



Universidade Federal do Tocantins
Campus Universitário de Gurupi
Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal

CARLOS AUGUSTO OLIVEIRA DE ANDRADE

**SOBRESSEMEADURA DE ESPÉCIES FORRAGEIRAS EM SOJA
PARA VIABILIDADE DO PLANTIO DIRETO E INTEGRAÇÃO
LAVOURA-PECUÁRIA NO TOCANTINS**

**GURUPI - TO
2015**



Universidade Federal do Tocantins
Campus Universitário de Gurupi
Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal

CARLOS AUGUSTO OLIVEIRA DE ANDRADE

**SOBRESSEMEADURA DE ESPÉCIES FORRAGEIRAS EM SOJA
PARA VIABILIDADE DO PLANTIO DIRETO E INTEGRAÇÃO
LAVOURA-PECUÁRIA NO TOCANTINS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Produção Vegetal da Universidade Federal do Tocantins como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal.

Orientador: Prof. Dr. Rodrigo Ribeiro Fidelis
Co-orientador: Prof. Dr. Rubens Ribeiro da Silva

**GURUPI - TO
2015**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Tocantins

A553s Andrade, Carlos Augusto Oliveira de Andrade.
SOBRESSEMEADURA DE ESPÉCIES FORRAGEIRAS EM
SOJA PARA VIABILIDADE DO PLANTIO DIRETO E INTEGRAÇÃO
LAVOURA-PECUÁRIA NO TOCANTINS. / Carlos Augusto Oliveira de
Andrade Andrade. – Gurupi, TO, 2015.

63 f.

Dissertação (Mestrado Acadêmico) - Universidade Federal do
Tocantins – Câmpus Universitário de Gurupi - Curso de Pós-
Graduação (Mestrado) em Produção Vegetal, 2015.

Orientador: Rodrigo Ribeiro Fidelis Fidelis

Coorientador: Rubens Ribeiro da Silva Silva

1. Glicine max. 2. Cobertura vegetal. 3. Sobressemeadura. 4.
Valor nutritivo. I. Título

CDD 635

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS – A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio deste documento é autorizado desde que citada a fonte. A violação dos direitos do autor (Lei nº 9.610/98) é crime estabelecido pelo artigo 184 do Código Penal.

Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFT com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).



Universidade Federal do Tocantins
Campus Universitário de Gurupi
Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal

Defesa nº

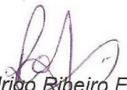
ATA DA DEFESA PÚBLICA DA DISSERTAÇÃO DE Mestrado de CARLOS AUGUSTO OLIVEIRA DE ANDRADE, DISCENTE DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PRODUÇÃO VEGETAL DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS

Aos 30 dias do mês de julho do ano de 2015, às 9:00 horas, no(a) Sala 15 do Bloco II, reuniu-se a Comissão Examinadora da Defesa Pública, composta pelos seguintes membros: Prof. Orientador Dr. **Rodrigo Ribeiro Fidelis** do Campus Universitário de Gurupi/ Universidade Federal do Tocantins, Prof. Co-orientador Dr. **Rubens Ribeiro da Silva** do Campus Universitário de Gurupi/ Universidade Federal do Tocantins, Dr. **Emerson Borghi** da Embrapa Milho e Sorgo e Dr. **Leandro Bortolon** da Embrapa Pesca, Aquicultura e Sistemas agrícolas sob a presidência do primeiro, a fim de proceder a arguição pública da DISSERTAÇÃO DE Mestrado de CARLOS AUGUSTO OLIVEIRA DE ANDRADE, intitulada "**Sobressemeadura de espécies forrageiras em soja para viabilidade do plantio direto e integração lavoura-pecuária no Tocantins**". Após a exposição, o discente foi arguido oralmente pelos membros da Comissão Examinadora, tendo parecer favorável à aprovação, habilitando-o(a) ao título de Mestre em Produção Vegetal. Nada mais havendo, foi lavrada a presente ata, que, após lida e aprovada, foi assinada pelos membros da Comissão Examinadora.

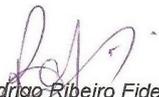
Dr. Rubens Ribeiro da Silva
Primeiro examinador


Dr. Emerson Borghi
Segundo examinador


Dr. Leandro Bortolon
Terceiro examinador


Dr. Rodrigo Ribeiro Fidelis
Universidade Federal do Tocantins
Orientador e presidente da banca examinadora

Gurupi, 30 de Julho de 2015.


Dsc. Rodrigo Ribeiro Fidelis
Coordenador do Programa de Pós-graduação em Produção Vegetal

A Deus por ter me dado a vida e por guiar os meus passos. Aos meus pais, Luiz Carlos Gonçalves de Andrade e Marilete Oliveira Alves de Andrade, por todo amor, incentivo, apoio, compreensão, ensinamentos e pela honra em ser filho de uma união abençoada. Aos meus irmãos Luiz Henrique Oliveira de Andrade e Jéssica Carla Oliveira de Andrade, pela amizade e por estar comigo em todos os momentos. A minha namorada Mônica Remigio, pela ajuda e por estar ao meu lado em qualquer circunstância. Sem o apoio de vocês, nada seria possível.

DEDICO.

AGRADECIMENTOS

A Deus pelas bênçãos derramadas em minha vida. Senhor, graças a sua presença e proteção consigo vencer os obstáculos e ir cada vez mais longe.

Aos meus pais, Luiz Carlos Gonçalves de Andrade e Marilete Oliveira Alves de Andrade por estarem sempre ao meu lado, me ajudando em todos os momentos da minha vida. Eu amo muito vocês!

Aos meus irmãos, Luiz Henrique Oliveira de Andrade e Jéssica Carla Oliveira de Andrade, companheiros da vida toda, que sempre estiveram comigo, me apoiando e ajudando em tudo. Muito obrigado!

A toda a minha família por sempre sonharem e idealizarem a conclusão do meu curso, demonstrando alegria pela minha vitória alcançada.

A minha namorada Mônica Remigio, pela ajuda, compreensão, paciência, carinho e amor demonstrado por mim.

Ao Prof. Dr. Rodrigo Ribeiro Fidelis pela amizade, orientação, apoio, confiança, paciência e por todos os ensinamentos passados.

Ao Prof. Dr. Rubens Ribeiro da Silva pela amizade, conversas, ideias, orientação, confiança e por todos os ensinamentos passados.

Aos companheiros do grupo de pesquisa “Melhoramento Genético de Grandes Culturas e Espécies de Potencial Bioenergético”: Taynar Coelho, Marília Barcelos, Sérgio Alves, Leila Tonello, Kleycianne Marques, Rafael Campestrini, Justino Dias, Danilo Veloso, Estevan Wislocki, Fabiano Rocha, Fernando Noletto, Flávia de Araújo, Guillermo Arturo, Patrícia Mourato, Patrícia Fernandes, Ricardo Lacerda, Vanessa Santos, Vanessa Zellmer, Wagner Rauber, Hidieliton Vieira, Thais Freitas, Lorena e Maria Tereza. Obrigado pelo apoio.

Aos amigos e pesquisadores da EMBRAPA: Leandro Bortolon, Emerson Borghi, Francelino Camargo, Elisandra Bortolon, Vitor Del’ Alamo Guarda, Rodrigo, Alan, Rose e Raimundo. Obrigado pela ajuda, parceria e confiança.

Aos amigos de coração: Adriano de Aguiar (Coléte), Antônio Carlos (Leozim), Tiago (Maionese), Gilberto Iris (Toicim), Evaldo Moraes (Obama), Otávio (Sorriso), Bruno Amorim (Brunão), Osvaldo Júnior (Osvaldim). Obrigado por toda dedicação, apoio e acima de tudo amizade de cada um, que sempre levarei comigo.

Aos Homens melhorados: Fabiano, Rafael, Ricardo, Fernando, Sérgio, Wagner, Hidieliton, Danilo e Guilherme. Agradeço os ensinamentos passados através do grupo do WHATS, conversas e amizades.

A turma 2013/2: Ananias, Antônio Carlos, Emerson, Gaspar, Dalmácia, Mariela e Príncilla. Obrigado pelo apoio nas aulas e trabalhos.

A todos do corpo docente do curso de Produção Vegetal, pelos ensinamentos repassados durante o curso.

A Universidade Federal do Tocantins, pela oportunidade concedida.

A todos os funcionários da UFT, em especial: Douglas, Michel, Valdere, Cleibi, Geraldo e Ivan. Obrigado pelos serviços prestados.

Ao programa de bolsas CNPQ, pelos recursos disponibilizados durante o período do curso de Pós-graduação Stricto Sensu em Produção Vegetal da Universidade Federal do Tocantins.

A todos que contribuíram direta e indiretamente para esta conquista.

Meu muito obrigado!

RESUMO GERAL

As regiões do Cerrado brasileiro são caracterizadas por temperaturas altas e ocorrência de chuvas em grande intensidade no verão, porém com inverno seco. Essas condições resultam em maiores limitações para a sustentabilidade do plantio direto, devido à baixa produção de palha no período de outono-primavera, aliada a rápida decomposição durante a estação das chuvas. Uma das formas para tentar solucionar estes problemas é pelo cultivo consorciado de culturas produtoras de grãos com espécies forrageiras, o qual tem apresentado resultados promissores, dando sustentabilidade ao plantio direto, podendo fornecer forragem para os animais no período de maior escassez nas regiões caracterizadas com inverno seco. Entretanto, esta tecnologia é recente havendo necessidade de estudos nas várias áreas abrangidas por esse sistema de produção.

Nesse sentido, o objetivo do capítulo I foi avaliar a produção de palha e o desempenho agrônômico de soja consorciada com diferentes espécies forrageiras sobressemeadas, em plantio direto. O delineamento utilizado foi em blocos completos casualizados com quatro repetições em esquema fatorial $5 \times 2 + 2$, sendo cinco espécies forrageiras consorciadas com soja (*Urochloa brizantha* cv. Marandu; *Urochloa ruziziensis*; *Panicum maximum* cv. Mombaça; *Panicum infestans* cv. Massai e; *Pennisetum americanum*), em duas safras agrícolas (2013/2014 e 2014/2015), mais dois tratamentos testemunhas (*Pennisetum americanum* em sucessão ao cultivo da soja e pelo cultivo tradicional de soja, seguido de pousio no inverno). Foram avaliados os componentes de rendimento da soja e a produtividade de palha das forrageiras. O consórcio da soja com as espécies forrageiras *Urochloa ruziziensis*, *U. brizantha* cv. Marandu, *Panicum maximum* cv. Mombaça e *P. infestans* cv. Massai em sobressemeadura não diminui a produtividade de grãos da soja. O consórcio soja x mombaça aumenta a estatura das plantas e produtividade de grãos da soja quando comparada a soja solteira. O *P. maximum* cv. Mombaça é mais eficiente no acúmulo de matéria seca quando cultivado em sobressemeadura na soja no período de outono/primavera em relação às demais forrageiras.

O capítulo II teve como objetivo avaliar a produção de forragem e a composição bromatológica de diferentes espécies forrageiras consorciadas com a soja e em cultivo solteiro. O delineamento utilizado foi em blocos completos casualizados com quatro repetições em esquema fatorial $5 \times 2 + 1$, sendo cinco

espécies forrageiras (*Urochloa brizantha* cv. Marandu; *Urochloa ruziziensis*; *Panicum maximum* cv. Mombaça; *Panicum infestans* cv. Massai e *Pennisetum americanum*), em dois sistemas de cultivo (consorciado com a soja e solteiro), mais um tratamento padrão (*Pennisetum americanum* em sucessão ao cultivo da soja). Foram avaliados componentes de produtividade de forragem e a composição bromatológica das espécies forrageiras. As espécies *Urochloa ruziziensis*, *U. brizantha*, *Panicum maximum* e *P. infestans* apresentam maior capacidade produtiva de forragem, tanto cultivadas em consórcio com a soja quanto solteiras em relação ao *Pennisetum americanum*. O cultivo das forrageiras *Urochloa ruziziensis*, *U. brizantha*, *Panicum maximum* e *Pennisetum americanum* de forma solteira, proporciona maiores produtividades de forragens em relação ao cultivo consorciado com a soja. As forrageiras *Urochloa ruziziensis* e *U. brizantha* quando semeadas em cultivo consorciado, revela melhor valor nutritivo com o decorrer do período de outono-inverno.

Palavras-chave: *Glicine max*; cobertura vegetal; sobressemeadura; produção de grãos; valor nutritivo.

OVERVIEW

The regions Brazilian Cerrado are characterized by high temperatures and rainfall in great intensity in the summer, but with dry winter. These conditions result in major constraints for the sustainability of tillage due to low straw production in the autumn-spring period, combined with rapid decomposition during the rainy season. One way to try to solve these problems is for the intercropping of grain crops with forage species, which has shown promising results, giving sustainability to tillage and can provide fodder for livestock in most lean period in areas characterized with winter dry. However, this technology is new and there is need for studies in the various areas covered by the production system.

As such, the objective of chapter I was to evaluate the straw production and the agronomic performance of soybean intercropped with different forage species oversowing, in direct planting. The experiment was in a complete randomized block, with four replications in a factorial arrangement $5 \times 2 + 2$, being five species forage intercropped with soybean (*Urochloa brizantha* cv. Marandu; *Urochloa ruziziensis*; *Panicum maximum* cv. Mombaça; *Panicum infestans* cv. Massai and; *Pennisetum americanum*), in two growing seasons (2013/2014 e 2014/2015), more two treatments witnesses (*Pennisetum americanum* in succession to soybean cultivation and the traditional soybean cultivation, followed by fallow in winter). Were assessed the soybean yield components and straw productivity of forage. The soybean intercropped with forage species *Urochloa ruziziensis*, *U. brizantha* cv. Marandu, *Panicum maximum* cv. Mombaça and *P. infestans* cv. Massai in oversowing does not reduce the soybean grain yield. The soybean x Mombasa intercropped increases plant height and soybean grain yield when compared to single soybeans. The Mombasa is more efficient in dry matter accumulation when grown in oversowing in soybeans in autumn/spring compared to other forages.

The chapter II to aimed was to evaluate forage production and bromatologic composition of different forage species intercropping with soybean in oversowing system and single crop. The experiment was in a complete randomized block, with four replications in a factorial arrangement $5 \times 2 + 1$, being five species forage (*Urochloa brizantha* cv. Marandu; *Urochloa ruziziensis*; *Panicum maximum* cv. Mombaça; *Panicum infestans* cv. Massai e; *Pennisetum americanum*), in two crop systems (intercropped with soybean and single), more a standard treatment

(*Pennisetum americanum* in succession to soybean cultivation). Were evaluated forage yield components and the chemical composition of the forage species. The species *Urochloa ruziziensis*, *U. brizantha*, *Panicum maximum* and *P. infestans* have higher production capacity de forage both grown intercropped with soybeans as compared to single *Pennisetum americanum*. The cultivation of the forages *Urochloa ruziziensis*, *U. brizantha*, *Panicum maximum* and *Pennisetum americanum* way single, provides higher productivity of forages compared to intercropping with soybean. The forages *Urochloa ruziziensis* and *U. brizantha* when sown in intercropping, reveals better nutritional value over the course of the autumn-winter period.

Keywords: *Glicine max*; vegetal covering; overseeded; grain production; nutritional value.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL	13
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	15
CAPÍTULO I	18
PRODUÇÃO DE PALHA E DESEMPENHO AGRÔNOMICO DE SOJA CONSORCIADA COM ESPÉCIES FORRAGEIRAS EM PLANTIO DIRETO	18
RESUMO	18
STRAW PRODUCTION AND AGRONOMIC PERFORMANCE OF SOYBEAN INTERCROPPED WITH FORAGE SPECIES IN DIRECT PLANTING	18
ABSTRACT.....	18
INTRODUÇÃO	19
MATERIAL E MÉTODOS.....	21
RESULTADOS E DISCUSSÃO	26
CONCLUSÕES.....	35
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	36
CAPÍTULO II	41
PRODUÇÃO DE FORRAGEM E COMPOSIÇÃO BROMATOLÓGICA DE ESPÉCIES FORRAGEIRAS CONSORCIADAS COM SOJA.....	41
RESUMO	41
FORAGE PRODUCTION AND BROMATOLOGIC COMPOSITION OF FORAGE SPECIES INTERCROPPING WITH SOYBEAN	41
ABSTRACT.....	41
INTRODUÇÃO	42
MATERIAL E MÉTODOS.....	44
RESULTADOS E DISCUSSÃO	48
CONCLUSÕES.....	58
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	59
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	63

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO I

Tabela 1. Valores de F e nível de significância referentes à altura de plantas, população final, número de hastes, número de vagens, número de grãos por vagem, número de grãos, massa de 100 grãos e produtividade de grãos da Soja e matéria seca do resíduo das forrageiras Marandu, Ruziziensis, Mombaça, Massai e Milheto, em função dos consórcios e dos anos agrícolas. Gurupi-TO, 2015.....27

Tabela 2. Valores médios de altura de plantas e população final da cultura da soja consorciada com *Urochloa ruziziensis*, *U. brizantha* cv. Marandu, *Panicum maximum* cv. Mombaça, *P. infestans* cv. Massai e *Pennisetum americanum* cv. ADR 300 em SPD. Gurupi-TO, anos agrícolas 2013/2014 e 2014/2015.....29

Tabela 3. Valores médios de número de vagens, número de grãos por vagem e número de grãos da cultura da soja consorciada com *Urochloa ruziziensis*, *U. brizantha* cv. Marandu, *Panicum maximum* cv. Mombaça, *P. infestans* cv. Massai e *Pennisetum americanum* cv. ADR 300 em SPD. Gurupi-TO, anos agrícolas 2013/2014 e 2014/2015.....30

Tabela 4. Valores médios de massa de 100 grãos e produtividade de grãos da cultura da soja consorciada com *Urochloa ruziziensis*, *U. brizantha* cv. Marandu, *Panicum maximum* cv. Mombaça, *P. infestans* cv. Massai e *Pennisetum americanum* cv. ADR 300 em SPD. Gurupi-TO, anos agrícolas 2013/2014 e 2014/2015.....32

Tabela 5. Valores médios de matéria seca do resíduo das forrageiras *Urochloa ruziziensis*, *U. brizantha* cv. Marandu, *Panicum maximum* cv. Mombaça, *P. infestans* cv. Massai e *Pennisetum americanum* cv. ADR 300 cultivadas entre os meses de maio/novembro de 2013 e 2014. Gurupi-TO, 2015.....34

CAPÍTULO II

Tabela 1. Quantidade de cortes com seus respectivos números de dias após a semeadura das diferentes espécies forrageiras consorciadas com a soja e em cultivo solteiro, Gurupi-TO, 2014.....47

Tabela 2. Valores de F e nível de significância referente a acúmulo diário de forragem, produtividade total de massa seca, fibra em detergente ácido (FDA), fibra em detergente neutro (FDN), celulose, hemicelulose, proteína bruta (PB) e nutrientes digestíveis totais (NDT) das forrageiras Marandu, Ruziziensis, Mombaça, Massai e Milheto, em função dos sistemas de cultivos. Gurupi-TO, 2015.....	49
Tabela 3. Acúmulo diário de forragem e Produtividade total de massa seca de <i>Urochloa ruziziensis</i> , <i>U. brizantha</i> cv. Marandu, <i>Panicum maximum</i> cv. Mombaça, <i>P. infestans</i> cv. Massai e <i>Pennisetum americanum</i> cv. ADR 300, consorciados com a soja e em cultivo solteiro e de <i>Pennisetum americanum</i> cv. ADR 300 em sucessão ao cultivo da soja, avaliados no período de fevereiro a junho de 2014. Gurupi-TO, 2014.....	50
Tabela 4. Teores médios de fibra em detergente ácido (FDA) e fibra em detergente neutro (FDN) de <i>Urochloa ruziziensis</i> , <i>U. brizantha</i> cv. Marandu, <i>Panicum maximum</i> cv. Mombaça, <i>P. infestans</i> cv. Massai e <i>Pennisetum americanum</i> cv. ADR 300, consorciados com a soja e em cultivo solteiro e de <i>Pennisetum americanum</i> cv. ADR 300 em sucessão ao cultivo da soja, avaliados no período de fevereiro a junho de 2014. Gurupi-TO, 2014.....	52
Tabela 5. Teores médios de celulose e hemicelulose de <i>Urochloa ruziziensis</i> , <i>U. brizantha</i> cv. Marandu, <i>Panicum maximum</i> cv. Mombaça, <i>P. infestans</i> cv. Massai e <i>Pennisetum americanum</i> cv. ADR 300, consorciados com a soja e em cultivo solteiro e de <i>Pennisetum americanum</i> cv. ADR 300 em sucessão ao cultivo da soja, avaliados por meio de cortes no período de fevereiro a junho de 2014. Gurupi-TO, 2014.....	55
Tabela 6. Teores médios de proteína bruta (PB) e nutrientes digestíveis totais (NDT) de <i>Urochloa ruziziensis</i> , <i>U. brizantha</i> cv. Marandu, <i>Panicum maximum</i> cv. Mombaça, <i>P. infestans</i> cv. Massai e <i>Pennisetum americanum</i> cv. ADR 300, consorciados com a soja e em cultivo solteiro e de <i>Pennisetum americanum</i> cv. ADR 300 em sucessão ao cultivo da soja, avaliados por cortes no período de fevereiro a junho de 2014. Gurupi-TO, 2014.....	56

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO I

Figura 1. Dados diários de precipitação pluvial e temperaturas máximas e mínimas ambientais, durante a condução do experimento. Gurupi-TO, safra 2012/2013.....21

Figura 2. Dados diários de precipitação pluvial e temperaturas máximas e mínimas ambientais, durante a condução do experimento. Gurupi-TO, safra 2013/2014.....22

Figura 3. Dados diários de precipitação pluvial e temperaturas máximas e mínimas ambientais, durante a condução do experimento. Gurupi-TO, safra 2014/2015.....22

CAPÍTULO II

Figura 1. Dados diários de precipitação pluvial e temperaturas máximas e mínimas ambientais, durante a condução do experimento. Gurupi-TO, ano 2014.....44

INTRODUÇÃO GERAL

O Estado do Tocantins possui um total de 27.842.070 hectares de terras agricultáveis, sendo 50,25% destinadas às atividades agropecuárias. Deste total, 7.500.654 hectares (26,94%) são áreas de pastagens, e apenas 935.017 hectares (3,36%) são explorados com finalidades agrícolas (CONAB, 2014). O potencial de crescimento na produção é enorme, principalmente sobre as áreas que se encontram em pousio (239.304 hectares), juntamente com as áreas que estão sob algum grau de degradação (TOCANTINS, 2010).

Grande parte das áreas destinadas a exploração de pastagens e para a produção de grãos no Estado se caracterizam pela baixa fertilidade de seus solos, em grande parte arenosos, sendo geralmente áreas de cerrado, campos nativos, bastante esgotados pela intensa exploração extrativista, cuja capacidade de suporte não supera 0,5 cabeça por hectare (TOCANTINS, 2010).

Em virtude de sua posição geográfica, o Estado do Tocantins apresenta características contrastantes a outras regiões do Bioma Cerrado. A rápida decomposição da palhada de plantas graníferas leguminosas como a soja principalmente em cultivos de verão, e a reduzida janela de semeadura das culturas de safrinha comprometem a adoção de mais de um cultivo ao ano sendo que muitas áreas, nessas regiões, ficam ociosas durante cinco meses do ano e com baixa cobertura de material vegetal morta.

Nas áreas produtoras de grãos do Estado, a não correção dos solos em profundidade, aliado a sucessão de cultivo soja/milheto, tem limitado a produtividade de grãos. O milho, como cultura de outono-primavera, tem baixa produtividade de matéria seca não só em virtude das condições climáticas desfavoráveis ao seu desenvolvimento, mas também pelo fato do baixo valor cultural de suas sementes, uma vez que muitos agricultores realizam a colheita de grãos desta espécie de cobertura antecedendo o preparo da próxima safra de soja. Segundo dados do IBGE (2006), no Tocantins apenas 107.153 hectares são cultivados utilizando o sistema plantio direto (SPD).

Desse modo, áreas em que a palha advém somente da cultura da safra de verão, apresentam baixa cobertura do solo no momento da próxima semeadura, comprometendo a viabilidade do SPD (ANDREOTTI et al., 2008; CALVO et al., 2010; CRUSCIOL et al., 2010). A interação de espécies e sistemas de produção que

possibilitem o aumento na quantidade de material de cobertura morta e com maior persistência sobre o solo é de suma importância para a sustentabilidade do SPD nessas regiões (BORGHI, 2007).

No estado do Tocantins a soja corresponde pela maior proporção de área plantada. Nesta cultura, o cultivo simultâneo com forrageiras tropicais é dificultado pela competição existente entre estas espécies, inferindo menor capacidade competitiva a soja (PORTES et al., 2003). Uma das técnicas para viabilizar o cultivo de espécies forrageiras na soja é a sobressemeadura (PACHECO et al., 2009), em que a espécie de cobertura é semeada nos estádios fenológicos R₅ a R₇. As condições favoráveis de temperatura e umidade formam um ambiente favorável para germinação e início do estabelecimento das espécies sobressemeadas (PACHECO et al., 2008).

Entre as tecnologias agrícolas para a recuperação de áreas degradadas, diversificação de culturas, cultivo consorciado, otimização dos insumos e mão-de-obra, uso intensivo da área com possibilidade de ganhos econômicos ao longo de todo o ano, destaca-se a integração lavoura-pecuária em SPD (MACEDO, 2009).

De acordo com Martha Junior et al. (2011), este sistema configura como uma opção para assegurar a expansão da agropecuária, com baixa pressão sobre as fronteiras agrícolas. Neste sistema de produção, o consórcio de culturas produtoras de grãos com forrageiras vêm sendo avaliadas como forma de proporcionar benefícios nas propriedades químicas (GARCIA et al., 2008), físicas e biológicas do solo (CHIODEROLI et al., 2012).

O uso de espécies forrageiras, com destaque para os gêneros *Urochloa* (Syn. *Brachiaria*) e *Panicum*, tem sido amplamente estudado como forma de proporcionar forragem no período de outono-primavera e palha para o SPD em várias regiões (SILVA et al., 2009; MACHADO; ASSIS, 2010; TEIXEIRA et al., 2010; CHIODEROLI et al., 2012; MENDONÇA et al., 2013), porém, para os solos do Bioma Cerrado, em especial nas condições edafoclimáticas do Tocantins, estudos como o proposto neste projeto são inexistentes.

Diante do exposto, objetivou-se com esta pesquisa: 1) avaliar a produção de palha e o desempenho agrônômico de soja consorciada com diferentes espécies forrageiras sobressemeadas, em plantio direto 2) avaliar a produção de forragem e a composição bromatológica de diferentes espécies forrageiras consorciadas com a soja e em cultivo solteiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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. 1, p. 109-115, 2008.

BORGHI, E. **Produção de milho e capins marandu e mombaça em função de modos de implantação do consórcio**. 2007. 142 f. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu.

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

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. 1, p. 37-43, 2012.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB. **Acompanhamento da safra 2013/2014**: sexto levantamento. Palmas, 2014, 23p.

CRUSCIOL, C. A. C.; SORATTO, R. P.; BORGHI, E.; MATEUS, G. P. Benefits of Integrating Crops and Tropical Pastures as Systems of Production. **Better Crops**, Georgia, v. 94, n. 2, p. 14-16, 2010.

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**, v. 28, n. 1, p. 579-585, 2008.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Censo Agropecuário**: Brasil, Grandes Regiões e Unidades da Federação. Rio de Janeiro, 2006, 777p.

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

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

MARTHA JUNIOR, G. B.; ALVES, E.; CONTINI, E. Dimensão econômica de sistemas de integração lavoura-pecuária. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 10, p. 1117-1126, 2011.

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. 1, p. 251-259, 2013.

PACHECO, L. P.; PIRES, F. R.; MONTEIRO, F. P.; PROCÓPIO, S. O.; ASSIS, R. L.; CARMO, M. L.; PETTER, F. A. Desempenho de plantas de cobertura em sobressemeadura na cultura da soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, n. 7, p. 815-823, 2008.

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

PORTES, T. A.; CARVALHO, S. I. C.; KLUTHCOUSKI, J. Aspectos fisiológicos das plantas cultivadas e análise de crescimento da braquiária consorciada com cereais. In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F.; AIDAR, H. **Integração Lavoura-Pecuária**. 1. ed. Santo Antonio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. p.303-329.

SILVA, P. C. G.; FOLONI, J. S. S.; FABRIS, L. B.; TIRITAN, C. S. Fitomassa e relação C/N em consórcios de sorgo e milho com espécies de cobertura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 44, n. 11, p. 1504-1512, 2009.

TEIXEIRA, C. M.; CARVALHO, G. J.; SILVA, C. A.; ANDRADE, M. J. B.; PEREIRA, J. M. Liberação de macronutrientes das palhadas de milho solteiro e consorciado

com feijão-de-porco sob cultivo de feijão. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 34, n. 1, p. 497-505, 2010.

TOCANTINS, Secretaria de Agricultura, Pecuária e Abastecimento do Tocantins (SEAGRO). **Tocantins Rural**. Palmas: SEAGRO, 2010.

CAPÍTULO I

PRODUÇÃO DE PALHA E DESEMPENHO AGRONÔMICO DE SOJA CONSORCIADA COM ESPÉCIES FORRAGEIRAS EM PLANTIO DIRETO

RESUMO

O consórcio da soja com espécies forrageiras utilizando a técnica sobressemeadura é uma alternativa para solucionar a formação e manutenção de palhada em sistema plantio direto no Cerrado. O objetivo deste trabalho foi avaliar a produção de palha e o desempenho agronômico de soja consorciada com diferentes espécies forrageiras sobressemeadas, em plantio direto. O delineamento utilizado foi em blocos completos casualizados com quatro repetições em esquema fatorial $5 \times 2 + 2$, sendo cinco espécies forrageiras consorciadas com soja (*Urochloa brizantha* cv. Marandu; *Urochloa ruziziensis*; *Panicum maximum* cv. Mombaça; *Panicum infestans* cv. Massai e; *Pennisetum americanum*), em duas safras agrícolas (2013/2014 e 2014/2015), mais dois tratamentos testemunhas (*Pennisetum americanum* em sucessão ao cultivo da soja e pelo cultivo tradicional de soja, seguido de pousio no inverno). Foram avaliados os componentes de rendimento da soja e a produtividade de palha das forrageiras. O consórcio da soja com as espécies forrageiras *Urochloa ruziziensis*, *U. brizantha* cv. Marandu, *Panicum maximum* cv. Mombaça e *P. infestans* cv. Massai em sobressemeadura não diminui a produtividade de grãos da soja. O consórcio soja x mombaça aumenta a estatura das plantas e produtividade de grãos da soja quando comparada a soja solteira. O *P. maximum* cv. Mombaça é mais eficiente no acúmulo de matéria seca quando cultivado em sobressemeadura na soja no período de outono/primavera em relação às demais forrageiras.

Palavras-chave: *Glicine max*; cobertura vegetal; sobressemeadura; produção de grãos.

STRAW PRODUCTION AND AGRONOMIC PERFORMANCE OF SOYBEAN INTERCROPPED WITH FORAGE SPECIES IN DIRECT PLANTING

ABSTRACT

The soybean intercropped with forage species utilizing the technical oversowing is alternative to solve training and straw maintenance in no-till system in the Cerrado.

The objective of this work was to evaluate the straw production and the agronomic performance of soybean intercropped with different forage species oversowing, in direct planting. The experiment was in a complete randomized block, with four replications in a factorial arrangement $5 \times 2 + 2$, being five species forage intercropped with soybean (*Urochloa brizantha* cv. Marandu; *Urochloa ruziziensis*; *Panicum maximum* cv. Mombaça; *Panicum infestans* cv. Massai and; *Pennisetum americanum*), in two growing seasons (2013/2014 e 2014/2015), more two treatments witnesses (*Pennisetum americanum* in succession to soybean cultivation and the traditional soybean cultivation, followed by fallow in winter). Were assessed the soybean yield components and straw productivity of forage. The soybean intercropped with forage species *Urochloa ruziziensis*, *U. brizantha* cv. Marandu, *Panicum maximum* cv. Mombaça and *P. infestans* cv. Massai in oversowing does not reduce the soybean grain yield. The soybean x Mombasa intercropped increases plant height and soybean grain yield when compared to single soybeans. The Mombasa is more efficient in dry matter accumulation when grown in oversowing in soybeans in autumn/spring compared to other forages.

Keywords: *Glicine max*; vegetal covering; oversowing; grain production.

INTRODUÇÃO

O sistema plantio direto (SPD) e a integração lavoura-pecuária (ILP) são alternativas de manejo que conciliam a manutenção e até mesmo a elevação da produção, com maior racionalidade dos insumos agrícolas empregados (SANTOS et al., 2008). As principais vantagens destes sistemas estão relacionadas à maior produtividade das plantas e dos animais, na diversificação da atividade agrícola, na recuperação de pastagens degradadas, na produção de forragem de qualidade no período de entressafra, em melhorias dos atributos químicos, físicos e biológicos do solo e na diminuição da incidência de doenças, pragas e plantas daninhas nas áreas de cultivo (CHIODEROLI et al., 2012; MENDONÇA et al., 2013; COSTA, 2014).

Em regiões de clima tropical como é o caso do Cerrado brasileiro, o sistema plantio direto é importante para a conservação e manutenção da capacidade produtiva dos solos (TORRES et al., 2005; MARCHÃO et al., 2007). Um dos requisitos para garantir a eficiência deste sistema é a adequada cobertura do solo por espécies formadoras de palha (ANDREOTTI et al., 2008; CALVO et al., 2010),

as quais devem ter elevada produção de biomassa e grande persistência sobre o solo (KLIEMANN et al., 2006), para que possam propiciar efetiva proteção contra processos erosivos, favorecer maior retenção de umidade em condições de déficit hídrico e disponibilizar nutrientes às culturas sucessoras por meio da ciclagem de nutrientes (PARIZ et al., 2011).

Várias culturas têm sido utilizadas e pesquisadas para a cobertura do solo no período outono-inverno e consequente formação de palha para o sistema plantio direto no Cerrado (MACHADO; ASSIS, 2010). Dentre as mais promissoras estão o milheto, o sorgo granífero e o forrageiro e as gramíneas forrageiras tropicais, consorciadas ou não, sobretudo as dos gêneros *Urochloa* e *Panicum* (MACEDO, 2009). Estas gramíneas são de grande potencial na manutenção da palha sobre o solo devido a sua alta relação C/N e lignina/N total, o que retarda sua decomposição e aumentam a possibilidade de utilização em regiões mais quentes (COSTA, 2014), como as encontradas no Cerrado tocantinense.

No cultivo da soja destinado à grãos, não há cobertura vegetal suficiente para continuidade do plantio direto, devido ao porte pequeno da cultura e a rápida decomposição do material vegetal deixado no solo. A consorciação da soja com espécies forrageiras é uma alternativa para formação de palha, uma vez que a forrageira consiga se estabelecer e, após a colheita da soja, irá se desenvolver sem competição e formar palha para o plantio direto da safra seguinte.

No entanto, o consórcio entre soja e espécies forrageiras apresenta alguns desafios. O menor porte e poder competitivo da cultura granífera em relação às forrageiras inviabilizam a semeadura em épocas iguais, além disso, o maior desenvolvimento vegetativo das forrageiras por ser planta C₄ dificulta a colheita da soja (VILELA et al., 2011).

Uma das técnicas para viabilizar o cultivo de espécies forrageiras na cultura da soja é a sobressemeadura, em que a espécie de cobertura é semeada antes do início das quedas de folhas da soja, nos estádios fenológicos R5, R6 ou R7 (PACHECO et al., 2009). De acordo com Trecenti (2005), a técnica da sobressemeadura de gramíneas forrageiras em soja, pode solucionar a formação e manutenção de palhada em SPD no Cerrado.

Diante do exposto, objetivou-se avaliar a produção de palha e o desempenho agrônômico de soja consorciada com diferentes espécies forrageiras sobressemeadas, em plantio direto.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental da Universidade Federal do Tocantins, Campus de Gurupi, localizada no município de Gurupi-TO, latitude 11°43'45" Sul, longitude 49°04'07" Oeste e altitude de 278 m. O clima predominante nestas regiões é, do tipo Aw, caracterizado por clima tropical úmido, com inverno seco e chuvas máximas no verão, e temperatura média anual de 26,1°C (KÖPPEN, 1948).

A pesquisa foi desenvolvida em três anos agrícolas, nas safras 2012/2013, 2013/2014 e 2014/2015. Nas figuras 1, 2 e 3 estão contidos os dados de precipitação pluvial e temperaturas máximas e mínimas ambientais durante a condução do experimento, registrados na Estação Meteorológica da Universidade Federal do Tocantins, Campus de Gurupi.

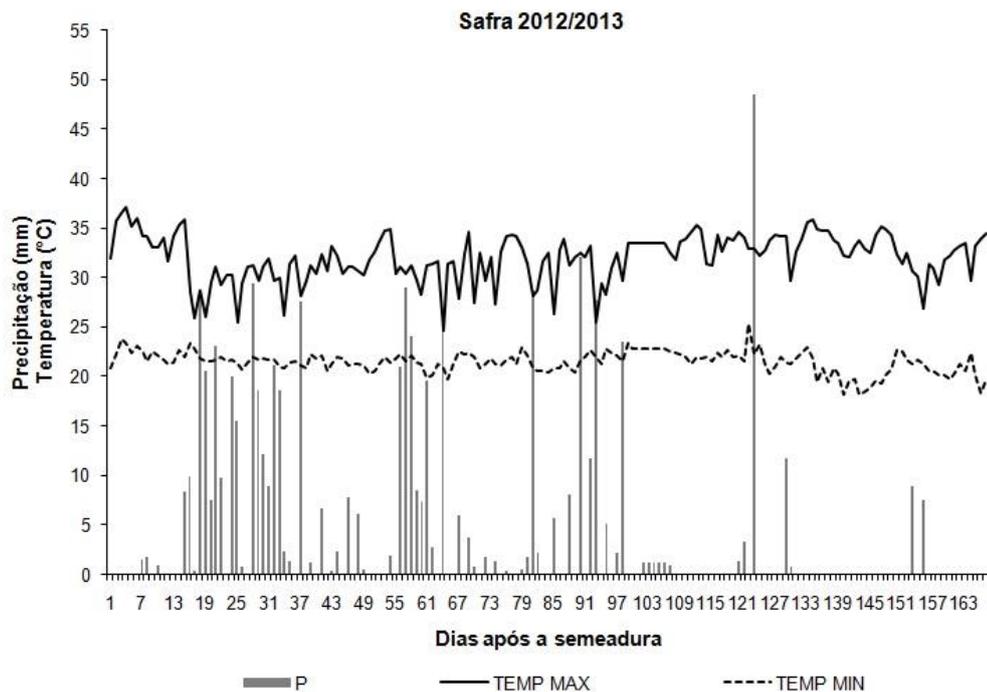


Figura 1. Dados diários de precipitação pluvial e temperaturas máximas e mínimas ambientais, durante a condução do experimento. Gurupi-TO, safra 2012/2013.

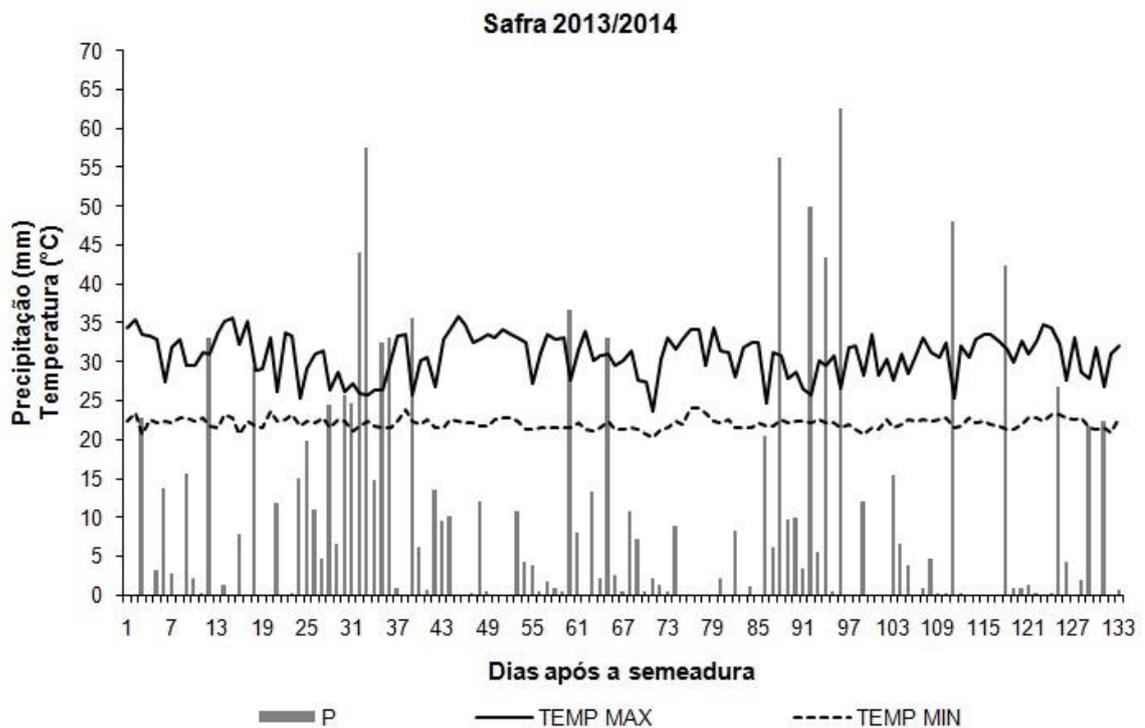


Figura 2. Dados diários de precipitação pluvial e temperaturas máximas e mínimas ambientais, durante a condução do experimento. Gurupi-TO, safra 2013/2014.

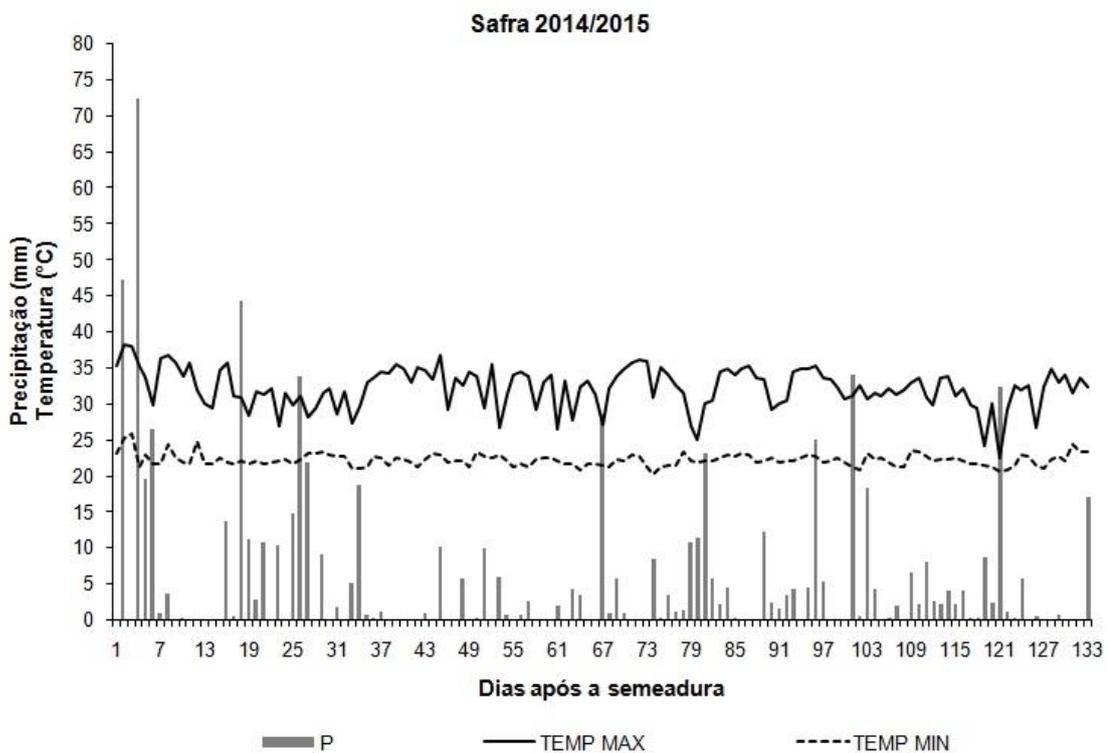


Figura 3. Dados diários de precipitação pluvial e temperaturas máximas e mínimas ambientais, durante a condução do experimento. Gurupi-TO, safra 2014/2015.

Antes da instalação do experimento foram coletadas amostras de solo na camada de 0 a 20 cm de profundidade, para a análise química, conforme Raji &

Quaggio (1983). Os resultados revelaram as seguintes características: pH em $\text{CaCl}_2 = 3,98$; $\text{P} = 1,09 \text{ mg dm}^{-3}$; $\text{K} = 32,0 \text{ mg dm}^{-3}$; $\text{Cu} = 0,90 \text{ mg dm}^{-3}$; $\text{Zn} = 0,30 \text{ mg dm}^{-3}$; $\text{Mn} = 12,20 \text{ mg dm}^{-3}$; $\text{Ca} = 0,17 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $\text{Mg} = 0,06 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $\text{Al} = 0,75 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $\text{H+Al} = 4,34 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $t = 1,06 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $\text{T} = 4,65 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $m = 70,75\%$; $\text{V} = 6,71\%$; $\text{M.O.} = 15,40 \text{ g dm}^{-3}$; $\text{Areia} = 690 \text{ g dm}^{-3}$; $\text{Silte} = 100 \text{ g dm}^{-3}$ e $\text{Argila} = 210 \text{ g dm}^{-3}$.

Com base nos resultados da análise de solo, verificou-se a necessidade de calcário e gesso, que foi aplicado em superfície sobre o resíduo vegetal remanescente na área, na quantidade de 2500 e 1000 kg ha^{-1} de calcário e gesso, respectivamente. Também foram aplicados, a lanço, em área total, 250 kg ha^{-1} de P_2O_5 na forma de superfosfato simples e 100 kg ha^{-1} de K_2O na forma de cloreto de potássio. O calcário aplicado foi o dolomítico filler com $\text{PRNT}=100\%$, com finalidade de elevar a saturação por bases a 60% segundo as recomendações propostas por Sousa & Lobato (2004).

O preparo do solo foi feito com grade de 32 polegadas para incorporação do gesso na camada 0-40 cm. Para incorporação dos demais fertilizantes e corretivos aplicados em área total, foi usado grade de 28 polegadas para a profundidade de 0-20 cm.

A safra 2012/2013, foi considerada como ano de implantação do experimento, sendo assim, não foi inserida no modelo estatístico adotado no trabalho. Ressalta-se que o atraso da semeadura da soja, que foi realizada em 17 de dezembro de 2012 e o alongamento do ciclo da cultivar em função dos dias nublados, inviabilizaram a avaliação dos componentes agrônômicos da cultura e prejudicaram o estabelecimento das forrageiras sobressemeadas, uma vez que, após a sobressemeadura das forrageiras, apenas três eventos de chuvas ocorreram até o início do período seco (15 de maio de 2013). No entanto, com o início do período chuvoso (03 de outubro de 2013) as forrageiras tiveram um crescimento considerável, permitindo o acúmulo de biomassa. Dessa forma, a safra 2012/2013 foi utilizada, apenas para a produção de palha (resíduos) das diferentes espécies forrageiras, proporcionando para a safra seguinte (2013/2014), o uso do plantio direto e o efeito desta palha para a cultura da soja.

O experimento foi instalado em Latossolo Amarelo distrófico de textura média (EMBRAPA, 1999). O delineamento utilizado foi em blocos completos casualizados com quatro repetições em esquema fatorial $5 \times 2 + 2$, sendo 5

espécies forrageiras consorciadas com soja (*Urochloa brizantha* cv. Marandu; *Urochloa ruziziensis*; *Panicum maximum* cv. Mombaça; *Panicum infestans* cv. Massai e; *Pennisetum americanum*), em duas safras agrícolas (2013/2014 e 2014/2015), mais dois tratamentos testemunhas (*Pennisetum americanum* em sucessão ao cultivo da soja e pelo cultivo tradicional de soja, seguido de pousio no inverno).

Cada unidade experimental foi constituída por 10 linhas de soja com 21 metros de comprimento, espaçadas em 0,45 m. Para as avaliações foram consideradas as 4 linhas centrais de cada unidade experimental, desprezando-se 1m na extremidade de cada linha de plantas, perfazendo uma área total de 94,5 m².

A cultivar de soja utilizada foi SYN1279 RR, de ciclo precoce, inoculada com *Bradyrhizobium japonicum*, Semia 5079 e Semia 5080, na dose de 300 g para cada 50 kg de sementes, no momento da semeadura.

Na safra 2013/2014 e 2014/2015 foi aplicado na linha de plantio 120 kg ha⁻¹ de P₂O₅ na forma de superfosfato simples e 30 kg ha⁻¹ de FTE cerrado como fonte de micronutrientes. A adubação potássica foi feita dez dias antes da semeadura da soja, na dose de 80 kg ha⁻¹ de K₂O na forma de cloreto potássio. Em ambas as safras não foi realizado o preparo convencional do solo, ou seja, foi adotado o plantio direto. A soja foi semeada no dia 20 de novembro com espaçamento de 0,45m entre linhas e com densidade de 17 plantas por metro linear.

A sobressemeadura das espécies forrageiras foi realizada manualmente, à lanço, quando a soja atingiu o estágio reprodutivo R5 (50% da planta com grãos em início de enchimento das vagens). Isso ocorreu em ambas as safras, no dia 06 de fevereiro. As densidades adotadas para as forrageiras foram as preconizadas por Machado e Assis (2010). Desta forma, as quantidades de sementes para as espécies *Urochloa ruziziensis*; *U. brizantha* cv. Marandu; *Panicum maximum* cv. Mombaça e *P. infestans* cv. Massai foram calculadas a partir da quantidade recomendada para a semeadura destas espécies em linha 5 kg ha⁻¹ de sementes puras viáveis, e 15 kg ha⁻¹ de sementes puras viáveis para o milheto (*Pennisetum americanum* cv. ADR 300). Para determinação das quantidades de sementes aplicadas, foi levado em consideração o valor cultural (VC) de cada espécie (PACHECO et al., 2008).

Antes da semeadura da cultura da soja, no dia 05 de novembro (safras 2013/2014 e 2014/2015), foi realizada a quantificação da biomassa das espécies

forageiras (kg ha^{-1}) resultante do ano anterior, por meio de amostragens de 4 retângulos medindo $100 \text{ cm} \times 25 \text{ cm}$ em cada unidade experimental, sendo uma subamostra colocada em estufa de ventilação forçada de ar a 60°C até massa constante, determinado-se a produção de matéria seca por hectare. Nesta mesma data, foi realizada a dessecação das espécies forrageiras com a utilização do herbicida glyphosate, na dose de $1,8 \text{ kg ha}^{-1}$ do ingrediente ativo (i. a.), utilizando volume de aplicação de 200 L ha^{-1} .

Durante todo o período de desenvolvimento das culturas foram realizadas todas as práticas agrícolas, de acordo com a necessidade.

As características agrônômicas da cultura da soja avaliadas foram:

1-) Altura de plantas: determinada mediante medição, com régua graduada em centímetros, da distância do coleto ao ápice da planta.

2-) Número de hastes por planta: Relação entre o número total de hastes e o número total de plantas, determinada em 10 plantas colhidas ao acaso na área útil de cada unidade experimental.

3-) População final de plantas: determinado na véspera da colheita. Para tanto, realizou-se a contagem do número de plantas nas 2 linhas centrais com comprimento de 3 metros, em cada unidade experimental, sendo os resultados convertidos em plantas m^{-1} .

4-) Número de grãos por planta: Relação entre o número total de grãos e o número total de plantas, determinada em 10 plantas colhidas ao acaso na área útil de cada unidade experimental.

5-) Número de vagens por planta: Relação entre número total de vagens e o número total de plantas, determinada em 10 plantas colhidas ao acaso na área útil de cada unidade experimental.

6-) de grãos por vagem: Relação entre número total de grãos e o número total de vagens, determinada em 10 plantas colhidas ao acaso na área útil de cada unidade experimental.

7-) Massa de 100 grãos (g): Determinada pela contagem e pela média de pesagem de quatro amostras de 100 grãos, em cada unidade experimental. Os dados obtidos foram corrigidos para o teor de água de 13%.

8-) Produtividade de grãos: determinada por meio da coleta das plantas contidas em quatro linhas centrais com três metros de comprimento de cada unidade experimental. As plantas foram colhidas manualmente e colocadas para secagem e

posterior debulha mecânica. Após esta operação, os grãos foram pesados e posteriormente foi calculada a produtividade em kg ha^{-1} corrigindo os valores para o teor de água de 13%.

Os dados experimentais foram submetidos à análise de variância com aplicação do teste F. Para as comparações entre as médias, foi realizado o teste de Tukey a 5% de probabilidade, com o auxílio do aplicativo computacional SISVAR (FERREIRA, 2008).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 encontram-se os valores de F e níveis de significância para as variáveis altura de plantas, população final, número de hastes, número de vagens, número de grãos por vagem, número de grãos, massa de 100 grãos, produtividade e matéria seca do resíduo.

Considerando a interação sistemas de cultivos versus anos houve significância para as características população final, número de vagens, número de grãos por vagem, número de grãos e matéria seca do resíduo caracterizando interdependência dos fatores, ou seja, os anos influenciaram de forma diferenciada a expressão dos sistemas estudados. Desta forma, realizou-se o desdobramento de um fator dentro do outro.

Para as características altura de plantas, número de hastes, massa de cem grãos e produtividade de grãos a interação foi não significativa, caracterizando assim, independência dos fatores estudados, ou seja, os anos não influenciam as espécies de forma diferenciada, sendo assim, os fatores foram estudados isoladamente.

Tabela 1. Valores de F e nível de significância referentes à altura de plantas, população final, número de hastes, número de vagens, número de grãos por vagem, número de grãos, massa de 100 grãos e produtividade de grãos da Soja e matéria seca do resíduo das forrageiras Marandu, Ruziziensis, Mombaça, Massai e Milheto, em função dos consórcios e dos anos agrícolas. Gurupi-TO, 2015.

	Altura de plantas	População final	Nº de hastes
	-----Valores de F-----		
Sistemas de cultivo (SC)	3,497**	8,89**	1,18 ^{ns}
Anos agrícolas (A)	26,209**	0,55 ^{ns}	3,52 ^{ns}
SC x A	1,809 ^{ns}	4,78**	1,65 ^{ns}
CV(%)	12,45	13,57	17,43
	Nº de vagens	Nº de grãos por vagem	Nº de grãos
	-----Valores de F-----		
Sistemas de cultivo (SC)	6,83**	0,64 ^{ns}	6,45**
Anos agrícolas (A)	346,60**	12,20**	324,63**
SC x A	6,354**	2,62*	6,38**
CV(%)	11,41	9,08	13,34
	Massa de 100 grãos	Produtividade	Matéria seca do resíduo
	-----Valores de F-----		
Sistemas de cultivo (SC)	2,21 ^{ns}	4,86**	59,70**
Anos agrícolas (A)	148,59**	3,29 ^{ns}	87,65**
SC x A	2,04 ^{ns}	1,56 ^{ns}	4,31**
CV(%)	8,08	15,86	22,35

* e ** são significativos a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente.

Os valores médios de altura de plantas e população final estão contidos na Tabela 2. Para a característica altura de plantas observou-se diferenças significativas entre os tratamentos estudados, sendo que o consórcio soja x mombaça foi o único a diferir da soja solteira, devido, provavelmente, a maior quantidade de palha produzida pelo capim mombaça, nos períodos das entressafras (Tabela 5). Dessa forma, no início do desenvolvimento das plantas de soja, a palha presente na área, provavelmente, diminuiu a quantidade de radiação solar incidente sobre a superfície, resultando no estiolamento das plantas na busca por luz (MURASHI et al., 2005).

Os anos agrícolas também diferiram significativamente, sendo o primeiro ano o que proporcionou maiores médias de alturas, devido à maior quantidade de

chuvas ocorridas durante o ciclo da cultura (Figura 2). No segundo ano agrícola, a quantidade de chuva no mesmo período foi menor, chegando à redução média de aproximadamente 48% (Figura 3), afetando o desenvolvimento da cultura da soja e refletindo em menores valores de altura de plantas.

O baixo conteúdo de água disponível para as plantas pode alterar vários processos vitais, dentre eles o potencial de água na folha, resistência estomática, processo fotossintético, temperatura da cultura e murchamento da folha (O'TOOLE et al., 1984). De acordo com Taiz e Zeiger (2009), diversas mudanças fisiológicas, estruturais, anatômicas, morfológicas e bioquímicas ocorrem quando a planta é submetida a qualquer tipo de estresse, sendo que o estresse hídrico afeta principalmente o crescimento celular, reduzindo o desenvolvimento e a estatura das plantas.

Os dados referentes à característica população final apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos apenas no primeiro ano de cultivo, sendo que os maiores valores observados foram obtidos pelo consórcio soja x mombaça e soja x ruziziensis, sendo os únicos a se diferir tanto da testemunha (soja solteira), quanto do consórcio soja x milho (Tabela 2). Fica evidente o efeito benéfico da biomassa dos tratamentos com capim consorciado com soja no desenvolvimento inicial das plantas, já que, todos resultaram em maiores populações de plantas quando comparado às testemunhas. Resultados semelhantes foram descritos por Krutzmann et al. (2013), estudando o rendimento da soja sobre palhadas de gramíneas tropicais em sistema de integração lavoura-pecuária, em que constataram maiores valores em população final de plantas nas áreas em que a biomassa vegetal sob o solo era composta pelos capins Marandu e Tanzânia.

O baixo valor de população final observado no tratamento soja solteira no primeiro ano de cultivo pode ser explicado pela ausência de palha na parcela e pelas fortes chuvas ocorridas no início do estabelecimento da cultura (Figura 2). Dessa forma, o solo que possui porcentagem de areia elevada (69%), permaneceu descoberto e o impacto das gotas das fortes chuvas ocorridas neste período, fez com que houvesse desenterramento das sementes afetando a população final de plantas. Esse processo não ocorreu no segundo ano de cultivo, pois a quantidade e a intensidade de chuvas foram menores, principalmente no período de germinação da cultura (Figuras 3). De acordo com Heckler et al. (1998), a camada de palha sobre a superfície do solo funciona como atenuadora ou dissipadora de energia,

protege o solo contra o impacto direto das gotas de chuva, atua como obstáculo ao movimento do excesso de água que não infiltra no solo e impede o transporte de partículas minerais e orgânicas pela enxurrada.

Tabela 2. Valores médios de altura de plantas e população final da cultura da soja consorciada com *Urochloa ruziziensis*, *U. brizantha* cv. Marandu, *Panicum maximum* cv. Mombaça, *P. infestans* cv. Massai e *Pennisetum americanum* cv. ADR 300 em SPD. Gurupi-TO, anos agrícolas 2013/2014 e 2014/2015

Tratamentos	Altura de plantas (cm)			População final (m)		
	Ano I	Ano II	Média	Ano I	Ano II	Média
Soja solteira	59,71	42,76	51,23b	6,46Ac	8,80Ba	7,63
Soja x Massai	60,80	61,53	61,17ab	11,21Aab	11,47Aa	11,34
Soja x Mombaça	73,70	61,25	67,48a	13,21Aa	9,05Ba	11,13
Soja x Marandu	63,53	53,00	58,26ab	10,87Aab	11,47Aa	11,17
Soja x Ruziziensis	59,25	55,40	57,33ab	12,42Aa	10,69Aa	11,55
Soja x Milheto	64,53	56,20	60,36ab	8,33Abc	9,69Aa	9,01
Milheto pós-soja	67,95	48,78	58,36ab	10,37Aab	9,75Aa	10,06
Média	64,21A	54,13B		10,41	10,13	

Médias seguidas por mesmas letras, minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem significativamente, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Nas tabelas 3 e 4 estão apresentados os dados médios dos componentes de produtividade da soja. Foram verificadas diferenças significativas entre os tratamentos avaliados para as características número de grãos por planta e número de vagem por planta. No entanto, a característica número de grãos por vagem não foi influenciada pelas diferentes espécies consorciadas e nem pelo milheto em sucessão a soja (Tabela 3).

Para a característica número de grãos por planta os valores no primeiro ano de cultivo variaram de 120,85 a 191,58, em que o consórcio soja x ruziziensis apresentou a menor média sem, porém, diferir dos tratamentos que apresentaram médias inferiores à 139,53, e o consórcio soja x milheto o que apresentou a maior média sem diferir da soja solteira (Tabela 3). Entretanto, para o segundo ano de cultivo, os valores variaram de 62,96 a 96,02, sendo o consórcio soja x milheto e soja x ruziziensis os únicos tratamentos a diferirem da soja solteira. Santos et al. (2013) avaliando diferentes sistemas de integração lavoura pecuária, no rendimento de grãos de soja em quatro safras agrícolas, verificaram médias variando de 53,9 a 82,3; 50,7 a 83; 34,5 a 61 e; 39,1 a 74, no primeiro, segundo, terceiro e quarto ano de cultivo, respectivamente, inferiores aos descritos no presente estudo.

Tabela 3. Valores médios de número de vagens, número de grãos por vagem e número de grãos da cultura da soja consorciada com *Urochloa ruziziensis*, *U. brizantha* cv. Marandu, *Panicum maximum* cv. Mombaça, *P. infestans* cv. Massai e *Pennisetum americanum* cv. ADR 300 em SPD. Gurupi-TO, anos agrícolas 2013/2014 e 2014/2015

Tratamentos	Nº de vagens			Nº de grãos por vagem			Nº de grãos		
	Ano I	Ano II	Média	Ano I	Ano II	Média	Ano I	Ano II	Média
Soja solteira	71,57Aab	42,33Ba	56,95	2,23Aa	2,27Aa	2,25	159,68Aab	96,02Ba	127,85
Soja x Massai	60,58Abc	42,40Ba	51,49	2,30Aa	1,90Ba	2,10	139,05Abc	80,55Bab	109,80
Soja x Mombaça	64,76Abc	38,63Ba	51,69	2,12Aa	2,21Aa	2,16	135,03Abc	84,90Bab	109,96
Soja x Marandu	55,79Ac	33,30Ba	44,54	2,43Aa	1,96Ba	2,19	135,50Abc	65,27Bab	100,38
Soja x Ruziziensis	53,29Ac	31,03Ba	42,16	2,26Aa	2,05Aa	2,16	120,85Ac	63,16Bb	92,01
Soja x Milheto	79,19Aa	30,08Ba	54,63	2,42Aa	2,09Ba	2,26	191,58Aa	62,96Bb	127,27
Milheto pós-soja	64,75Abc	33,17Ba	48,96	2,16Aa	2,16Aa	2,16	139,53Abc	71,75Bab	105,64
Média	64,27	35,85		2,28	2,09		145,89	74,94	

Médias seguidas por mesmas letras, minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem significativamente, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

De maneira geral, a característica número de vagens por planta, apesar de não ter sido constatada diferenças significativas entre os tratamentos para o segundo ano de cultivo, verifica-se em todos os tratamentos estudados, mesma tendência da característica número de grãos por planta em ambos os anos.

Garcia et al. (2014) cultivando soja em sucessão ao consórcio de milho e diferentes forrageiras, não verificaram diferenças estatísticas para os componentes da produção (número de vagens por planta, número de grãos por vagem e massa de 100 grãos) e atribuíram a falta de significância, ao fato da decomposição e mineralização das palhadas das forrageiras terem sido semelhantes. Crusciol et al. (2012) estudando diferentes cultivares de soja consorciadas com *Urochloa brizantha* cv. Marandu e em cultivo exclusivo, não constataram aumento dos componentes da produção nos consórcios em relação ao tratamento testemunha. Entretanto, afirmam que o maior período de consórcio entre as culturas pode afetar o desenvolvimento da soja, fato que não ocorreu no presente estudo, pois o período de consórcio entre as forrageiras e a soja foi curto (73 dias) levando-nos a inferir que a palhada das forrageiras foi o principal fator de interferência para as características avaliadas na soja.

Com relação ao fator ano agrícola, observa-se que o primeiro ano apresentou superioridade em relação ao segundo ano para as características número de grãos por planta e número de vagens por planta em todos os tratamentos estudados e, para a característica número de grãos por vagem nos tratamentos soja x massai, soja x marandu e soja x milheto (Tabela 2). Essa superioridade média de aproximadamente 48, 43 e 17% para as características número de grãos por planta, número de vagens por planta e número de grãos por vagem, respectivamente, pode estar relacionada com as quantidades e distribuição das chuvas ocorridas no período experimental (Figura 2 e 3). Segundo Farias et al. (2010), a quantidade requerida de água pela cultura da soja para completar o ciclo fisiológico é de 650 a 700 mm. Pelo observado em ambos os anos agrícolas avaliados a quantidade de chuva atendeu a demanda da cultura, porém, na safra 2013/2014 as chuvas foram melhores distribuídas entre os meses de safra e não houve falta de água em nenhuma fase da cultura, fato que não ocorreu na 2014/2015, principalmente nas fases que a planta demanda mais água (florescimento e enchimento de grãos), que no estudo ocorreu entre os 45 e 103 dias após a semeadura (Figura 2).

A demanda por água aumenta progressivamente com o desenvolvimento da cultura de soja atingindo o máximo no florescimento até o início da formação de legumes e se mantém alta até a maturação fisiológica (THOMAS & COSTA, 2010). Dessa forma, do ponto de vista fisiológico, a soja tende a aumentar o consumo de água com o avanço da cultura, através da sequência natural de desenvolvimento, com mínima sensibilidade durante a fase vegetativa e máxima sensibilidade durante a fase reprodutiva (SANTOS et al., 2013).

A característica massa de 100 grãos apresentou diferenças significativas para o fator ano agrícola (Tabela 4). Observou-se que o segundo ano de cultivo apresentou maiores valores diferenciando-se do primeiro. Para o primeiro e segundo ano os valores variaram de 16,02 a 17,20 e de 18,50 a 23,16 g, respectivamente. Os resultados encontrados corroboram com Pacheco et al. (2009) verificaram que a massa de 100 grãos de soja cultivada sobre palha de diferentes plantas de cobertura não apresentou alterações.

Tabela 4. Valores médios de massa de 100 grãos e produtividade de grãos da cultura da soja consorciada com *Urochloa ruziziensis*, *U. brizantha* cv. Marandu, *Panicum maximum* cv. Mombaça, *P. infestans* cv. Massai e *Pennisetum americanum* cv. ADR 300 em SPD. Gurupi-TO, anos agrícolas 2013/2014 e 2014/2015.

Tratamentos	Massa de 100 grãos (g)			Produtividade (kg ha ⁻¹)		
	Ano I	Ano II	Média	Ano I	Ano II	Média
Soja solteira	16,02	18,50	17,26	2495	3180	2837b
Soja x Massai	16,05	23,16	19,61	3747	3556	3652ab
Soja x Mombaça	16,44	22,04	19,24	4319	4157	4238a
Soja x Marandu	16,25	22,38	19,32	3788	3529	3658ab
Soja x Ruziziensis	17,20	20,96	19,08	3772	3091	3432ab
Soja x Milheto	15,84	20,76	18,30	3740	2924	3332b
Milheto pós-soja	16,40	21,02	18,71	3498	3044	3271b
Média	16,32B	21,26A		3623	3354	

Médias seguidas por mesmas letras, minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem significativamente, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

A diferença constatada entre os anos agrícolas para a característica massa de 100 grãos pode ser explicada pela relação direta que esse indicador possui com as características número de grãos por planta, número de vagens por planta e número de grãos por vagem. Provavelmente, o baixo valor apresentado por estas características no segundo ano, ocasionou um aumento na massa dos grãos de

soja, ou seja, a menor quantidade de drenos (vagens e grãos) presentes fez com que a planta direcionasse as reservas acumuladas durante seu desenvolvimento para uma menor quantidade de grãos, resultando em aumento de massa.

Conforme apresentado na tabela 4, pode-se verificar que para a característica produtividade de grãos houve diferenças significativas entre os tratamentos estudados. O consórcio soja x mombaça diferiu dos tratamentos soja x milho, milho pós-soja e soja solteira apresentando a maior média em produtividade de grãos. Isso mostra o benefício do consórcio, das palhadas produzidas pelas forrageiras e do plantio direto na produtividade da soja, visto que, todos os tratamentos consorciados apresentaram maiores valores que a testemunha.

Correia & Durigan (2006), trabalhando com a influência do tipo e quantidade de resíduos vegetais associados a herbicidas residuais no desenvolvimento da cultura da soja, verificaram que as plantas de soja cultivadas sobre palhada de *U. brizantha* (nos dois anos do estudo) e de *Eleusine coracana* (no segundo ano) tiveram maior produção de grãos, do que as plantas do tratamento testemunha. Do mesmo modo, Pacheco et al. (2009) verificaram que a produção de grãos foi influenciada pela presença de palha na superfície do solo, obtendo-se maior produtividade sobre cobertura de *U. ruziziensis* comparado à testemunha sem plantas de cobertura (pousio).

As maiores produtividades constatadas nos tratamentos consorciados pode estar relacionada à melhoria das características químicas, físicas e biológicas do solo proporcionadas pela presença de palha nestes tratamentos. Provavelmente, a decomposição desta palha aumentou a quantidade de matéria orgânica do solo e a disponibilidade de nutrientes para as plantas, o que favoreceu o seu desenvolvimento resultando em aumento de produtividade. Outra provável explicação está diretamente relacionada com a população final de plantas dos tratamentos estudados. O baixo valor verificado nessa característica (Tabela 2) para o tratamento testemunha diminuiu a sua produtividade por haver menos plantas por hectare. Esse fator associado a melhores condições de desenvolvimento das plantas de soja pela presença de palha proporcionou superioridade dos valores para os demais tratamentos.

De acordo com Rheinheimer et al. (1998) os resíduos vegetais que permanecem sobre a superfície do solo funcionam como uma espécie de

reservatório de nutrientes que são liberados pela ação de microrganismos, aumentam a estabilidade estrutural do solo e ainda o protegem contra a erosão. A palhada pode promover ainda, aumento no teor de matéria orgânica do solo devido à decomposição dos resíduos vegetais, aumentando a fertilidade de solos ácidos com cargas dependentes de pH associadas à matéria orgânica.

Segundo Macedo (2009) a adoção do sistema plantio direto é altamente dependente da produção e manutenção de palhada sobre a superfície do solo. Do mesmo modo, a permanência da palhada na superfície do solo pode manter e proteger o sistema solo-planta, beneficiando a manutenção da umidade e favorecendo a biota do solo (CALVO et al., 2010).

A quantidade de palha produzida por cada forrageira consorciada com a soja durante a entressafra (final do mês de maio até o início do mês de novembro) para a viabilidade do plantio direto estão contidas na Tabela 4. Foram verificadas diferenças significativas na produtividade de palha entre os tratamentos tanto do primeiro quanto no segundo ano de cultivo.

Tabela 5. Valores médios de matéria seca do resíduo das forrageiras *Urochloa ruziziensis*, *U. brizantha* cv. Marandu, *Panicum maximum* cv. Mombaça, *P. infestans* cv. Massai e *Pennisetum americanum* cv. ADR 300 cultivadas entre os meses de maio/novembro de 2013 e 2014. Gurupi-TO, 2015.

Tratamentos	Matéria seca do resíduo (kg ha ⁻¹)		
	Ano I	Ano II	Média
Soja x Massai	3661Bbc	7838Ab	5750
Soja x Mombaça	7571Ba	11394Aa	9483
Soja x Marandu	3549Bbc	8159Ab	5854
Soja x Ruziziensis	4659Bb	8396Ab	6527
Soja x Milheto	1939Ac	2149Ac	2044
Milheto pós-soja	---	1948c	974
Média	3563	6647	

Médias seguidas por mesmas letras, minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem significativamente, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

No primeiro ano, as produtividades de palha obtidas pelos capins massai, marandu e ruziziensis não apresentaram diferenças significativas. No entanto, estes tratamentos diferiram do capim mombaça, o qual apresentou a maior média de matéria seca do resíduo. Essa superioridade observada para o capim mombaça foi de 3910; 4022; 2912 e; 5632 kg ha⁻¹, comparadas ao capim massai, marandu,

ruzizensis e milheto, respectivamente. No segundo ano, o comportamento dos tratamentos foi semelhante ao primeiro ano. Novamente o capim mombaça apresentou maior resposta em produtividade diferenciando das demais forrageiras. Essa superioridade observada foi de aproximadamente 3556; 3235; 2998; 9245 e; 9446 kg ha⁻¹ comparadas ao capim massai, marandu, ruzizensis, milheto e milheto pós-soja, respectivamente.

Ferreira et al. (2010) estudando a produção, a persistência da biomassa seca e a eficiência da dessecação em espécies vegetais utilizadas para cultivos de cobertura do solo, verificaram diferenças significativas entre as espécies avaliadas, em que a espécie *Panicum maximum* cv. Tanzânia apresentou a maior produção palhada. Por outro lado, Krutzmann et al. (2013) em estudo com palhada de gramíneas tropicais resultantes de diferentes combinações de consórcios das próprias gramíneas, não verificaram diferenças estatísticas na produtividade de palhada e atribuíram isso ao fato de as poaceas possuírem características fisiológicas próximas, estarem submetidas às mesmas técnicas e períodos de utilização e condições climáticas, assim como o acesso a condições semelhantes de fertilidade de solo. Da mesma forma, Garcia et al. (2014) verificaram similaridade na produção de palha entre os capins do gênero *Panicum* e *Urochloa*, apresentando valor médio de 13499 kg de matéria seca ha⁻¹, resultado superior ao obtido no presente trabalho.

A ausência do valor de produtividade de palha para o tratamento milheto pós-soja, verificado no primeiro ano de cultivo, deve-se a não germinação das sementes, ocasionada pela falta de água após o plantio deste tratamento. Dessa forma, a época de plantio associada ao alongamento do ciclo da cultivar da soja na safra 2012/2013 fez com que houvesse atraso na colheita e conseqüentemente na semeadura do milheto. Assim, as chuvas que ocorreram após o plantio do milheto não foram suficientes para ativar o processo de germinação (Figura 1).

CONCLUSÕES

O consórcio da soja com as espécies forrageiras *Urochloa ruzizensis*, *U. brizantha* cv. Marandu, *Panicum maximum* cv. Mombaça e *P. infestans* cv. Massai em sobressemeadura não diminui a produtividade de grãos da soja.

O consórcio soja x mombaça aumenta a estatura das plantas e produtividade de grãos da soja quando comparada a soja solteira.

O *P. maximum* cv. Mombaça é mais eficiente no acúmulo de matéria seca quando cultivado em sobressemeadura na soja no período de outono/primavera em relação às demais forrageiras.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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. 1, p. 109-115, 2008.

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

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. 1, p. 37-43, 2012.

CORREIA, N. M.; DURIGAN, J. C. Influência do tipo e quantidade de resíduos vegetais associados a herbicidas residuais no desenvolvimento da cultura da soja. **Bragantia**, Campinas, v. 65, n. 3, p. 421-432, 2006.

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. 227p. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira.

CRUSCIOL, C. A. C.; MATEUS, G. P.; NASCENTE, A. S.; MARTINS, P. O.; BORGHI, E.; PARIZ, C. M. An Innovative Crop–Forage Intercrop System: Early Cycle Soybean Cultivars and Palisadegrass. **Agronomy Journal**, v. 104, n. 4, p. 1085-1095, 2012.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Sistema brasileiro de classificação dos solos**. 1999. Rio de Janeiro: EMBRAPA/CNPQ, 412p.

FARIAS, J. R. B.; NEUMAIER, N.; NEPOMUCENO, A. L. Soja. In: MONTEIRO, J. E. B. A. (Org.). **Agrometeorologia dos cultivos: o fator meteorológico na produção agrícola**. Brasília: Instituto Nacional de Meteorologia, 2010. p. 263-277.

FERREIRA, A. C. B.; LAMAS, F. M.; CARVALHO, M. C. S.; SALTON, J. C.; SUASSUNA, N. D. Produção de biomassa por cultivos de cobertura do solo e produtividade do algodoeiro em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 45, n. 6, p. 546-553, 2010.

FERREIRA, D. F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Symposium**, Lavras, v. 6, n. 2, p. 36-41, 2008.

GARCIA, C. M. P.; ANDREOTTI, M.; TEIXEIRA FILHO, M. C. M.; LOPES, K. S. M.; BUZETTI, S. Decomposição da palhada de forrageiras em função da adubação nitrogenada após o consórcio com milho e produtividade da soja em sucessão. **Bragantia**, Campinas, v. 73, n. 2, p. 143-152, 2014.

HECKLER, J. C.; HERNANI, L. C.; PITOL, C. P. In: SALTON, J. C.; HERNANI, L. C.; FONTES, C. Z. **Sistema plantio direto: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Dourados: Embrapa-CPAO, 1998. p. 37-49. (Coleção 500 perguntas 500 respostas).

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

KÖPPEN, W. 1948. **Climatologia: con un estudio de los climas de la tierra**. Fondo de Cultura Económica, México. 479p.

KRUTZMANN, A.; CECATO, U.; SILVA, P. A.; TORMENA, C. A.; IWAMOTO, B. S.; MARTINS, E. N. Palhadas de gramíneas tropicais e rendimento da soja no sistema de integração lavoura-pecuária. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 29, n. 4, p. 842-851, 2013.

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

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

MARCHÃO, R. L.; BALBINO, L. C.; SILVA, E. M.; SANTOS JÚNIOR, 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.

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. 1, p. 251-259, 2013.

MURAISHI, C. T.; LEAL, A. J. F.; LAZARINI, E.; RODRIGUES, L. R.; GOMES JUNIOR, F. G. 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.

O'TOOLE, J. C.; TUNER, N. C.; NAMUCO, O. P.; DINGKUHN.; GOMES, K. A. Comparison of some crop water stress measurements methods. **Crop Science**, Madison, v. 24, n. 1, p. 8-21, 1984.

PACHECO, L. P.; PIRES, F. R.; MONTEIRO, F. P.; PROCÓPIO, S. O.; ASSIS, R. L.; CARMO, M. L.; PETTER, F. A. Desempenho de plantas de cobertura em sobressemeadura na cultura da soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, n. 7, p. 815-823, 2008.

PACHECO, L. P.; PIRES, F. R.; MONTEIRO, F. P.; PROCÓPIO, S. O.; ASSIS, R. L.; CARGNELUTTI FILHO, A.; CARMO, M. L.; PETTER, F. A. Sobressemeadura da soja como técnica para supressão da emergência de plantas daninhas. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 27, n. 3, p. 455-463, 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, 2011.

RAIJ, B. V.; QUAGGIO, J. A. **Métodos de análise de solo para fins de fertilidade**. Campinas: Instituto Agrônomo, 1983. 31 p. (Boletim Técnico, 81).

RHEINHEIMER, D. S.; KAMINSKI, J.; LUPATINI, G. C.; SANTOS, E. J. S. Modificações em atributos químicos de solo arenoso sob sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 22, n.1, p. 713-721, 1998.

SANTOS, G. G.; SILVEIRA, P. M.; MARCHÃO, R. L.; BECQUER, T.; BALBINO, L. C. Macrofauna edáfica associada a plantas de cobertura em plantio direto em um latossolo vermelho do Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, n. 1, p. 115-122, 2008.

SANTOS, H. P.; FONTANELI, R. S.; SPERA, S. T.; MALDANER, G. L. Rendimento de grãos de soja em diferentes sistemas de produção integração lavoura-pecuária. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Viçosa, v. 8, n. 1, p. 49-56, 2013.

SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. Calagem e adubação para culturas anuais e semiperenes. In: SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. (ed). **Cerrado: Correção do solo e adubação**. 2 ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2004, cap. 12, p. 308-310.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

THOMAS, A. L.; COSTA, J. A. Estresse hídrico em soja: impacto no potencial de rendimento de grãos. In: THOMAS, A. L.; COSTA, J. A. (Org.). **Soja: manejo para alta produtividade de grãos**. Porto Alegre: Evangraf, 2010. p. 141-175.

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. 1, p. 609-618, 2005.

TRECENTI, R. **Avaliação de características agronômicas de espécies de cobertura vegetal do solo em cultivos de entressafra e sobressemeadura, na região central do Cerrado.** 2005. 118p. Dissertação (Mestrado) – Universidade de Brasília, Brasília.

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

CAPÍTULO II

PRODUÇÃO DE FORRAGEM E COMPOSIÇÃO BROMATOLÓGICA DE ESPÉCIES FORRAGEIRAS CONSORCIADAS COM SOJA

RESUMO

A integração lavoura-pecuária se caracteriza pelo cultivo de diferentes espécies na mesma área, uso de plantas e animais melhorados e manejo correto das pastagens. Fatores como espécie, fertilidade do solo, água, temperatura e fotoperíodo podem afetar a produção de matéria seca e a composição bromatológica das forrageiras. O objetivo deste trabalho foi avaliar a produção de forragem e a composição bromatológica de diferentes espécies forrageiras consorciadas com a soja e em cultivo solteiro. O delineamento utilizado foi em blocos completos casualizados com quatro repetições em esquema fatorial $5 \times 2 + 1$, sendo cinco espécies forrageiras (*Urochloa brizantha* cv. Marandu; *Urochloa ruziziensis*; *Panicum maximum* cv. Mombaça; *Panicum infestans* cv. Massai e *Pennisetum americanum*), em dois sistemas de cultivo (consorciado com a soja e solteiro), mais um tratamento padrão (*Pennisetum americanum* em sucessão ao cultivo da soja). Foram avaliados componentes de produtividade de forragem e a composição bromatológica das espécies forrageiras. As espécies *Urochloa ruziziensis*, *U. brizantha*, *Panicum maximum* e *P. infestans* apresentam maior capacidade produtiva de forragem, tanto cultivadas em consórcio com a soja quanto solteiras em relação ao *Pennisetum americanum*. O cultivo das forrageiras *Urochloa ruziziensis*, *U. brizantha*, *Panicum maximum* e *Pennisetum americanum* de forma solteira, proporciona maiores produtividades de forragens em relação ao cultivo consorciado com a soja. As forrageiras *Urochloa ruziziensis* e *U. brizantha* quando semeadas em cultivo consorciado, revela melhor valor nutritivo com o decorrer do período de outono-inverno.

Palavras-chave: *Glicine max*; cobertura vegetal; valor nutritivo.

FORAGE PRODUCTION AND BROMATOLOGIC COMPOSITION OF FORAGE SPECIES INTERCROPPING WITH SOYBEAN

ABSTRACT

The crop-livestock integration is characterized by the cultivation of different species in the same area, use of improved plants and animals and proper management of pastures. Factors such as species, soil fertility, water, temperature and photoperiod can affect the production of dry matter and nutritive value of forages. The objective of this work was to evaluate forage production and bromatologic composition of different forage species intercropping with soybean in oversowing system and single crop. The experiment was in a complete randomized block, with four replications in a factorial arrangement $5 \times 2 + 1$, being five species forage (*Urochloa brizantha* cv. Marandu; *Urochloa ruziziensis*; *Panicum maximum* cv. Mombaça; *Panicum infestans* cv. Massai e; *Pennisetum americanum*), in two crop systems (intercropped with soybean and single), more a standard treatment (*Pennisetum americanum* in succession to soybean cultivation). Were evaluated forage yield components and the chemical composition of the forage species. The species *Urochloa ruziziensis*, *U. brizantha*, *Panicum maximum* and *P. infestans* have higher production capacity de forage both grown intercropped with soybeans as compared to single *Pennisetum americanum*. The cultivation of the forages *Urochloa ruziziensis*, *U. brizantha*, *Panicum maximum* and *Pennisetum americanum* way single, provides higher productivity of forages compared to intercropping with soybean. The forages *Urochloa ruziziensis* and *U. brizantha* when sown in intercropping, reveals better nutritional value over the course of the autumn-winter period.

Keywords: *Glicine max*; vegetal covering; nutritional value.

INTRODUÇÃO

A degradação das pastagens ao longo dos anos têm sido um dos grandes problemas para o desenvolvimento da atividade agropecuária no Brasil. Esta atividade vem sendo realizada, em pastagens mal formadas, com manejos inadequados, principalmente em relação à adubação e controle de ervas daninhas, afetando a sustentabilidade dos sistemas de produção (PARIZ et al., 2011a).

Devido aos grandes investimentos necessários para a formação, recuperação e reforma de pastagens, têm-se buscado diversas técnicas visando à diminuição desses investimentos (JAKELAITIS et al., 2005). Entre as tecnologias agrícolas para a recuperação de áreas degradadas, otimização dos insumos e mão-de-obra, uso intensivo da área com possibilidade de ganhos econômicos ao longo

de todo o ano, destaca-se a integração lavoura-pecuária em sistema plantio direto – SPD (MACEDO, 2009).

A ILP apresenta maior sustentabilidade do que os modernos sistemas de monocultura, que em geral, dependem da utilização de grandes quantidades de insumos agrícolas (KATSVAIRO et al., 2006). Este sistema pressupõe a diversificação de culturas em plantio direto, o uso de animais e vegetais melhorados, e o correto manejo da pastagem (KLUTHCOUSKI; YOKOYAMA, 2003).

A maior parte das áreas utilizadas para produção de grãos no Cerrado brasileiro permanece em pousio de sete a oito meses, com apenas uma safra por ano agrícola, em virtude das condições climáticas desfavoráveis no início do outono, sobretudo a deficiência hídrica (AIDAR et al., 2003). Dessa forma, a semeadura de forrageiras nos meses de fevereiro e/ou março em sobressemeadura à cultura de verão, é uma alternativa para a antecipação do estabelecimento das forrageiras e aumento de produtividade de forragem. Assim, a sobressemeadura na primavera pode fornecer forragem de qualidade aos animais e palhada para a continuidade do SPD no verão (MACEDO, 2009; CRUSCIOL et al., 2010).

A maior parte dos trabalhos com ILP relatam apenas avaliações relacionadas as culturas graníferas. No entanto, fatores como espécie, fertilidade do solo, maturidade, colheita, manejos e condições climáticas (água, temperatura e fotoperíodo) podem afetar a produção de matéria seca, a composição bromatológica e, conseqüentemente, o teor de energia, proteína bruta (PB) ou nutrientes digestíveis totais (NDT) das forragens, principalmente em função de alguns componentes da parede celular, como a celulose, a hemicelulose (LEONEL et al., 2009).

A adoção de sistemas de ILP é uma alternativa para suprir parcialmente ou totalmente o déficit de forragem durante essa estação, com o cultivo de forrageiras anuais tais como milheto e sorgo ou de espécies perenes dos gêneros *Urochloa* e *Panicum* (PARIZ et al., 2011b), semeadas em sobressemeadura às culturas de verão. No entanto, a maioria dos trabalhos na ILP avaliam a utilização da *Brachiaria brizantha* e *B. decumbens* (MARANHÃO et al., 2009; MOREIRA et al., 2009; PARIZ et al., 2010; PARIZ et al., 2011a), havendo carência de informações quanto a *B. ruzizensi*. Da mesma forma as forrageiras do gênero *Panicum* apresentam poucas informações, necessitando de estudos que comprovem a eficiência destas forrageiras para a ILP em plantio direto.

Face ao exposto, objetivou-se com esta pesquisa, avaliar a produção de forragem e composição bromatológica de diferentes espécies forrageiras consorciadas com a soja em sistema de sobressemeadura e em cultivo solteiro.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no campo experimental da Universidade Federal do Tocantins, município de Gurupi, localizado na região sul do Estado do Tocantins, no ano agrícola de 2013/2014. A localização geográfica é 11°43'45"S de latitude, 49°04'07"O de longitude, com altitude de 278 m. O clima predominante nestas regiões é, do tipo Aw, caracterizado como tropical úmido, com inverno seco e chuvas máximas no verão, e temperatura média anual de 26,1°C (KÖPPEN, 1948).

Os dados climáticos referentes a temperaturas máximas e mínimas, e precipitação durante o período experimental, registrados na Estação Meteorológica da Universidade Federal do Tocantins, Campus de Gurupi, estão descritos na Figura 1.

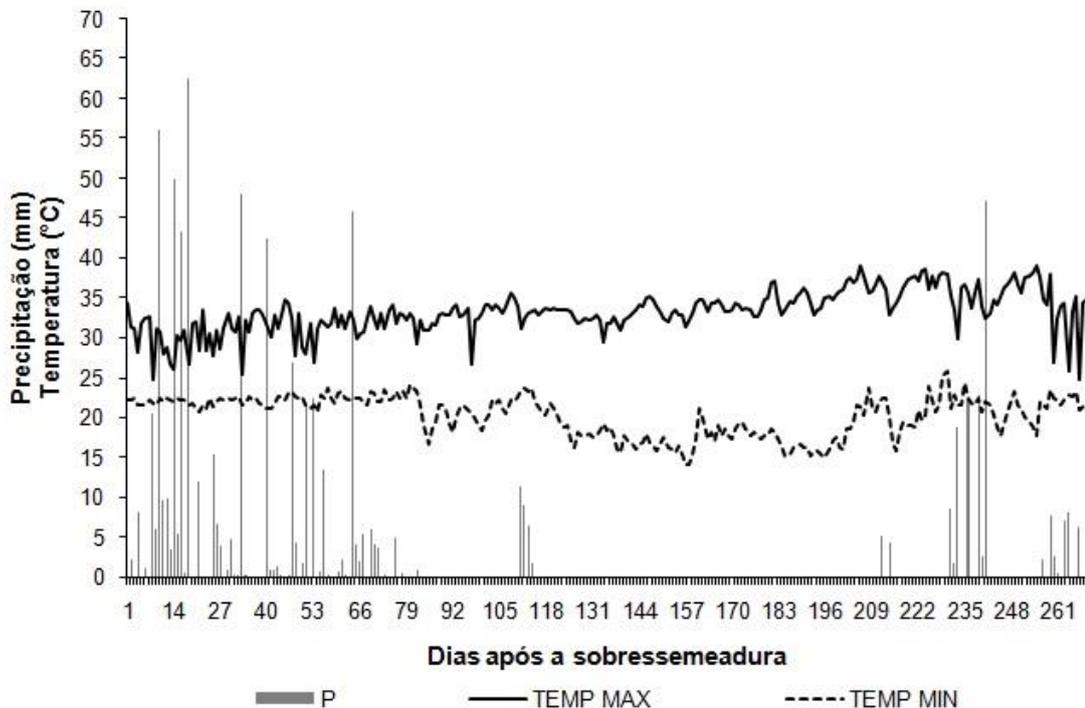


Figura 1. Dados diários de precipitação pluvial e temperaturas máximas e mínimas ambientais, durante a condução do experimento. Gurupi-TO, ano 2014.

A área experimental começou a ser trabalhada na safra 2012/2013, sob sistemas de cultivos integrados. No período de inverno recebe a semeadura de

gramíneas tropicais e no verão a cultura da soja. No entanto, antes da implantação, foram coletadas amostras de solo na camada de 0 a 20 cm de profundidade, para a análise química, conforme Raij & Quaggio (1983). Os resultados revelaram as seguintes características: pH em $\text{CaCl}_2 = 3,98$; $\text{P} = 1,09 \text{ mg dm}^{-3}$; $\text{K} = 32,0 \text{ mg dm}^{-3}$; $\text{Cu} = 0,90 \text{ mg dm}^{-3}$; $\text{Zn} = 0,30 \text{ mg dm}^{-3}$; $\text{Mn} = 12,20 \text{ mg dm}^{-3}$; $\text{Ca} = 0,17 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $\text{Mg} = 0,06 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $\text{Al} = 0,75 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $\text{H+Al} = 4,34 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $\text{t} = 1,06 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $\text{T} = 4,65 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $\text{m} = 70,75\%$; $\text{V} = 6,71\%$; $\text{M.O.} = 15,40 \text{ g dm}^{-3}$; $\text{Areia} = 690 \text{ g dm}^{-3}$; $\text{Silte} = 100 \text{ g dm}^{-3}$ e $\text{Argila} = 210 \text{ g dm}^{-3}$.

Com base nos resultados da análise de solo, verificou-se a necessidade de calcário e gesso, que foi aplicado em superfície sobre o resíduo vegetal remanescente na área, na quantidade de 2500 e 1000 kg ha^{-1} de calcário e gesso, respectivamente. Também foram aplicados, a lanço, em área total, 250 kg ha^{-1} de P_2O_5 na forma de superfosfato simples e 100 kg ha^{-1} de K_2O na forma de cloreto de potássio. O calcário aplicado foi o dolomítico filler com $\text{PRNT}=100\%$, com finalidade de elevar a saturação por bases a 60%, segundo as recomendações propostas por Sousa & Lobato (2004).

O preparo do solo foi feito com grade de 32 polegadas para incorporação do gesso na camada 0-40 cm. Para incorporação dos demais fertilizantes e corretivos aplicados em área total, foi usado grade de 28 polegadas para a profundidade de 0-20 cm.

O experimento foi instalado em Latossolo Amarelo distrófico de textura média (EMBRAPA, 1999). O delineamento utilizado foi em blocos completos casualizados com quatro repetições em esquema fatorial $5 \times 2 + 1$, sendo cinco espécies forrageiras (*Urochloa brizantha* cv. Marandu; *Urochloa ruziziensis*; *Panicum maximum* cv. Mombaça; *Panicum infestans* cv. Massai e *Pennisetum americanum*), em dois sistemas de cultivo (consorciado com a soja e solteiro), mais um tratamento padrão (*Pennisetum americanum* em sucessão ao cultivo da soja).

No cultivo consorciado cada unidade experimental foi constituída por 5 metros de largura e 21 metros de comprimento. Para as avaliações foram considerados apenas a área central das parcelas, desprezando-se um metro das extremidades e 0,5 metros das laterais, perfazendo uma área total de 105 m^2 .

No cultivo solteiro cada unidade experimental foi constituída por 2 metros de largura e 7 metros de comprimento. Para as avaliações foram considerados apenas

a área central das parcelas, desprezando-se 0,5 metros das extremidades e 0,3 metros das laterais, perfazendo uma área total de 14 m².

A cultivar de soja utilizada foi SYN1279 RR, de ciclo precoce, inoculada com *Bradyrhizobium japonicum*, Semia 5079 e Semia 5080, na dose de 300 g para cada 50 kg de sementes, no momento da semeadura. Foi aplicado na linha de plantio 120 kg ha⁻¹ de P₂O₅ na forma de superfosfato simples e 30 kg ha⁻¹ de FTE cerrado como fonte de micronutrientes. A adubação potássica foi feita dez dias antes da semeadura da soja, na dose de 80 kg ha⁻¹ de K₂O na forma de cloreto potássio. Em ambas as safras não foi realizado o preparo convencional do solo, ou seja, foi adotado o plantio direto. A soja foi semeada no dia 20 de novembro com espaçamento de 0,45m entre linhas e com densidade de 17 plantas por metro linear, perfazendo 377774 plantas ha⁻¹ de população final.

Aos 15 dias antes da semeadura da soja (5 de novembro de 2013) foi realizada a dessecação das espécies forrageiras, cultivadas no período de outono/inverno do ano anterior (2013), com a utilização do herbicida glyphosate, na dose de 1,8 kg ha⁻¹ do ingrediente ativo (i. a.), utilizando volume de aplicação de 200 L ha⁻¹.

A sobressemeadura das espécies forrageiras foi realizada no dia 06 de fevereiro de 2014, manualmente, à lanço, quando a soja atingiu o estágio reprodutivo R5 (50% da planta com grãos em início de enchimento das vagens. Nesta data também realizou a semeadura das forrageiras nas parcelas correspondendo ao cultivo solteiro. As densidades adotadas para as forrageiras foram as preconizadas por Machado e Assis (2010). Desta forma, as quantidades de sementes para as espécies *Urochloa ruziziensis*; *U. brizantha* cv. Marandu; *Panicum maximum* cv. Mombaça e *P. infestans* cv. Massai foram calculadas a partir da quantidade recomendada para a semeadura destas espécies em linha 5 kg ha⁻¹ de sementes puras viáveis, e 15 kg ha⁻¹ de sementes puras viáveis para o milho (*Pennisetum americanum* cv. ADR 300). Para determinação das quantidades de sementes, foi levado em consideração o valor cultural (VC) de cada espécie (PACHECO et al., 2008).

A colheita da soja foi realizada no dia 20 de março de 2014, correspondendo a 120 dias de ciclo. Para esta operação as unidades experimentais foram submetidas à colheita mecânica adotando a altura de corte da plataforma a inserção da primeira vagem. Após, foram realizadas amostragens nas espécies forrageiras,

para determinação da produção de matéria seca no período de março a junho. Para essas avaliações adotou-se o seguinte manejo: corte mecânico das plantas, sem remoção do material, de acordo com a altura de cada uma das espécies. Para as forrageiras *Urochloa ruziziensis*, *U. brizantha* cv. Marandu, *Panicum maximum* cv. Mombaça e *P. infestans* cv. Massai foram considerados para ponto de corte, 25, 25, 90 e 50 cm de altura e corte a altura até 15, 15, 30 e 25 cm em relação à superfície do solo, respectivamente. Para o *Pennisetum americanum* cv. ADR 300 foi considerado como ponto de corte a emissão completa da panícula, e corte a altura de 40 cm em relação à superfície do solo (AGUIAR, 2009). Os números de avaliações de cada espécie forrageira nos dois sistemas de cultivos e os dias que foram realizados os cortes após a colheita da soja, estão descritos na Tabela 1.

Tabela 1. Quantidade de cortes com seus respectivos números de dias após a semeadura das diferentes espécies forrageiras consorciadas com a soja e em cultivo solteiro, Gurupi-TO, 2014

Tratamentos	ConSORCIADO		Solteiro		
	1º corte	2º corte	1º corte	2º corte	3º corte
Dias após a semeadura					
Milh. pós-soja	100	147	100	147	---
Milheto	79	119	56	83	119
Mombaça	79	133	56	83	110
Massai	91	133	56	83	---
Marandu	91	121	56	83	121
Ruziziensis	79	121	56	83	121

Para a realização das amostragens, utilizou-se 4 retângulos medindo 100 x 25 cm, de forma aleatória em cada unidade experimental. O material foi cortado com auxílio de roçadora mecânica manual, pesado, e uma subamostra foi colocada em estufa de ventilação de ar a 60°C até peso constante, para a quantificação da produção de massa seca. No restante da parcela, utilizou-se a roçadora horizontal tratorizada, para a homogeneização das alturas para cada espécie.

A produção de massa seca das forrageiras, em cada avaliação, foi somada para a determinação da produtividade de massa seca de forragem no período avaliado. Também foi determinado para cada tratamento o acúmulo diário de forragem, calculado pela relação do somatório das massas secas dos cortes avaliados e o número de dias do último corte realizado.

Após cada colheita das forrageiras para quantificação da produção de massa seca, outra subamostra de cada tratamento foi separada e posteriormente moída em moinho com peneira com malha de um mm para determinação dos componentes bromatológicos.

Os teores de fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) proteína bruta (PB), celulose e hemicelulose foram determinados conforme metodologia descrita por Silva (1990). A estimativa dos teores de nutrientes digestíveis totais (NDT) foi realizada por meio da fórmula sugerida por Harlan et al. (1991), a qual é descrita por:

$$\%NDT = 109,64 - 1,479 \times \%FDA$$

Onde:

%NDT – porcentagem de nutrientes digestíveis totais;

%FDA – fibra em detergente ácido determinada em laboratório.

Todas essas determinações bromatológicas foram realizadas no laboratório da Embrapa Milho e Sorgo, localizada em Sete Lagoas – MG.

Os dados experimentais foram submetidos à análise de variância com aplicação do teste F. Para as comparações entre as médias, foi realizado o teste de Tukey a 5% de probabilidade, com o auxílio do aplicativo computacional SISVAR (FERREIRA, 2008).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2 encontram-se os valores de F e níveis de significância para as variáveis acúmulo diário de forragem, produtividade total de massa seca, fibra em detergente ácido (FDA), fibra em detergente neutro (FDN), celulose, hemicelulose, proteína bruta (PB) e nutrientes digestíveis totais (NDT). Considerando a interação espécies versus sistemas de cultivos houve significância para as características acúmulo diário de forragem, produtividade total de massa seca, fibra em detergente ácido, fibra em detergente neutro, celulose, proteína bruta e nutrientes digestíveis totais caracterizando interdependência dos fatores, ou seja, os sistemas de cultivos influenciaram de forma diferenciada a expressão das espécies estudadas. Desta forma, realizou-se o desdobramento de um fator dentro do outro.

Para a característica hemicelulose a interação foi não significativa, caracterizando assim, independência dos fatores estudados, ou seja, os sistemas de

cultivos não influenciam as espécies de forma diferenciada, sendo assim, os fatores foram estudados isoladamente.

Tabela 2. Valores de F e nível de significância referente a acúmulo diário de forragem, produtividade total de massa seca, fibra em detergente ácido (FDA), fibra em detergente neutro (FDN), celulose, hemicelulose, proteína bruta (PB) e nutrientes digestíveis totais (NDT) das forrageiras Marandu, Ruziziensis, Mombaça, Massai e Milheto, em função dos sistemas de cultivos. Gurupi-TO, 2015

	Acúmulo diário de forragem	Produtividade total de massa seca	FDA
-----Valores de F-----			
Espécies (E)	32,96**	85,75**	94,68**
Sistemas de cultivo (SC)	178,34**	0,017 ^{ns}	0,52 ^{ns}
E x SC	19,23**	6,88**	10,44**
CV(%)	19,79	16,01	3,21
	FDN	Celulose	Hemicelulose
-----Valores de F-----			
Espécies (E)	72,50**	72,50**	8,76**
Sistemas de cultivo (SC)	0,21 ^{ns}	0,21 ^{ns}	1,55 ^{ns}
E x SC	4,58**	4,58**	0,32 ^{ns}
CV(%)	2,20	4,43	3,48
	PB	NDT	
-----Valores de F-----			
Espécies (E)	41,98**	94,86**	
Sistemas de cultivo (SC)	11,12**	0,52 ^{ns}	
E x SC	6,86**	10,45**	
CV(%)	6,70	1,17	

* e ** são significativos a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente.

Na tabela 3 encontram-se os valores de acúmulo diário de forragem e produtividade total de massa seca das espécies forrageiras consorciadas com a soja e em cultivo solteiro, avaliadas no período de fevereiro a julho de 2014. Pelos resultados obtidos verifica-se que apenas no cultivo solteiro houve efeito dos tratamentos.

Para a característica acúmulo de forragem (Tabela 2) as forrageiras marandu e ruziziensis apresentaram maiores valores, diferenciando-se das demais. Por outro lado, as forrageiras mombaça, massai e o milheto foram superiores somente ao tratamento padrão (milheto em sucessão a soja).

Na característica produtividade total de massa seca verificou-se que os tratamentos avaliados apresentaram comportamento semelhante ao observado em acúmulo de forragem, devido à relação direta que essas duas características têm em comum. Entretanto, observa-se que as forrageiras massai, milho e milho pós-soja não se diferenciaram, apresentando as menores produtividades de massa seca, apesar do milho e massai não ter se diferido do mombaça. Resultados semelhantes foram descritos por Machado & Assis (2010), avaliando a produção de forragem e palha de espécies anuais e perenes cultivadas em sucessão a soja, no período de entressafra, em que os autores constataram menores produtividades de massa seca para as forrageiras massai e milho.

Tabela 3. Acúmulo diário de forragem e Produtividade total de massa seca de *Urochloa ruziziensis*, *U. brizantha* cv. Marandu, *Panicum maximum* cv. Mombaça, *P. infestans* cv. Massai e *Pennisetum americanum* cv. ADR 300, consorciados com a soja e em cultivo solteiro e de *Pennisetum americanum* cv. ADR 300 em sucessão ao cultivo da soja, avaliados no período de fevereiro a junho de 2014. Gurupi-TO, 2014

Tratamentos	Acúmulo diário de forragem			Produtividade total de massa seca		
	Consórcio	Solteiro	Média	Consórcio	Solteiro	Média
-----kg ha ⁻¹ -----						
Milh. pós-soja	11,27Aa	11,27Ac	11,26	1633Aa	1633Ac	1633
Milho	13,84Ba	21,96Ab	17,90	1646Ba	2612Abc	2129
Mombaça	16,33Ba	29,92Ab	23,13	2172Ba	3291Ab	2731
Massai	14,32Ba	32,09Ab	23,20	1905Aa	2663Abc	2284
Marandu	17,83Ba	57,15Aa	37,49	2157Ba	6915Aa	4536
Ruziziensis	17,47Ba	50,97Aa	34,22	2113Ba	6167Aa	4140
Média	15,17	33,90		1938	3880	

Médias seguidas por mesmas letras, minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem significativamente, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

As menores produtividades de massa seca total verificadas para essas forrageiras podem ser explicadas, no caso do capim massai, por ter um corte a menos que as outras forragens no cultivo solteiro (Tabela 1), o que resultou em menor produção total de massa seca. Já para o milho e o milho pós-soja, pode estar relacionada à característica que a planta possui em apresentar acentuada diminuição de biomassa produzida após cortes. Esta diminuição está diretamente

relacionada com a altura residual empregada no momento da colheita, que no presente trabalho foi de 40 cm.

De acordo com Kollet et al. (2006), rebrotas sucessivas e uma boa produção de massa seca para o milho, ocorrem quando os cortes são efetuados entre 60 e 100 cm do solo. Silva et al. (2012) afirmaram que cortes mais baixos tem como desvantagem a eliminação dos pontos de crescimento, o que prejudica o vigor de rebrota das plantas, assim, diferentes alturas de cortes interferem diretamente sobre a disponibilidade e a qualidade da forragem desta espécie.

Em relação aos sistemas de cultivos observa-se que, o cultivo solteiro obteve maiores valores de acúmulo de forragem e produção total de massa seca em relação ao cultivo consorciado em todos os tratamentos avaliados. Nas características acúmulo diário de forragem e produtividade de massa seca, essa superioridade foi de 8; 13; 17; 39; e 33 e 966; 1118; 757; 4758; e 4053 kg ha⁻¹ para as forrageiras milho, mombaça, massai, marandu e ruziziensis, respectivamente. Esses resultados podem ser atribuídos à quantidade de nutrientes disponíveis para as forrageiras em cada sistema de cultivo. No cultivo solteiro, as forrageiras foram adubadas antes da semeadura, já no consórcio essas foram cultivadas no residual da soja, sendo a recomendação para este sistema de cultivo visando à cultura da soja e não as forragens. Esse fato, provavelmente, proporcionou maior quantidade de nutrientes no solo disponíveis para as plantas no cultivo solteiro o que resultou em maior desenvolvimento e conseqüentemente maior produtividade de forragem.

Outra provável explicação está relacionada com a quantidade de radiação solar, incidente nas forrageiras em cada sistema de cultivo. No cultivo consorciado, a sobressemeadura ocorreu quando a soja estava em R5, assim, desse estágio até a colheita da soja as forrageiras germinaram e se estabeleceram, porém apresentaram desenvolvimento lento devido ao intenso sombreamento provocado pela soja nesse período. Por outro lado, no cultivo solteiro, as forrageiras receberam maior quantidade de luz solar durante os primeiros 45 dias após a semeadura, já que não havia sombreamento, resultando em aumento do processo fotossintético e conseqüentemente aumento do desenvolvimento e produção de forragem das plantas.

Ikeda et al. (2013) estudando as interferências no consórcio de milho com *Urochloa brizantha* e Castagnara et al. (2014) avaliando o cultivo consorciado da soja com a mesma espécie forrageira, também atribuíram a queda na produção de

massa seca das forragens, ao sombreamento proporcionado pelas culturas anuais, utilizadas no consórcio. Portes et al. (2000) afirmaram que a ocorrência do sombreamento em plantas que possuem mecanismo fotossintético do tipo C₄, geralmente, resulta em menor produção de massa seca.

Tabela 4. Teores médios de fibra em detergente ácido (FDA) e fibra em detergente neutro (FDN) de *Urochloa ruziziensis*, *U. brizantha* cv. Marandu, *Panicum maximum* cv. Mombaça, *P. infestans* cv. Massai e *Pennisetum americanum* cv. ADR 300, consorciados com a soja e em cultivo solteiro e de *Pennisetum americanum* cv. ADR 300 em sucessão ao cultivo da soja, avaliados no período de fevereiro a junho de 2014. Gurupi-TO, 2014

Tratamentos	FDA			FDN		
	Consórcio	Solteiro	Média	Consórcio	Solteiro	Média
-----dag kg ⁻¹ -----						
Milh. pós-soja	34,47Ab	34,47Ab	34,47	69,65Aa	69,65Aa	69,65
Milheto	38,33Aa	37,10Aa	37,72	71,15Aa	69,99Aa	70,57
Mombaça	34,93Ab	35,74Aab	35,33	68,82Aa	68,60Aa	68,71
Massai	37,77Aa	34,17Bb	35,97	71,46Aa	67,71Ba	69,58
Marandu	28,34Bc	30,31Ac	29,33	61,81Ab	62,93Ab	62,37
Ruziziensis	26,97Bc	30,38Ac	28,67	58,69Bb	61,55Ab	60,12
Média	33,47	33,69		66,93	66,74	

Médias seguidas por mesmas letras, minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem significativamente, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Os teores médios de FDA diferiram entre as espécies forrageiras, independentemente do sistema de cultivo empregado (Tabela 3). No cultivo consorciado, as forrageiras milho e massai apresentaram os maiores valores em FDA, 38,33 e 37,77 dag kg⁻¹, respectivamente, diferindo significativamente dos demais tratamentos. Por outro lado, as forrageiras mombaça e milho pós-soja, apresentaram valores intermediários de FDA, diferindo apenas das forrageiras marandu e ruziziensis, que apresentaram as menores médias. Esse mesmo comportamento foi verificado no cultivo solteiro, com exceção do tratamento massai que apresentou valor médio de FDA intermediário, como os constatados para as forrageiras mombaça e milho pós-soja.

Quanto aos sistemas de cultivos, verificou-se diferenças significativas apenas para os tratamentos massai, marandu e ruziziensis, sendo que, no cultivo solteiro, as forrageiras marandu e ruziziensis apresentaram aumento nos valores de

FDA em relação ao cultivo consorciado. No entanto, para o capim massai o comportamento observado foi o inverso, resultando em diminuição do teor de FDA para o cultivo solteiro. Pariz et al. (2010) avaliando a composição bromatológica de diferentes espécies forrageiras, em consórcio com o milho e em cultivo exclusivo, verificaram menores valores de FDA no consórcio para os capins marandu e ruziziensis, corroborando com os resultados do presente trabalho.

Para a característica FDN verificou-se que os tratamentos estudados apresentaram efeito significativo em ambos os sistemas de cultivos (Tabela 3). Os tratamentos milheto pós-soja, milheto, mombaça e massai, diferiram dos tratamentos marandu e ruziziensis, que apresentaram os menores valores de FDN. Valores superiores aos encontrados no presente estudo foram relatados por Pariz et al. (2010) no período de verão, em trabalho com sistema de integração lavoura-pecuária, em que a *Brachiaria brizanta* cv. Marandu e *B. ruziziensis* apresentaram, respectivamente, teores de FDN 70,9 e 65,2%. Os presentes resultados são inferiores aos encontrados por Paciullo et al. (2009), em avaliação de pastos permanentes de *Brachiaria decumbens*, obtiveram teores de 71,5% de FDN no período de inverno.

Comparando os dois sistemas de cultivos, constata-se que houve diferenças significativas, apenas para as forrageiras massai e ruziziensis, as quais apresentaram comportamento contrário uma da outra. O capim massai, apresentou maior valor de FDN quando cultivado em consórcio com a soja, enquanto que, para o ruziziensis a maior resposta foi verificada no cultivo solteiro.

Os maiores valores de FDA e FDN, verificados para o capim massai no cultivo consorciado em relação ao solteiro, pode ser explicado, provavelmente, pelo tempo de cortes da forragem em cada sistema de cultivo, uma vez que, no cultivo consorciado o capim massai demorou mais dias para atingir o ponto de corte (Tabela 1), devido ao sombreamento imposto pela soja no início do desenvolvimento da cultura, ocorrendo, dessa forma, maior lignificação da forragem o que aumentou os teores de fibras. Segundo Van Soest (1994), com o avanço da idade fisiológica, a planta tende a aumentar os teores dos componentes da parede celular, ocasionando perda de qualidade da forragem mais rapidamente.

Vale ressaltar que quanto maior o teor de FDA menor será a digestibilidade, enquanto que o FDN tem correlação negativa com o consumo das forrageiras, considerando teores de 40% de FDA e 60% de FDN como limitantes da

digestibilidade e do consumo, respectivamente (VAN SOEST, 1994). Assim, com exceção do capim ruziziensis no cultivo consorciado, no geral os teores de FDN foram superiores a 60%, podendo-se afirmar que apesar da adubação diferenciada e do manejo de corte específico para cada forragem, os sistemas de cultivos apresentaram forragens com elevados teores de FDN. Entretanto, os teores de FDA foram inferiores a 40% em ambos os sistemas de cultivos, inferindo-se em uma forragem de menor consumo, mas de boa digestibilidade.

Na Tabela 5 estão descritos os teores de celulose e hemicelulose das espécies forrageiras em função dos sistemas de cultivos. Na comparação entre as espécies forrageiras, verificou-se que os menores teores de celulose foram obtidos pelos tratamentos milheto pós-soja, milheto, mombaça e massai diferenciando dos tratamentos marandu e ruziziensis, em ambos os sistemas de cultivos.

Na comparação entre as modalidades de cultivos, observam-se diferenças significativas, apenas para as forrageiras massai e ruziziensis (Tabela 5). O capim massai, apresentou menor valor de celulose quando cultivado em consórcio com a soja, diferentemente do capim ruziziensis, sendo verificado maior valor para o mesmo sistema de cultivo. Provavelmente, no sistema consorciado, devido à decomposição da palhada do ano anterior e dos restos culturais da soja, houve uma disponibilidade de nutrientes, principalmente nitrogênio para as forrageiras, melhorando o valor nutritivo destas que, no caso do capim massai foi com a redução no teor de celulose e para o capim ruziziensis com a redução no teor de FDA e FDN (Tabela 4).

Quanto aos teores de hemicelulose das diferentes espécies forrageiras, observa-se que os valores variaram de 31,17 a 35,18%, sendo que a menor média foi constatada no tratamento ruziziensis, apesar de não diferir de marandu e milheto e a maior no milheto pós-soja, apesar de não diferir do massai (Tabela 5).

Conforme Silva & Queiroz (2002), a celulose compõe a maior parte da FDA. Já 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, já 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 (PARIZ et al., 2011b).

Tabela 5. Teores médios de celulose e hemicelulose de *Urochloa ruziziensis*, *U. brizantha* cv. Marandu, *Panicum maximum* cv. Mombaça, *P. infestans* cv. Massai e *Pennisetum americanum* cv. ADR 300, consorciados com a soja e em cultivo solteiro e de *Pennisetum americanum* cv. ADR 300 em sucessão ao cultivo da soja, avaliados por meio de cortes no período de fevereiro a junho de 2014. Gurupi-TO, 2014

Tratamentos	CELULOSE			HEMICELULOSE		
	Consórcio	Solteiro	Média	Consórcio	Solteiro	Média
-----dag kg ⁻¹ -----						
Milh. pós-soja	30,35Ab	30,35Ab	30,35	35,18	35,18	35,18a
Milheto	28,85Ab	30,01Ab	29,43	32,82	32,90	32,85bc
Mombaça	31,17Ab	31,40Ab	31,29	33,90	32,86	33,38b
Massai	28,54Bb	32,30Ab	30,42	33,69	33,54	33,62ab
Marandu	38,19Aa	37,08Aa	37,63	33,47	32,62	33,04bc
Ruziziensis	41,31Aa	38,45Ba	39,88	31,72	31,17	31,45c
Média	33,07	33,26		33,46	33,05	

Médias seguidas por mesmas letras, minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem significativamente, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Para os teores médios de proteína bruta (PB) constatou-se diferenças significativas entre as espécies forrageiras, tanto no cultivo consorciado com a soja, quanto no cultivo solteiro das forragens (Tabela 6). No sistema consorciado, as espécies ruziziensis e marandu apresentaram os maiores teores de proteína bruta, diferenciando das demais espécies avaliadas. Os menores teores foram constatados para as espécies massai, mombaça e milho pós-soja. No sistema solteiro, novamente as espécies marandu e ruziziensis apresentaram as maiores respostas em proteína bruta diferindo de todos os outros tratamentos, exceto do capim massai. Por outro lado, as espécies milho, mombaça e massai obtiveram respostas semelhantes, diferindo do tratamento milho pós-soja, o qual apresentou o menor teor (11,72%).

Os maiores teores de proteína bruta observados para as forrageiras do gênero *Brachiaria* (marandu e ruziziensis) e os menores para as forrageiras do gênero *Panicum* (massai e mombaça), tanto no consórcio quanto no cultivo solteiro, pode estar relacionado com o ponto de corte das forrageiras e também com a altura da planta no momento da avaliação. Para as brachiarias, o ponto de corte foi realizado quando a planta atingiu 25 cm de altura e seu corte realizado a 15 cm de

altura em relação ao solo, devido a este manejo, provavelmente, foram coletados tecidos mais jovens com teores de proteínas mais elevados e menores teores de fibras (Tabela 4), pois a planta cresceu menos, favorecendo a concentração de nutrientes em detrimento ao desenvolvimento vegetativo. Já para as forrageiras do gênero *Panicum*, o ponto de corte foi em média 50 e 80 cm de altura e o corte foi realizado a uma altura de 25 e 30 cm em relação à superfície do solo, para o massai e mombaça, respectivamente. Isso proporcionou a coleta de tecidos mais fibrosos e com menores teores de proteínas, pois a planta favorece seu crescimento vegetativo, diminuindo a concentração de nutrientes. Tal efeito é conhecido por diluição – concentração que, segundo Schunke (2001), refere-se à menor concentração de nutrientes em decorrência do maior desenvolvimento vegetativo.

Tabela 6. Teores médios de proteína bruta (PB) e nutrientes digestíveis totais (NDT) de *Urochloa ruziziensis*, *U. brizantha* cv. Marandu, *Panicum maximum* cv. Mombaça, *P. infestans* cv. Massai e *Pennisetum americanum* cv. ADR 300, consorciados com a soja e em cultivo solteiro e de *Pennisetum americanum* cv. ADR 300 em sucessão ao cultivo da soja, avaliados por cortes no período de fevereiro a junho de 2014. Gurupi-TO, 2014

Tratamentos	PB			NDT		
	Consórcio	Solteiro	Média	Consórcio	Solteiro	Média
-----dag kg ⁻¹ -----						
Milh. pós-soja	11,72Abc	11,72Ac	11,72	63,71Ab	63,71Ab	63,71
Milheto	12,95Ab	13,88Ab	13,41	61,01Ac	61,87Ac	61,44
Mombaça	12,06Bbc	13,73Ab	12,89	63,39Ab	62,83Abc	63,11
Massai	10,75Bc	14,54Aab	12,64	61,40Bc	63,92Ab	62,66
Marandu	16,13Aa	16,49Aa	16,31	68,00Aa	66,62Ba	67,31
Ruziziensis	17,68Aa	16,35Aa	17,02	68,96Aa	66,58Aa	67,78
Média	13,55	14,45		64,41	64,26	

Médias seguidas por mesmas letras, minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem significativamente, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Em relação aos sistemas de cultivos, verificaram-se diferenças significativas, apenas para as forrageiras massai e mombaça, apresentando maior resposta em proteína bruta quando cultivadas solteiras. Tal fato pode ser atribuído à melhores condições de luminosidade e adubação, aliado a característica de maior crescimento destas forrageiras para o cultivo solteiro, uma vez que, no cultivo consorciado as forrageiras foram cultivadas no residual de nutrientes da soja e nos primeiros 45 dias

de início do seu desenvolvimento ficaram sombreadas pela soja. Assim, a decomposição dos restos vegetais da cultura da soja e da palhada do ano anterior, não proporcionou quantidade satisfatória de nutrientes, principalmente nitrogênio, para que as forrageiras aumentassem o crescimento vegetativo com aumento do valor nutritivo.

As concentrações de PB constatadas para as espécies em ambos os sistemas de cultivos são coerentes com as descritas em outros trabalhos, como por Velásquez et al. (2010) estudando tifton, marandu e tanzânia, em três épocas de corte, 28, 35 e 42 dias; por Medeiros et al. (2011) trabalhando com *Brachiaria brizantha*, em duas épocas de corte 45 e 60 dias e; por Krutzmann et al. (2014) avaliando a composição bromatológica de diferentes gramíneas forrageiras consorciadas com a soja em quatro períodos de semeadura. Estes valores podem atender satisfatoriamente aos requerimentos protéicos mínimos de ruminantes, pois dietas com teores de PB inferiores a 7% limitam o consumo voluntário e reduzem a digestibilidade pelo balanço nitrogenado negativo (SANTOS et al., 2008).

Segundo Van Soest (1994), quando os teores de PB das forrageiras são inferiores a 7%, ocorre redução na digestão da mesma devido a inadequados níveis de nitrogênio para os microorganismos do rúmen, diminuindo sua população, e conseqüentemente ocorre redução da digestibilidade e da ingestão da massa seca, portanto, teores mais altos de PB são necessários para o atendimento das exigências protéicas do organismo animal. Neste trabalho pode-se observar que os teores de PB estiveram acima de 10%.

Para a característica nutrientes digestíveis totais (NDT), verifica-se diferenças significativas entre os tratamentos em ambos os sistemas de cultivos (Tabela 6). No consórcio com a soja, assim como observado na PB, as forrageiras marandu e ruziziensis apresentaram as maiores médias, diferenciando das demais espécies avaliadas. Já o capim mombaça e o tratamento milheto pós-soja, apresentaram teores semelhantes, diferindo apenas do capim massai e do milheto, os quais apresentaram os menores valores. O mesmo comportamento foi constatado para o cultivo solteiro, com exceção do capim massai que apresentou valores semelhantes aos tratamentos mombaça e milheto pós-soja, diferenciando do milheto, o qual obteve o menor valor.

Os comportamentos observados nos tratamentos, para os dois sistemas de cultivos estudados estão diretamente relacionados com os teores de FDA uma vez

que o cálculo do NDT é realizado a partir dos teores de FDA. Maiores teores de fibras significam menores teores de nutrientes. No entanto, todos os tratamentos, independentemente do sistema de cultivo, apresentaram médias superiores a 55% que, de acordo com Van Soest (1994), são valores ideais para forrageiras tropicais.

Quanto aos sistemas de cultivos, verificou-se diferenças significativas para as forrageiras massai e marandu, sendo observado maior valor, para o massai no cultivo solteiro e para o marandu em consórcio. Esse comportamento contrário observado nestas forrageiras deve-se, provavelmente, ao tamanho que cada forragem possui para serem realizados os cortes e ao tempo transcorrido para esta prática. No capim massai, foram realizados dois cortes nos dois sistemas de cultivo, porém, no sistema solteiro o tempo transcorrido foi menor, proporcionando coleta de tecidos mais novos, menos fibrosos e conseqüentemente com teores de nutrientes mais elevados. Por outro lado no capim marandu, o cultivo solteiro apresentou três cortes, enquanto que o consorciado apenas dois no mesmo período (Tabela 1). Como o cálculo dos indicadores bromatológicos foi feito com a média dos cortes, provavelmente, no cultivo solteiro houve aumento no número de perfilhos, pelo estímulo ocasionado por maior número de corte, resultando no aumento dos teores de fibras, principalmente no terceiro corte, o que conseqüentemente reduziu a média do teor de NDT.

CONCLUSÕES

As espécies *Urochloa ruziziensis*, *U. brizantha*, *Panicum maximum* e *P. infestans* apresentam maior capacidade produtiva de forragem, tanto cultivadas em consórcio com a soja quanto solteiras em relação ao *Pennisetum americanum*.

O cultivo das forrageiras *Urochloa ruziziensis*, *U. brizantha*, *Panicum maximum* e *Pennisetum americanum* de forma solteira, proporciona maiores produtividades de forragens em relação ao cultivo consorciado com a soja.

As forrageiras *Urochloa ruziziensis* e *U. brizantha* quando semeadas em cultivo consorciado, revela melhor valor nutritivo com o decorrer do período de outono-inverno.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIAR, A. P. A. **O Manejo do Pastejo**. Curso de pós-graduação “lato sensu” em manejo de pastagem. Uberaba: Faculdades Associadas de Uberaba, 2009, 81p.
- AIDAR, H.; RODRIGUES, J. A. S.; KLUTHCOUSKI, J. Uso da integração lavoura-pecuária para produção de forragem na entressafra. In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F.; AIDAR, H. (Ed.). **Integração lavoura-pecuária**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003, p. 225-262.
- CASTAGNARA, D. D.; BULEGON, L. G.; ZOZ, T.; ROSSOL, C. D.; BERTÉ, L. N.; OLIVEIRA, P. S. R.; NERES, M. A. Cultivo consorciado de soja com braquiária. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 30, n. 1, p. 168-177, 2014.
- CRUSCIOL, C. A. C.; SORATTO, R. P.; BORGHI, E.; MATEUS, G. P. Benefits of Integrating Crops and Tropical Pastures as Systems of Production. **Better Crops**, Georgia, v. 94, n. 2, p. 14-16, 2010.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Sistema brasileiro de classificação dos solos**. 1999. Rio de Janeiro: EMBRAPA/CNPS, 412p.
- FERREIRA, D. F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Symposium**, Lavras, v. 6, n. 2, p. 36-41, 2008.
- IKEDA, F. S.; VICTORIA FILHO, R.; MARCHI, G.; DIAS, C. T. S.; PELISSARI, A. Interferências no consórcio de milho com *Urochloa* spp. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 43, n. 10, p. 1763-1770, 2013.
- 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, v. 23, n. 1, p. 59-67, 2005.
- KATSWAIRO, T. W.; WRIGHT, D. L.; MAROIS, J. J.; HARTZOG, D. L.; RICH, J. R.; WIATRACK, P. J. Sod-livestock integration into the peanut-cotton rotation: A systems farming approach. **Agronomy Journal**, v. 98, n. 4, p. 1156-1171, 2006.

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

KOLLET, J. L., DIOGO, J. M. S., LEITE, G. G. Rendimento forrageiro e composição bromatológica de variedades de milho (*Pennisetum glaucum* (L.) R. BR.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, n. 4, p. 1308-1315, 2006.

KÖPPEN, W. 1948. **Climatologia: con un estudio de los climas de la tierra**. Fondo de Cultura Econômica, México. 479p.

KRUTZMANN, A.; CECATO, U.; SANTOS, G. T.; LINO, D. A.; HORST, J. A.; RIBEIRO, O. L. Produção animal, composição química e digestibilidade de forrageiras tropicais em sistema de integração lavoura-pecuária. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 30, n. 2, p. 491-501, 2014.

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 em consórcio com milho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 1, p. 177-189, 2009.

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

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

MARANHÃO, C. M. A.; SILVA, C. C. F.; BONOMO, P.; PIRES, A. J. V. Produção e composição bromatológica de duas cultivares de braquiária adubadas com nitrogênio e sua relação com o índice SPAD. **Acta Scientiarum: Animal Scieces**, Maringá, v. 31, n. 2, p. 117-122, 2009.

MEDEIROS, L. T.; PINTO, J. C.; CASTRO, E. M.; REZENDE, A. V.; LIMA, C. A. Nitrogênio e as características anatômicas, bromatológicas e agronômicas de cultivares de *Brachiaria brizantha*. **Ciência e agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 3, p. 598-605, 2011.

MOREIRA, L. M.; MARTUSCELLO, J. A.; FONSECA, D. M.; MISTURA, C.; MORAIS, R. V.; RIBEIRO JÚNIOR, J. I. Perfilamento, acúmulo de forragem e composição bromatológica do capim braquiária adubado com nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 9, p. 1675-1684, 2009.

PACHECO, L. P.; PIRES, F. R.; MONTEIRO, F. P.; PROCÓPIO, S. O.; ASSIS, R. L.; CARMO, M. L.; PETTER, F. A. Desempenho de plantas de cobertura em sobressemeadura na cultura da soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, n. 7, p. 815-823, 2008.

PACIULLO, D, S. C.; LOPES, F, C. F.; JUNIOR, J, D. M.; FILHO, A. V.; RODRIGUES, M. N.; MORENZ, M, J. F.; AROEIRA, L, J. M. Características do pasto e desempenho de novilhas em sistema silvipastoril e pastagem de braquiária em monocultivo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 44, n. 11, p. 1528-1535, 2009.

PARIZ, C. M.; ANDREOTTI, M.; AZENHA, M. V.; BERGAMASCHINE, A. F.; MELLO, L. M. M.; LIMA, R. C. Massa seca e composição bromatológica de quatro espécies de braquiárias semeadas na linha ou a lanço, em consórcio com milho no sistema plantio direto na palha. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, Maringá, v. 32, n. 2, p. 147-154, 2010.

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. 232, p. 1041-1052, 2011a.

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, 2011b.

PORTES, T. A.; CARVALHO, S. I. C.; OLIVEIRA, I. P.; KLUTHCOUSKI, J. Análise do crescimento de uma cultivar de braquiária em cultivo solteiro e consorciado com cereais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 7, p. 1349-1358, 2000.

RAIJ, B. V.; QUAGGIO, J. A. **Métodos de análise de solo para fins de fertilidade**. Campinas: Instituto Agrônômico, 1983. 31 p. (Boletim Técnico, 81).

SANTOS, N. L.; SILVA, M. W. R.; CHAVES, M. A. Efeito da irrigação suplementar sobre a produção dos capins tifton 85, tanzânia e marandu no período de verão no sudoeste baiano. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 9, n. 4, p. 911-922, 2008.

SCHUNKE, R. M. **Alternativas de manejo da pastagem para melhor aproveitamento do nitrogênio do solo**. Campo Grande: EMBRAPA, Centro nacional de Pesquisa de Gado de Corte, 2001. Campo Grande: Embrapa / CNPGC, 2001, 26p. (Documentos, 111).

SILVA, A. G.; FARIAS JÚNIOR, O. L.; FRANÇA, A. F. S.; MIYAGI, E. S.; RIOS, L. C.; MORAES FILHO, C. G.; FERREIRA, J. L. Rendimento forrageiro e composição bromatológica de milho sob adubação nitrogenada. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 13, n. 1, p. 67-75, 2012.

SILVA, D. J. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. Universidade Federal de Viçosa: UFV, 2º ed., 1990. 165p.

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

SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. Calagem e adubação para culturas anuais e semiperenes. In: SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. (ed). **Cerrado: Correção do solo e adubação**. 2 ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2004, p. 308-310.

VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2. ed. New York: Cornell University Press, 1994.

VELÁSQUEZ, P. A. T.; BERCHIELLI, T. T.; REIS, R. A.; RIVERA, A. R.; DIAN, P. H. M.; TEIXEIRA, I. A. M. A. Composição química, fracionamento de carboidratos e proteínas e digestibilidade *in vitro* de forrageiras tropicais em diferentes idades de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 39, n. 6, p. 1206-1213, 2010.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Assim, o presente estudo forneceu informações importantes sobre o consórcio da soja com espécies forrageiras, e o desempenho destas espécies em condições climáticas diversas, seja na produção de grãos, forragem e palha. Desse modo, as informações obtidas nesta pesquisa poderão auxiliar de forma prática, agricultores e pecuaristas para melhor manejo das culturas na região, bem como em futuras pesquisas e estudos que venham a aprimorar o desenvolvimento da integração lavoura-pecuária em sistema de plantio direto, intensificando a produção e gerando lucratividade para o sistema produtivo.