. Mato Grosso do Sul. Safra 2012/2013/2014.

Tratamentos Milho/Produção	Sacas (60 kg/ha)	Receita Bruta	COT (R\$/ha)	LO (R\$/ha)	IL (%)
MCX (0,45)	173,83	5.214,90	4.402,87	812,03	15,57
MCX (0,90)	160,67	4.820,10	4.402,87	417,23	8,65
MCT (0,45)	171,67	5.150,10	4.402,87	747,23	14,43
MCT (0,90)	165,83	4.974,90	4.402,87	572,03	11,49

Tratamentos Soja em sucessão	Sacas (60 kg/ha)	Receita Bruta	COT (R\$/ha)	LO (R\$/ha)	IL (R\$/ha)
Com manejo de N* ($50\ kg\ ha^{-1}$)					
SMX	50,35	3.423,80	3.593,39	-168,59	-4,92
SMT	59,06	4.016,08	3.593,59	422,49	10,52
Sem manejo de N ($0\ kg\ ha^{-1}$)					
SMX	56,16	3.818,88	3.124,37	694,51	18,19
SMT	61,20	4.161,60	3.124,37	1.037,23	24,92

MCX: Milho em consórcio com capim Xaraés; **MCT:** Milho em consórcio com capim braquiária; **SMX:** Soja em sequencia a capim braquiária; **SMT:** Soja em sequencia a capim Tanzânia. **Fonte:** Próprio Autor.

No entanto, o capim Tanzânia sem o manejo de N apresentou a maior produtividade e rendimento econômico em relação aos capins manejados, sendo verificado até um índice de lucratividade negativo (-4,92) como evidenciado pela soja em sucessão a braquiária manejado com N.

Contudo, deve-se salientar que os custos totais no presente estudo, foram acrescidos com as depreciações de maquinários utilizados. Como o valor de depreciação é um custo dito “não-caixa”, ou seja, não apresenta desembolso imediato, muitos não contabilizam como custo. Dessa forma, a depreciação deve ser computada como custo operacional na atividade agrícola, portanto deve sim constar na formação do custo total de produção.

Porém, os resultados obtidos na presente pesquisa demonstram o potencial de utilização dessas espécies como plantas de cobertura para a região do Cerrado. Segundo Rosolem et al., (2003), salientam que mesmo aos 180 DAM após a dessecação das espécies forrageiras, ainda havia quantidades consideráveis de nutrientes estruturais na

palhada, principalmente de N, P, Ca e Mg, em que estes podem ainda ser utilizados pelos cultivos subsequentes, principalmente em períodos de entressafra, pois além de acumularem razoável quantidade de biomassa, promovem a reciclagem de nutrientes e sua liberação gradativa, na qual a sua disponibilidade pode ser rápida e intensa, dependendo, dentre outros fatores, do regime de chuvas, da espécie empregada e do tipo de solo.

5 CONCLUSÕES

Para a produção de grãos ou silagem de grãos úmidos recomenda-se o consórcio milho com capim-Xaraés, independente do espaçamento entre linhas de 0,90 ou 0,45 m. Enquanto que, para a produção de silagem de planta inteira, em quantidade e qualidade satisfatória, recomenda-se o consórcio do milho com o capim Tanzânia em cerrado de baixa altitude.

A variação de tempo para a colheita do milho para a produção de silagens ou grãos não interferiu na produção ou composição químico-bromatológica dos capins Xaraés e Tanzânia estabelecidos no consórcio.

A adubação nitrogenada das forrageiras após o consórcio com milho não refletiu em incremento na produtividade de matéria seca (PMS) e na composição nutricional e bromatológica dos capins em área sob nove anos em sistema plantio direto.

Em condições irrigadas no cerrado, visando o incremento da produtividade de soja em sucessão as forrageiras tropicais, recomenda-se a semeadura do capim Tanzânia em consórcio com o milho, independentemente se o capim for ou não adubado com N nos cortes antecessores.

Mesmo com tráfego de máquinas e implementos, alta exportação de nutrientes via silagem, grãos e forragens, houve pequena variação na fertilidade do solo e de sua qualidade física, bem como dos estoques de carbono, demonstrando a eficiência de sistemas que proporcionem cobertura vegetal do solo.

Visando a sustentabilidade aliada a lucratividade do sistema, o capim Tanzânia sem adubação nitrogenada de cobertura apresentou a maior produtividade e rendimento econômico em relação ao capim Xaraés. Salienta-se ainda, que os custos totais nesse sistema de produção, foram acrescidos com as depreciações de maquinários utilizados sendo custo dito “não-caixa”, evidenciando maior custo de produção.

Os sistemas de produção neste estudo viabilizaram a qualidade do solo e palhada na superfície em quantidade suficiente para dar suporte ao SPD a médio e longo prazo.

REFERÊNCIAS

- AGRIANUAL. **Anuário da agricultura brasileira**. São Paulo: AgraFNP, 2011. p. 104-113.
- AGRIANUAL. **Anuário da agricultura brasileira**. São Paulo: AgraFNP, 2012. 482 p.
- ALCÂNTARA, F. A.; FURTINI NETO, A. E.; PAULA, M. B. de; MESQUITA, H. A. de; MUNIZ, J. A. Adubação verde na recuperação da fertilidade de um Latossolo Vermelho-Escuro degradado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 35, n. ..., p. 277-288, 2000.
- ALBUQUERQUE, J. A.; REINERT, D. J.; FIORIN, J. E.; RUEDELL, J.; PETRERE, C.; FONTINELLI, F. Rotação de culturas e sistemas de manejo do solo: efeito sobre a forma da estrutura do solo ao final de sete anos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 19, n....., p. 115-119, 1995.
- ALBUQUERQUE, C. J. B.; VON PINHO, G. V.; RODRIGUES, J. A. S.; BRANT, R. S.; MENDES, M. C. Espaçamento e densidade de semeadura para o sorgo granífero no semiárido. **Bragantia**, Campinas, v. 70, n. ..., p. 278-285, 2011.
- ALBUQUERQUE, C. J. B.; OLIVEIRA, R. M.; SILVA, K. M. J.; ALVES, D. D.; ALVARENGA, R. C.; BORGES, G. L. F. N. Consórcio de forrageiras tropicais com o sorgo granífero em duas localidades do estado de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 12, n. 1, p. 1-9, 2013a.
- ALBUQUERQUE, C. J. B.; CAMARGO, R.; SOUZA, M. F. Extração de macronutrientes no sorgo granífero em diferentes arranjos de plantas. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 12, n. 1, p. 10-20, 2013b.
- ALMEIDA FILHO, S. L.; FONSECA, D. M.; GARCIA, R.; OBEID, J. A.; OLIVEIRA, J. S. e. Características agronômicas de cultivares de milho (*Zea mays* L.) e qualidade dos componentes da silagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 28, n. 1, p. 7-13, 1999.
- ALVARENGA, R.C.; PORFIRIO-DA-SILVA, V.; NETO, M.M.G.; VIANC, M.C. M.; VILELA, L. Sistema integração lavoura-pecuária-floresta: condicionamento do solo e intensificação da produção de lavouras. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 31, n. 257, p. 59-67, 2010.
- AMADO, T. J. C. Manejo da palha, dinâmica da matéria orgânica e ciclagem de nutrientes em plantio direto. In: ENCONTRO NACIONAL DE PLANTIO DIRETO NA PALHA, 7., 2000, Foz do Iguaçu. **Anais...** Ponta Grossa: FEBRAPDP, 2000. p. 105-111.

AMADO, T. J. C.; MIELNICZUK, J.; AITA, C. Recomendação de adubação nitrogenada para o milho no RS e SC adaptada ao uso de culturas de cobertura do solo, sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 26, n. 1, p. 241-248, 2002.

AMARAL, R.C., BERNARDES, T.F., SIQUEIRA, G.R., REIS, R.A. Características fermentativas e químicas de silagens de capim-marandu produzidas com quatro pressões de compactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 36, n., p. 532-539. 2007.

AMARAL FILHO, J. P. R.; FORNASIERI FILHO, D.; FARINELLI, R.; BARBOSA, J. C. Espaçamento, densidade populacional e adubação nitrogenada na cultura do milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 29, n. 3, p. 467-473, 2005.

AMBROSI, I.; SANTOS, H.P.; FONTANELI, R.S.; ZOLDAN, S.M. Lucratividade e risco de sistemas de produção de grãos combinados com pastagens de inverno. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 10, p. 1213-1219, 2001.

ANDREOTTI, M.; ARALDI, M.; GUIMARÃES, V. F.; FURLANI JUNIOR, E.; BUZETTI, S. Produtividade do milho safrinha e modificações químicas de um Latossolo em sistema plantio direto em função de espécies de cobertura após calagem superficial. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 30, n., p. 109-115, 2008.

ANGHINONI, I. Fertilidade do solo e seu manejo em sistema plantio direto. In: NOVAIS, R. F.; V. ALVARES, V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (Ed.). **Fertilidade do solo**. Viçosa, MG: SBCS, 2007. p. 873-928.

ANUALPEC. **Anuário da pecuária brasileira**. São Paulo: AgraFNP, 2010. p. 182-192.

ANUALPEC. **Anuário da pecuária brasileira**. São Paulo: Instituto FNP, 2012. 378 p.

ASSOCIATION OFFICIAL ANALITICAL CHEMISTRY- AOAC. **Official methods of analysis**. 13. ed. Washington: AOAC, 1995. 1015 p.

AVELINO, P. M.; NEIVA, J. N. M.; ARAUJO, V. L.; ALEXANDRINO, E.; BOMFIM, M. A. D.; RESTLE, J. Composição bromatológica de silagens de híbridos de sorgo cultivados em diferentes densidades de plantas. **Revista Ciência Agronômica**, v. 42, n. 1, p. 208-215, 2011.

BALBINOT JÚNIOR, A.A.; MORAES, A.; VEIGA, M.; PELISSARI, A.; DIECKOW, J. Integração lavoura-pecuária: intensificação de uso de área agrícolas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 6, p. 1925-1933, 2009.

BALSALOBRE, M.A.A.; NUSSIO, L.G.; MARTHA JR., G.B. Controle de perdas na produção de silagens de gramíneas tropicais. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: ESALQ, 2001. p. 890-911.

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

BAYER, C.; MIELNICZUK, J.; AMADO, T. J. C.; MARTINNETO, L.; FERNANDES, S. V. Organic matter storage in a sandy clay loam Acrisol affected by tillage a cropping systems in southern Brazil. **Soil and Tillage Research**, v. 54, n. ..., p.101-109, 2000.

BENETT, C.C.S.; BUZETTI, S.; SILVA, K.S.; BERGAMASCHINE, A.F.; FABRICIO, J.A. Produtividade e composição bromatológica do capim-Marandu a fontes e doses de nitrogênio. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 5, p. 1629-1636, 2008.

BERNOUX M.; ARROUAYS D.; CERRI C.C.; BOURENNANE H. Modeling vertical distribution carbon in Oxisols of the Western Brazilian Amazon (Rondônia). **Soil Science**, Rutgers University, v. 163, n. ..., p. 941-951, 1998.

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**, Brasília, DF, v. 42, n. ..., p. 1269-1276, 2007.

BORTOLINI, C.G. Rotação de culturas no sistema plantio direto. In: ENCONTRO DE PLANTIO DIRETO NO CERRADO, 8., 2005, Tangará da Serra. **Anais...** Tangará da Serra: Gráfica e Editora Sanches, 2005. p. 115-118.

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**, Botucatu, v. 21, n. 3, p. 19-33, 2006.

BORGHI, E.; CRUSCIOL, C.A.C. Produtividade de milho, espaçamento e modalidade de consorciação com *Brachiaria brizantha* no SPD. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n. 2, p. 163-171, 2007.

CAMPOS, F. P.; NUSSIO, C. M. B.; NUSSIO, L. G. Métodos de análises de alimentos. Piracicaba: FEALQ, 2004. 135 p.

CAPELLE, E. R.; VALADARES FILHO, S. C.; SILVA, J. F. C.; CECON, P. R. Estimativas do valor energético à partir de características químicas e bromatológicas dos alimentos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, n. 6, p. 1837-1856, 2001.

CARNEIRO, M.A.C.; SOUZA, E.D.; REIS, E.F.; PEREIRA, H.S.; AZEVEDO, W.R. Atributos físicos, químicos e biológicos de solo de Cerrado sob diferentes sistemas de uso e manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 33, n. ..., p. 147-157, 2009.

CARVALHO, P. C. F.; ANGHINONI, I.; MORAES, A.; SOUZA, E.D.; SULC, R. M.; LANG, C. R.; FLORES, J. P. C.; LOPES, M. L. T.; SILVA, J. L. S.; CONTE, O.; WESP, C. L.; LEVIEN, R.; FONTANELI, R. S.; BAYER, C. Managing grazing animals to achieve nutrient cycling and soil improvement in no-till integrated systems. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, Springer Netherlands, v.87, n. ..., p 259.-273. 2010a.

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

CASTRO, F.G.F., NUSSIO, L.G., HADDAD, C.M., CAMPOS, F.P., COELHO, R.M., MARI, L.J.; TOLEDO, P.A. Características de fermentação e composição químico-bromatológica de silagens de capim-tifton 85 confeccionadas com cinco teores de matéria seca. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, n. ..., p. 7-20, 2006.

CAVALCANTE, A. C. R.; PEREIRA, O. G.; GARCIA, R.; et al. Consumo e digestibilidade de dietas contendo feno de capim-tifton 85 e silagem de milho para bovinos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., 2002, Recife. **Anais...** Recife: SBZ, 2002. 1CD ROM. Nutrição de Ruminantes.

CEZAR, E. **Técnicas simples e baratas evitam a degradação das pastagens.**

Embrapa gado de corte, Campo Grande, MS, 2007. Disponível em:

<http://www.cnpqg.embrapa.br/index.php?pagina=bancodenoticias/03082007_degradacao.htm>. Acesso em: 24 maio 2013.

CHIODEROLI, C. A.; MELLO, L. M. M.; GRIGOLLI, P. J.; FURLANI, C. E. A.; SILVA, J. O. R.; CESARIN, A. L. Atributos físicos do solo e produtividade de soja em sistema de consórcio milho e braquiária. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 16, n. ..., p. 37-43, 2012.

CHIODEROLI, C. A.; MELLO, 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. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 30, n. 6, p. 1101-1109, 2010.

COBUCCI, T.; WRUCK, J.; KLUTHCOUSKI, J.; CAVALCANTE, L.M.; MARTHA JÚNIOR, G.B.; CARNEVALLI, R.A.; TEIXEIRA, S.R.; POLINÁRIA, A.; TEIXEIRA, M. Opções de integração lavoura-pecuária e alguns de seus aspectos econômicos. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 28, n. 240, p. 64-79, 2007.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO -CONAB. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos 2011/2012: sétimo levantamento –**

Agosto/2012. Brasília: Local de Edição, ano de publicação. Disponível em:

<<http://www.conab.gov.br>>. Acessado em: 23 ago 2012.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO- CONAB. Séries históricas relativas às safras 1976/77 a 2012/2013 de área plantada, produtividade e produção.

Brasília, DF: CONAB, 2013. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1253>> Acesso em: 5 mar. 2013.

CORAZZA, E.J.; SILVA, J.E.; RESCK, D.V.S.; GOMES, A.C. Comportamento de diferentes sistemas de manejo como fonte e depósito de carbono em relação à vegetação de cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 23, n. ..., p. 425-432, 1999.

CORONEL, D. A. **Fontes de crescimento e orientação regional das exportações brasileiras do complexo soja**. 2008. 112 f. Dissertação (Mestrado em Agronegócios)- Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 2008.

COSTA, N. R. **Desempenho técnico e econômico da produção de milho e sorgo para silagem e soja em sucessão em sistema irrigado de integração lavoura-pecuária no cerrado**. 2014. 226 f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”- UNESP, de Ilha Solteira, 2014.

COSTA, N. R.; OLIVEIRA, P. S. R.; GUALBERTO, R.; SOUZA, L. S.; MONTALVÃO, P. C. Densidades e formas de semeadura do capim-braquiária e produtividade do milho na integração lavoura-pecuária. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, João Pessoa, v. 7, n. 4, p. 61-68, 2013.

COSTA, N. R., ANDREOTTI, M., GIOIA, M. T., TARSITANO, M. A. A., PARIZ, C. M., BUZETTI, S. Análises técnicas e econômicas no sistema de integração lavoura-pecuária submetido à adubação nitrogenada. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 59, p. 597 - 605, 2012b.

COSTA, M. A. L.; VALADARES FILHO, S. C; VALADARES, R. F. D. Validação das equações do NRC (2001) para predição do valor energético de alimentos nas condições brasileiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG. V. 34, n. 1, p. 280-287, 2005.

COSTA, F. P.; MACEDO, M. C. M. Economic evaluation of agropastoral systems: some alternatives for Central Brazil. In: WORKSHOP ON AGROPASTORAL SYSTEM IN SOUTH AMERICA, Japan. **Proceedings...** Japan: JIRCAS, 2001. p. 57-62. (Working Report, 19).

CORREIA, N.M., DURIGAN, J.C. Influencia do tipo e quantidade de resíduos vegetais associados a herbicidas residuais no desenvolvimento da cultura da soja. **Bragantia**, Campinas, v. 65, p. 421-432, 2006.

CRUSCIOL, C. A. C.; MATEUS, G. P.; NASCENTE, A. S.; MARTINS, P. O.; BORGHI, E.; PARIZ, C. M. An innovate crop-forage intercrop system: early cycle soybean cultivars and palisadegrass. **Agronomy Journal**, Madison, v. 104, n. 4, p. 1085-1095, 2012.

ELFEINK, O.; STEFANIE, J.W.H.; DRIEHUIS, F. et al. Silage fermentation process and their manipulation. In: FAO ELETRONIC CONFERENCE ON TROPICAL SILAGE , Rome, 2000. p. 17-30.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUARIA- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa dos Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: CNPS, 1997. 306 p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUARIA- EMBRAPA. **Manuel de métodos de análise de Solos**: Sistema brasileiro de classificação de solos. Rio de Janeiro: EMBRAPA/CNPS, 1997. 212 p

ESWARAN, H.; van den BERG, E.; REICH, P. Organic carbon in soils of the world. **Soil Science Society American Journal**, Madison, v. 57, n.1, p. 192- 194, 1993.

FAGUNDES, J. L.; FONSECA, D. M.; MORAIS, R. V.; MISTURA, C.; VITOR, C. M. T.; GOMIDE, J. A.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; SANTOS, M. E. R.; LAMBERTUCC, D. M. Avaliação das características estruturais do capim braquiária em pastagens adubadas com nitrogênio nas quatro estações do ano. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, n. 1, p. 30-37, 2006.

FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. **Produção de milho**. Guaíba: Agropecuária, 2000. 360 p.

FANG, C.; MONCRIEFF, J.B. The dependence of soil CO₂ efflux on temperature. **Soil Biol. Biochem.**, Elsevier, v. 33, n. 3, p. 155-165, 2001.

FERNANDES, L. O.; MACHADO, H. C.; MENDONÇA, V. J. C.; LANDIN, A. M. S.; PAIVA, D. C. Produção animal em diferentes gramíneas, associadas ou não ao sorgo AG 2501, no processo de renovação de pastagens. **FAZU em Revista**, Uberaba, p. 36-45, 2004.

FERREIRA, D. F. **SISVAR**: sistema de análise de variância. Lavras: UFLA/DEX, 1999.

FERREIRA, J. J. Estágio de maturação do milho e do sorgo o ideal para ensilagem. In: CRUZ, J. C. et al. (Ed.). **Produção e utilização de silagem de milho e sorgo**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2001. p. 405-428.

FONTANELI, R. S.; AMBROSI, I.; SANTOS, H. P.; IGNACZAK, J. C.; ZOLDAN, S. M. Análise econômica de sistemas de produção de grãos com pastagens anuais de inverno, em sistema de plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 11, p. 2129-2137, 2000.

GARCIA, C. M. P.; ANDREOTTI, M.; TARSITANO, M. A. A.; TEIXEIRA FILHO, M. C. M.; LIMA, A. E. S.; BUZETTI, S. Análise econômica da produtividade de grãos de milho consorciado com forrageiras dos gêneros *Brachiaria* e *Megathirsus* em sistema plantio direto. **Revista Ceres**, Viçosa. v. 59, n. 2, p. 157-163, 2012.

GARCIA, R. A.; CRUSCIOL, C. A. C.; CALONEGO, J. C.; ROSOLEM, C. A. Potassium cycling in a corn-brachiaria cropping system. **European Journal of Agronomy**, Taastrup, v. 28, n. 4, p. 579-585, 2008.

JAKELAITIS, A.; SILVA, A. F.; SILVA, A. A.; FERREIRA, L. R.; FREITAS, F. C. L.; VIANA, R. G. Influência de herbicidas e de sistemas de semeadura de *Brachiaria brizantha* consorciada com milho. **Planta daninha**, Viçosa, MG, v. 23, n. 1, p. 59-67, 2005.

JAREMTCHUK, A. R.; JAREMTCHUK, C. C.; BAGLIOLI, B.; MEDRADO, M. T.; KOZLOWSKI, L. A.; COSTA, C.; MADEIRA, H. M. F. Características agronômicas e bromatológicas de vinte genótipos de milho (*Zea mays* L.) para silagem na região leste paranaense. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, Maringá, v. 27, n. 2, p. 181-188, 2005.

JAREMTCHUK, A. R.; COSTA, C.; MEIRELLES, P. R. L.; GONÇALVES, H. C.; OSTRENSKY, A.; KOSLOWSKI, L. A.; MADEIRA, H. M. F. Produção, composição bromatológica e extração de potássio pela planta de milho para silagem colhida em duas alturas de corte. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 28, n. 3, p. 351-357, 2006.

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**, Brasília, v. 36, n. 1, p. 21-28, 2006.

KLUTHCOUSKI, J.; AIDAR, H.; COBUCCI, T. **Opções e vantagens da Integração LavouraPecuária e a produção de forragens na entressafra**. (Informe Agropecuário 240). Belo Horizonte, MG: EPAMIG, v. 28, p. 16-29, 2007.

KLUTHCOUSKI, J.; AIDAR, H.; THUNG, M.; OLIVEIRA, F. R. de A. Manejo antecipado do nitrogênio nas principais culturas anuais. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2005. (Documentos, 187).

KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L.F. Manejo sustentável dos solos dos cerrados. In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F.; AIDAR, H. (Ed.). **Integração lavoura-pecuária**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. p. 59-104.

KLUTHCOUSKI, J.; AIDAR, H. Uso da integração lavoura-pecuária na recuperação de pastagens degradadas. In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F.; AIDAR, H. (Ed.). **Integração lavoura-pecuária**. Santo Antonio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. p. 185-223.

KLUTHCOUSKI, J. et al. **Sistema Santa Fé – tecnologia Embrapa: integração lavoura-pecuária pelo consórcio de culturas anuais com forrageiras, em áreas de lavoura, nos sistemas direto e convencional**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2000. (Circular técnica, 38).

KUNG JR., L.; SHAVER, R. [2001]. Interpretation and use of silage fermentation analysis reports. **University of Wisconsin Board of Regents, 2001**. Focus on Forage, v.3, n.13, 2001. Disponível em: <http://www.uwex.edu/ces/crops/uwforage/Fermentation.pdf> 19/11/2014.

LANA, R. M. Q.; BUCK, G. B.; LANA, A. M. Q.; PEREIRA, R. P. Doses de multifosfato magnésiano aplicados a lanço em pré-semeadura, sob sistema plantio direto – Cultura da soja. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 6, p. 1654-1660, 2007.

LANDERS, J. N. Tropical crop-livestock systems in conservation agriculture: the Brazilian experience. In: __. **Integrated crop management**. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations- FAO, 2007. v. 5, 92 p.

LAUERS, J. G.; COORS, J. G.; FLANNERY, P. J. Forage yield and quality of corn cultivars developed in different eras. **Crop Science**, Madison, v. 41, n.5, p. 1449-1455, 2001.

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

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

LICITRA, G.; HERNANDEZ, T. M.; Van SOEST, P. J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 57, n. 4, p. 347-358, 1996.

LEMPP, N; MORAES, M. G; SOUZA, L. C. F. Produção de milho em cultivo exclusivo ou consorciado com soja e qualidade de suas silagens. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 52, n. 3, p. 243-249, 2000.

LOPES, I. V. Uma liderança ameaçada. **Revista Conjuntura Econômica**, Rio de Janeiro, v. 12, n. 58 p. 40- 41, 2004.

LOPES.D.C et al. Efeito do nível de carunchamento do milho sobre a digestibilidade de sua proteína e energia para suínos em crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 19, n. 3, p. 181 – 185, 1990.

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

MACHADO, L. A. Z.; FABRÍCIO, A. C.; ASSIS, P. G. G.; MARASCHIN, G. E. Estrutura do dossel em pastagens de capim-Marandu submetidas a quatro ofertas de lâminas foliares. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n.10, p. 1495-1501, 2007.

MACEDO, M. C. M. Integração lavoura e pecuária: alternativa para sustentabilidade da produção animal. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 18., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2001. p. 257-283.

- MACEDO, M. C. M., ZIMMER, A. H. Implantação de pastagem de *Brachiaria brizantha* cv: marandu em plantio simultâneo com milho em sucessão a soja em Mato Grosso do Sul. In: REUNIÃO ANUAL DA SBZ, 27., 1990, Campinas. **Anais...** Campinas: SBZ, 1990. p. 2 90.
- MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 2006. 638 p.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1997. 319 p.
- MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição de plantas**. Agronômica Ceres: São Paulo, 1980. 251 p.
- MARCHÃO, R. L.; BALBINO, L. C.; SILVA, E. M.; SANTOS JUNIOR, J. D. G.; SÁ, M. A. C.; VILELA, L.; BECQUER, T. Qualidade física de um Latossolo Vermelho sob sistemas de integração lavoura-pecuária no Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n. 6, p. 873-882, 2007.
- MARCOLAN, A. L.; ANGHINONI, I. Atributos físicos de um argissolo e rendimento de culturas de acordo com o revolvimento do solo em plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 23, n. 4, p. 163-170, 2006.
- MARSCHNER, H. Mineral nutrition of higher plants. 2nd Ed. San Diego: Academic Press, 1995. 889 p.
- MARTHA JÚNIOR, G. B.; VILELA, L. Resultado econômico e estratégias de intensificação da adubação de pastagens. In: MARTHA JÚNIOR, G. B.; VILELA, L.; SOUSA, D. M. G. (Ed.). **Uso eficiente de corretivos e fertilizantes em pastagens**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2007. p. 69-92.
- MARTHA JÚNIOR, G. B.; VILELA, L.; SOUSA, D. M. G. Adubação nitrogenada. In: MARTHA JÚNIOR, G. B.; VILELA, L.; SOUSA, D. M. G. (Ed). **Cerrado: uso eficiente de corretivos e fertilizantes em pastagens**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2007. p. 117-144.
- MARTHA JUNIOR, G. B.; VILELA, L.; SOUSA, D. M. G. Economia de fertilizantes na integração lavoura-pecuária no Cerrado. **Revista de Política Agrícola**, Brasília, v. 17, n. 4, p. 14-19, 2008.
- MATEUS G. P.; CRUSCIOL, C. A. C.; BORGHI, E.; PARIZ, C. M.; COSTA, C.; OLIVEIRA, J. P. F. de. Adubação nitrogenada de sorgo granífero consorciado com capim em sistema de plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 46, n.10, p. 1161-1169, 2011.
- MATSUNAGA, M.; BEMELMANS, P. F.; TOLEDO, P. E. N. Metodologia de custo de produção utilizada pelo IEA. **Agricultura em São Paulo**, São Paulo, v. 23, n. 1, p. 123-139, 1976.

MAY, A.; CAMPANHA, M. M.; SILVA, A. F.; COELHO, M. A. O.; PARRELLA, R. A. C.; SCHAFFERT, R. E.; PEREIRA FILHO, I. A. Variedades de sorgo sacarino em diferentes espaçamentos e população de plantas. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 11, n. 3, p. 278-290, 2012.

MAYS, D. A. **Forage fertilization. American Society of Agronomy Crop Science Society of America.** Soil Science Society of America. Madso, 1974. p. 621.

McDONALD, P.; HENDERSON, N.; HERON, S. **The biochemistry of silage.** 2. ed. Marlow Bucks: Chalcombe Publications, 1991. 340 p.

MELLO, R.; NÖRNBERG, J. L.; ROCHA, M. G. Potencial produtivo e qualitativo de híbridos de milho, sorgo e girassol para ensilagem. **Revista Brasileira de Agrociência**, Viçosa, v. 10, n. 1, p. 87-95, 2004.

MENDES, I. C.; REIS JUNIOR, F. B.; HUNGRIA, M.; SOUSA, D. M. G.; CAMPO, R. J. Adubação nitrogenada suplementar tardia em soja cultivada em latossolos do Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, n. 8, p. 1053- 1060, 2008.

MENDONÇA, V. Z.; MELLO, L. M. M.; ANDREOTTI, M.; PEREIRA, F. C. B. L.; LIMA, R. C.; VALÉRIO FILHO, W. V.; YANO, E. H. Avaliação dos atributos físicos do solo em consórcio de forrageiras e milho em sucessão com soja em região de cerrados. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 37, n.3, p. 251-259, 2012.

MENEGATTI, A. L. A.; BARROS, A. L. M. Análise comparativa dos custos de produção entre soja transgênica e convencional: um estudo de caso para o Estado do Mato Grosso do Sul. **Revista Economia e Sociologia Rural**, Brasília, v. 45, n. 1, p. 163-183, 2007.

MENEZES, M. D.; CURTI, N.; MARQUES, J. J.; MELLO, C.R.; ARAÚJO, A. R. Levantamento pedológico e sistema de informações geográficas na avaliação do uso das terras em sub-bacia hidrográfica de minas gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 6, p. 1544-1553, 2009.

MERTENS, D. R. FDN fisicamente efetivo e seu uso na formulação de rações para vacas leiteiras. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE BOVINOCULTURA DE LEITE – NOVOS CONCEITOS EM NUTRIÇÃO, 2., 2001, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA/FAEPE, 2001. p. 37-49.

MILLEN, D.D.; PACHECO, R.D.L.; ARRIGONI, M.D.B.; GALYEAN, M.L. VASCONCELOS, J.T. A snapshot of management practices and nutritional recommendations used by feedlot nutritionists in Brasil. **Journal of Animal Science**, Columbia, v. 87, n. 10, p. 3427-3439, 2009.

MITTELMANN, A., SOBRINHO, F.S., OLIVEIRA, J.S., FERNANDES, S.B.V., LAJÚS, C.A., MIRANDA, M., ZANATTA, J.C.; MOLETTA, J.L. Avaliação de híbridos comerciais de milho para utilização como silagem na Região Sul do Brasil. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 3, p. 684-690, 2005.

- MOLINA, L.R.; RODRIGUEZ, N.M.; SOUZA, B.M. et al. Parâmetros de degradabilidade potencial da matéria seca da proteína bruta das silagens de seis genótipos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench), com e sem tanino no grão, avaliados pela técnica *in situ*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 32, n. 1, p. 222-228, 2003.
- MONTES, S. M. N. M.; FIRETTI, R.; GOLLA, A. R.; TARSITANO, M. A. A. Custos e rentabilidade da batata-doce (*Ipomoea batatas* L.) na região oeste do Estado de São Paulo: estudo de caso. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 36, n. 4, p. 15-23, 2006.
- MUCK, R.E.; SHINNERS, K.J. Conserved forage (silage and hay): progress and priorities. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 19., 2001, São Pedro. **Proceedings...** Piracicaba: Brazilian Society of Animal Husbandry, 2001. p.753-762.
- MÜLBACH, P. R. F. Silagem: produção com controle de perdas. In: LOBATO, J. F. P.; BARCELLOS, J. O. J.; KESSLER, A. M. et al. (Ed.). **Produção de bovinos de corte**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 1999. p.97-120.
- MUNIZ, L. C.; FIGUEIREDO, R. S.; MAGNABOSCO, C. U.; WANDER, A. E.; MARTHA JÚNIOR, G. B. Análise econômica da integração lavoura e pecuária com a utilização do system dynamics. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, 45. 2007, Londrina. **Anais...** Londrina: SBEASR, 2007. 1CD-ROM.
- MURAIISHI, C. T. Manejo de espécies vegetais de cobertura de solo e produtividade do milho e da soja em semeadura direta. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 27, n. 2, p. 199-207, 2005.
- MURDOCH, J.C.; BALCH, D.A.; HOLDSWORTH, M.C. et al. The effect of chopping, lacerating and wilting of herbage on the chemical composition of silage. **Journal British Grassland Society**, London, v. 10, n. 2, p. 181-186, 1975.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL- NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7. ed. Washington: National Academy Press, 2001. 381 p.
- NEVES, E. M.; ANDIA, L. H. Custo de produção na agricultura. **Série didática do departamento de economia, administração e sociologia, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz**. Piracicaba: Universidade de São Paulo, 2003. n. 96, p. 182-195.
- NUSSIO, L. G. Silagem de milho. In: PEIXOTO, A. M. et al. **Alimentação suplementar**. Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários “Luiz de Queiroz”, 1999. p. 27-46.
- NUSSIO, L. G.; MANZANO, R. P.; PEDREIRA, C. G. S. Valor alimentício em plantas do gênero *Cynodon*. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 15., 1998, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ/ESALQ, 1998. p.203-242.

NUSSIO, L. G.; CAMPOS, F. P.; DIAS, F. N. Importância da qualidade da porção vegetativa no valor alimentício da silagem de milho. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS,

OLIVEIRA, L. B.; PIRES, A. J. V.; CARVALHO, G. G. P. et al. Perdas e valor nutritivo de silagens de milho, sorgo Sudão, sorgo forrageiro e girassol. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 39, n. 1, p. 61-67, 2010.

OLIVEIRA, H. C.; PIRES, A. J. V.; OLIVEIRA, A. C.; ROCHA NETO, A. L.; MATOS NETO, U.; CARVALHO, G. G. P.; VELOSO, C. M.; OLIVEIRA, U. L. C. Perdas e valor nutritivo da silagem de capim-tanzânia amonizado com uréia. **Archivos de Zootecnia**, Córdoba, v. 58, n. 222, p. 195-202, 2009.

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**, Viçosa, v. 35, n. 6, p. 2029-2037, 2011a.

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

PARIZ, C. M.; ANDREOTTI, M.; BERGAMASCHINE, A. F.; BUZETTI, S.; COSTA, N. R.; CAVALLINI, M. C.; ULIAN, N. A.; LUIGGI, F. G. Yield, chemical composition and chlorophyll relative content of Tanzania and Mombaça grasses irrigated and fertilized with nitrogen after corn intercropping. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 40, n. 4, p. 728-738, 2011c.

PARIZ, C. M.; ANDREOTTI, M.; BERGAMASCHINE, A. F.; BUZETTI, S.; COSTA, N. R.; CAVALLINI, M. C. Produção, composição bromatológica e índice de clorofila de braquiárias após o consórcio com milho. **Archivos de Zootecnia**, Córdoba, v. 60, n. 6, p. 1041-1052, 2011d.

PARIZ, C. M.; AZENHA, M. V.; ANDREOTTI, M.; ARAÚJO, F. C. M.; ULIAN, N. A.; BERGAMASCHINE, A. F. Produção e composição bromatológica de forrageiras em sistema de integração lavoura-pecuária em diferentes épocas de semeadura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 46, n. 10, p.1392-1400, 2011e.

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 Science**, Maringá, v. 32, n. 2, p.147-154, 2010.

PARIZ, C. M.; ANDREOTTI, M.; TARSITANO, M. A. A.; BERGAMASCHINE, A. F.; BUZETTI, S.; CHIODEROLLI, C. A. Desempenhos técnicos e econômicos da consorciação de milho com forrageiras dos gêneros *Megathirsus* e *Brachiaria* em sistema de integração lavoura-pecuária. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 39, n. 4, p. 360-370, 2009

PEDROSO, A. F.; FREITAS, A. R.; SOUZA, G. B. Efeito de inoculante bacteriano sobre a qualidade da silagem e perda de matéria seca durante a ensilagem de sorgo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, n. 1, p. 48-52, 2000.

PIMENTEL GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. São Paulo: Nobel, 1985. 467 p.

POSSENTI, R. A.; FERRARI, J. R. E.; BUENO, M. S. Parâmetros bromatológicos e fermentativos das silagens de milho, sorgo e girassol. **Ciência Rural**, Santa Maria, RS v. 35, n. 5, p. 1185-1189, 2005.

PHILLIP, L. E.; FELLNER, V. Effects of bacterial inoculation of high-moisture ear corn on its aerobic stability, digestion, and utilization for growth by beef steers. **Journal of Animal Science**, Quebec, v. 70, n. 10, p. 3178-3187, 1992

RAIJ, B. Van; ANDRADE, J. C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas: Instituto Agrônômico, 2001. 284 p.

ROCHA, K. D.; PEREIRA, O. G.; VALADARES FILHO, S. C.; OLIVEIRA, A. P.; PACHECO, L. B. B.; CHIZZOTTI, F. H. M. Valor nutritivo de silagens de milho (*Zea mays* L.) produzidas com inoculantes enzimbacterianos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, n. 2, p. 389-395, 2006.

ROSOLEM, C. A.; PACE, L.; CRUSCIOL, C. A. C. Nitrogen management in maize cover crops rotations. **Plant Soil**, v. 264, p. 261-271, 2004.

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**, Viçosa, MG, v. 27, n. 1, p. 355-362, 2003.

ROSOLEM, C. A. **Relações solo-planta na cultura do milho**. Jaboticabal: Funep, 1995. 53 p.

RUFINO, M. C.; TITTONELL, P.; REIDSMA, P.; LÓPEZ-RIDAURA, S.; HENGSDIJK, H.; GILLER, K. E.; VERHAGEN, A. Network analysis of N flows and food self-sufficiency - a comparative study of crop-livestock systems of the highlands of East and southern Africa. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, Springer, v. 85, n. 2, p. 169-186, 2009.

RUIZ, B. O.; CASTILLO, Y.; ANCHONDO, A.; RODRÍGUEZ, C.; BELTRÁN, R.; LA O, O.; PAYÁN, J. Efectos de enzimas e inoculantes sobre la composición del ensilaje de maíz. **Archivos de Zootecnia**, Córdoba, v. 58, n. 222, p. 163-172, 2009.

SALTON, J. C.; FABRÍCIO, A. C.; MACHADO, L. A. Z.; OLIVEIRA, H. Pastoreio de aveia e compactação do solo. **Revista Plantio Direto**, Brasília, v. 69, n. 10, p. 32-34, 2002.

SANTOS, H. P.; FONTANELI, R. S.; SPERA, S. T.; DREON, G. Fertilidade e teor de matéria orgânica do solo em sistemas de produção com integração lavoura e pecuária sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Pernambuco, v. 6, n. 3, p. 474-482, 2011.

SANTOS, H. P.; SPERA, S. T.; TOMM, G. O.; KOCHANN, R. A.; ÁVILA, A. Efeito de sistemas de manejo de solo e de rotação de culturas na fertilidade do solo, após vinte anos. **Bragantia**, Campinas, v. 67, n. 2, p. 441-454, 2008a.

SILVA, M. B.; KLIEMANN, H. J.; SILVEIRA, P. M.; LANNA, A. L. Atributos biológicos do solo sob influência da cobertura vegetal e do sistema de manejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n. 12, p. 1755-1761, 2007.

SILVA, A. A.; JAKELAITIS, A.; FERREIRA, L. R. Manejo de plantas daninhas no sistema integrado agricultura-pecuária. In: ZAMBOLIM, L.; FERREIRA, A. A.; AGNES, E. L. **Manejo integrado: integração agricultura-pecuária**. Viçosa, MG, 2004. p. 117-169.

SILVA, A. A.; SILVA, P. R. F.; SANGOI, L.; PIANA, A. T.; STRIDER, M. L.; JANDREY, D. B.; ENDRIGO, P. C. Produtividade do milho irrigado em sucessão a espécies inverniais para produção de palha e grãos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, n. 8, p. 987-993, 2008.

SILVA, I. R.; MENDONÇA, E. S. Matéria orgânica do solo. In: NOVAIS, R. F. V.; ALVARES, V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (Ed.). **Fertilidade do solo**. Viçosa, MG: SBCS, 2007. p. 275-374.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de Alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3.ed. Viçosa, MG: UFV, 2002. 235 p.

SILVEIRAS, C. P.; NACHTIGALL, G. R.; MONTEIRO, F. A. Testing and validation of methods for the diagnosis and recommendation integrated system for signal grass. **Scientia Agricola**, Piracicaba v. 62, n. 6, p. 520-527, 2005a.

SILVEIRAS, C. P.; NACHTIGALL, G.; MONTEIRO, F. A. Calibração do modelo e validação do sistema integrado de diagnose e recomendação para o capim-Braquiária. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 62, n. 6, p. 520-527, 2005b.

SPERA, S. T.; SANTOS, H. P. DOS; FONTANELI, R. S.; TOMM, G. O. Atributos físicos de um Hapludox em função de sistemas de produção integração lavoura-pecuária (ILP), sob plantio direto. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 32, n. 1, p. 37-44, 2010a.

STOLF, R. Teoria e teste experimental de fórmulas de transformação dos dados de penetrômetro de impacto em resistência do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 15, n. 2, p. 229-235, 1991.

STONE, L. F.; SILVEIRA, P. M. Efeitos do sistema de preparo e da rotação de culturas na porosidade e densidade do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 25, n. 1, p. 395-401, 2001.

SCHOCKEN-ITURRINO, R. P.; REIS, R. A.; COAN, R. M.; BERNARDES, T. F.; PANIZZI, R. C.; POIATTI, M. L.; PEDREIRA, M. S. Alterações químicas e microbiológicas nas silagens de capim-tifton 85 após a abertura dos silos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 34, n. 2, p. 464-471, 2005.

SULC, R.M.; TRACY, B.F. Integrated crop-livestock systems in the U.S. Corn Belt. **Agronomy Journal**, Madison, v. 99, n. 2, p. 335-345, 2007.

TEIXEIRA, M. B.; LOSS, A.; PEREIRA, M. G.; PIMENTEL, C. Decomposição e liberação de nutrientes da parte aérea de plantas de milho e sorgo. **R. Bras. Ci. Solo**, Viçosa, v. 35, n.2, p. 867-876, 2011.

TORRES, J. L. R.; PEREIRA, M. G.; ANDRIOLI, I.; POLIDORO, J. C.; 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**, Viçosa, v. 29, n. 6, p. 609-618, 2005.

TRACY, B. F.; ZHANG, Y. Soil compaction, corn yield response, and soil nutrient pool dynamics within an integrated crop-livestock system in Illinois. **Crop Science**, Illinois, v. 48, n. 3, p. 1211-1218, 2008.

TRECENTI, R.; OLIVEIRA, M. C.; HASS, G. Integração lavoura-pecuária-silvicultura. Brasília: MAPA/SDC, 2008. 54 p. (Boletim técnico).

VELHO, J. P.; MÜHLBACH, P. R. F.; NÖRNBERG, J. L., VELHO, I. M. P. H.; GENRO, T. C. M., KESSLER, J. D. Composição bromatológica de silagens de milho produzidas com diferentes densidades de compactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 36, p. 1532-1538, 2007. Suplemento,

VIANA, P. T.; PIRES, A. J. V.; OLIVEIRA, L. B.; CARVALHO, G. G. P.; RIBEIRO, L. S. O.; CHAGAS, D. M. T.; NASCIMENTO FILHO, C. S.; CARVALHO, A. O. Fracionamento de carboidratos e de proteína das silagens de diferentes forrageiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 41, n. 2, p. 292-297, 2012.

VILELA, H.H., REZENDE, A.V., VIEIRA, P.F., ANDRADE, G.A., EVANGELISTA, A.R., ALMEIDA, G.B.S. Valor nutritivo de silagens de milho colhido em diversos estádios de maturação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, n. 7, p. 1192-1199, 2008.

VILELA, T. E. A. **Época de semeadura e de corte de plantas de milho para silagem**. 2001. 80 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2001.

WERNER, J. C.; PAULINO, V. T.; CANTARELLA, H. et al. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. Campinas: Fundação IAC, 1997. p. 263-274. (Boletim Técnico, 100).

WEISS, W. P.; CONRAD, H. R.; PIERRE, R. S. A theoretically-based model for predicting total digestible nutrient values of forages and concentrates. **Animal Feed Science and Technology**, v. 39, n. 1, p. 95-100, 1992.

WOOLFORD, M.K. **The silage fermentation**. New York: Marcel Dekker, 1984. 305 p.

ZAGO, C. P. Híbridos de milho e sorgo para silagem: características agronômicas e nutricionais. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, 1., 2002, Viçosa. **Anais...** Viçosa: UFV, 2002. p. 351-371.

ZAGO, C. P. Silagem de sorgo. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS: ALIMENTAÇÃO SUPLEMENTAR, 7., 1999, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários "Luiz de Queiroz", 1999. p. 47-68.