

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

GRAMÍNEAS FORRAGEIRAS EM CONSÓRCIO COM SOJA,  
VISANDO OS SISTEMAS INTEGRADOS DE PRODUÇÃO  
AGROPECUÁRIA

Autor: Luís Armando Zago Machado  
Orientador: Prof. Dr. Ulysses Cecato

MARINGÁ  
Estado do Paraná  
Março - 2016

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

GRAMÍNEAS FORRAGEIRAS EM CONSÓRCIO COM SOJA,  
VISANDO OS SISTEMAS INTEGRADOS DE PRODUÇÃO  
AGROPECUÁRIA

Autor: Luís Armando Zago Machado  
Orientador: Prof. Dr. Ulysses Cecato

Tese apresentada, como parte das exigências para obtenção do título de DOUTOR EM ZOOTECNIA, no Programa de Pós-graduação em Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá – Área de Concentração Pastagem e Forragicultura.

MARINGÁ  
Estado do Paraná  
Março - 2016

### **Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)**

Machado, Luís Armando Zago

Gramíneas forrageiras em consórcio com soja, visando os sistemas integrados de produção agropecuária / Luís Armando Zago Machado. – Maringá, 2016.

79 f : il., figs., tabs.

Orientador: Prof. Dr. Ulysses Cecato.

Tese (doutor em Zootecnia) – Universidade Estadual de Maringá.  
Programa de Pós-graduação em Zootecnia.

1. Consorciação de cultura – Soja – Gramínea forrageira. 2. Integração lavoura-pecuária. I. Cecato, Ulysses, orient. II. Universidade Estadual de Maringá. Programa de Pós-graduação em Zootecnia. III. Título.

CDD 21.ed. 631.582



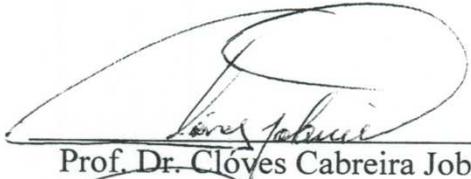
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

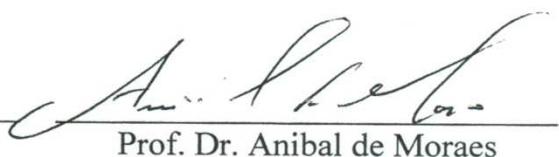
GRAMÍNEAS FORRAGEIRAS EM CONSÓRCIO COM SOJA,  
VISANDO OS SISTEMAS INTEGRADOS DE PRODUÇÃO  
AGROPECUÁRIA

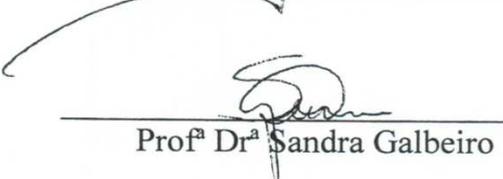
Autor: Luís Armando Zago Machado  
Orientador: Prof. Dr. Ulysses Cecato

TITULAÇÃO: Doutor em Zootecnia – Área de Concentração Pastagens e  
Forragicultura

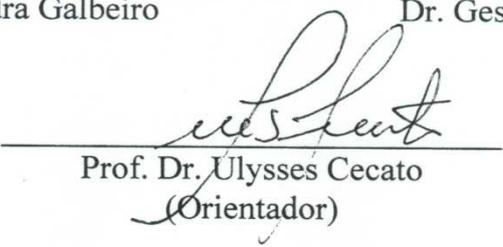
APROVADA em 21 de março de 2016

  
Prof. Dr. Clóves Cabreira Jobim

  
Prof. Dr. Anibal de Moraes

  
Prof.ª Dr.ª Sandra Galbeiro

  
Dr. Gessi Ceccon

  
Prof. Dr. Ulysses Cecato  
(Orientador)

“Se a aparência fosse igual a essência das coisas, não haveria necessidade de ciência”.

Karl Marx

A minha esposa Rosana, quem sempre esteve ao meu lado apoiando e compartilhando  
momentos felizes.

Aos meus filhos Isabela e Lorenzo razão de minha caminhada, de onde busco  
inspiração para a vida.

Aos meus pais Armando e Maria que me passaram valores fundamentais na minha  
formação.

DEDICO

## AGRADECIMENTOS

A Deus, pelas oportunidades que tive na vida.

Ao professor e orientador Dr. Ulysses Cecato, por acreditar na proposta de estudo e por contribuir com seus ensinamentos, além da amizade.

A diretoria da Embrapa, por compreender a necessidade de capacitação e atualização de seus pesquisadores.

Ao prof. Dr. Elias Nunes Martins, pela orientação nas análises estatísticas.

Ao colega João Klouthcouski, pela sua capacidade de motivação que me incentivou desenvolver o tema da tese.

Ao Prof. Walmes Zeviani, que colaborou no uso do software R.

Aos colegas Éder e Germani, pela incansável colaboração no desenvolvimento da tese, principalmente, ensinando-me o uso do software R.

Ao colega Murilo, pela amizade e colaboração.

Ao colega Gessi, que contribuiu com muitas ideias na condução do trabalho.

Aos colegas de trabalho João Batista, Sérgio, Laércio, Nélio e Edson, que foram fundamentais na condução do trabalho e na obtenção dos dados.

Aos professores Ismar Leal Barreto (*in memoriam*) e Gerzy Ernesto Maraschin, pelos ensinamentos de vida e profissionais, que foram marcantes na minha formação.

A todos os professores do Programa de Pós- Graduação em Zootecnia, pelos ensinamentos que recebi.

A Universidade Estadual de Maringá, por proporcionar a realização de meus estudos.

Aos meus familiares que sempre apostaram em mim.

## BIOGRAFIA

LUÍS ARMANDO ZAGO MACHADO, filho de Maria Zago Machado e Armando Rodrigues Machado, nasceu no dia 08 de abril de 1964 no município de Caçapava do Sul, Rio Grande do Sul. É casado com Rosana Sanches Nakayama com que tem os filhos Isabela e Lorenzo.

Em julho de 1990, concluiu o curso de Agronomia pela Universidade Federal de Santa Maria. Em dezembro de 1993, obteve o grau de Mestre em Zootecnia pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre - RS.

Em março de 2013, ingressou no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, nível de Doutorado na área de concentração em Pastagens e Forragicultura, da Universidade Estadual de Maringá (UEM).

Atuou como instrutor do SENAR-RS no período de 1994 a 1997.

É pesquisador da Embrapa Agropecuária Oeste, em Dourados-MS, desde 1997, onde desenvolve pesquisas com forrageiras para os sistemas integrados de produção agropecuária.

## ÍNDICE

	Página
LISTA DE TABELAS.....	viii
LISTA DE FIGURAS.....	x
RESUMO.....	xii
ABSTRACT.....	xiv
I – INTRODUÇÃO.....	1
1. Revisão bibliográfica	4
1.1. Sistemas integrados de produção agropecuária	4
1.2. Evolução dos sistemas integrados	5
1.3. Cobertura do solo	8
1.4. Pastagens de curta duração	9
1.5. Consórcio de culturas	10
1.5.1. Consórcio de soja com forrageiras	12
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	17
II – OBJETIVOS GERAIS.....	26
<b>III - Estabelecimento de forrageiras perenes em consórcio com soja, visando sistemas integrados de produção agropecuária.....</b>	<b>27</b>
Resumo.....	27
Abstract.....	27
Introdução.....	28
Material e Métodos.....	29
Resultados e Discussão.....	32
Conclusões.....	37
Referências.....	38

<b>IV - Produção e composição química de gramíneas perenes estabelecidas em consórcio com soja, para sistemas integrados.....</b>	<b>44</b>
Resumo.....	44
Abstract.....	44
Introdução.....	45
Material e Métodos.....	46
Resultados e Discussão.....	49
Conclusões.....	53
Referências .....	53
<b>V - Suscetibilidade de forrageiras tropicais perenes ao herbicida glyphosate, visando sistemas integrados de produção agropecuária.....</b>	<b>59</b>
Resumo.....	59
Abstract.....	59
Introdução.....	60
Material e Métodos.....	62
Resultados e Discussão.....	64
Literatura citada .....	67
<b>VI – CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>78</b>

## LISTA DE TABELAS

	Página
<b>III - Estabelecimento de forrageiras perenes em consórcio com soja, visando sistemas integrados de produção agropecuária.....</b>	
<b>Tabela 1.</b> Rendimento de grãos (RG), percentagem de impurezas (PI) e de umidade (PU), número de vagens por planta (NVP), percentagem de vagens chochas (PVC), número de grãos por vagem (NGV) e massa de 100 grãos (M100G) de soja solteira ou consorciada com forrageiras perenes, nos períodos 2011/2012 e 2012/2013.....	42
<b>Tabela 2.</b> Altura de plantas de soja (APS), altura de inserção das primeiras vagens (AIPV), estatura de plantas forrageiras (EPF), número de plantas forrageiras (NPF) e de plantas daninhas (NPD), número de perfilho das forrageiras (NPer), massa seca de forragem (F), plantas daninhas (PD) e forragem + plantas daninhas (F+PD), em soja solteira ou consorciada com forrageiras perenes, nos períodos 2011/2012 e 2012/2013.....	43
<b>IV - Produção e composição química de gramíneas perenes estabelecidas em consórcio com soja, para sistemas integrados.....</b>	
<b>Tabela 1.</b> Estatura das plantas, produção de lâminas foliares (PLF), colmos + bainhas (PCB) e de forragem (PF) e, razão folha/colmo (RFC) de sete forrageiras avaliadas durante as estações secas de 2012 e 2013.....	57

<b>Tabela 2.</b> Conteúdos de nitrogênio (N), digestibilidade <i>in vitro</i> da matéria orgânica (DIVMO), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), Hemicelulose (Hemicel), Celulose (Cel), Lignina em ácido sulfúrico (LigS) e em permanganato de potássio (LigP) e sílica (S), de sete forrageiras perenes, em 2013.....	58
<b>V - Suscetibilidade de forrageiras tropicais perenes ao herbicida glyphosate, visando sistemas integrados de produção agropecuária.....</b>	
<b>Tabela 1.</b> Biomassa da parte aérea, percentagem de massa seca e de controle de sete forrageiras aos 28 dias após a aplicação de 0,72 e 1,44 kg e. a. ha <sup>-1</sup> herbicida glyphosate, avaliadas em 14/11/2012.....	77

## LISTA DE FIGURAS

	Página
<b>III - Estabelecimento de forrageiras perenes em consórcio com soja, visando sistemas integrados de produção agropecuária.....</b>	
<b>Figura 1.</b> Precipitação e temperatura mensais observadas durante a condução do experimento, de outubro de 2011 a março de 2013, e médias históricas registradas na estação meteorológica da Embrapa Agropecuária Oeste, em Dourados.....	41
<b>IV - Produção e composição química de gramíneas perenes estabelecidas em consórcio com soja, para sistemas integrados.....</b>	
<b>Figura 1.</b> Temperaturas mínimas e precipitações observadas no período de outubro de 2011 a setembro de 2013 na estação meteorológica da Embrapa Agropecuária Oeste, em Dourados.....	56
<b>V - Suscetibilidade de forrageiras tropicais perenes ao herbicida glyphosate, visando sistemas integrados de produção agropecuária.....</b>	
<b>Figura 1.</b> Precipitação e temperatura média diária no período de 4/07 a 28/11/2012, obtidos na Embrapa Agropecuária Oeste, em Dourados, MS.....	69
<b>Figura 2.</b> Percentagem de controle de plantas de <i>Urochloa ruziziensis</i> (R. German & Evrard) Crins em resposta a duas doses de herbicida glyphosate, aos 7, 14, 21 e 28 dias após a aplicação (DAA). Dourados, MS, 2012.....	70
<b>Figura 3.</b> Percentagem de controle de plantas de <i>Urochloa decumbens</i> (STAPF) Webster em resposta a duas doses de herbicida glyphosate, aos 7, 14,	71

- 21 e 28 dias após a aplicação (DAA). Dourados, MS, 2012.....
- Figura 4.** Percentagem de controle de plantas de *Urochloa brizantha* (Hochst. ex A.Rich.) R.Webstercv. Xaraés em resposta a duas doses de herbicida glyphosate, aos 7, 14, 21 e 28 dias após a aplicação (DAA), Dourados, MS, 2012..... 72
- Figura 5.** Percentagem de controle de plantas de *Urochloa brizantha* (Hochst. ex A.Rich.) R.Webster cv. BRS Piatã em resposta a duas doses de herbicida glyphosate, aos 7, 14, 21 e 28 dias após a aplicação (DAA). Dourados, MS, 2012..... 73
- Figura 6.** Percentagem de controle de plantas de *Urochloa brizantha* (Hochst. ex A.Rich.) R.Webster cv. BRS Paiaguás em resposta a duas doses de herbicida glyphosate, aos 7, 14, 21 e 28 dias após a aplicação (DAA). Dourados, MS, 2012..... 74
- Figura 7.** Percentagem de controle de plantas de *Megathyrsus maximus* (Jacq.) Simon & Jacobs cv. Aruana em resposta a duas doses de herbicida glyphosate, aos 7, 14, 21 e 28 dias após a aplicação (DAA). Dourados, MS, 2012..... 75
- Figura 8.** Percentagem de controle de plantas de *Megathyrsus maximus* (Jacq.) Simon & Jacobs cv. BRS Tamani em resposta a duas doses de herbicida glyphosate, aos 7, 14, 21 e 28 dias após a aplicação (DAA). Dourados, MS, 2012..... 76

## RESUMO

O consórcio é uma prática agrícola que, ao possibilitar o aumento da eficiência de utilização da radiação solar, proporciona incremento de produtividade das culturas envolvidas. O objetivo deste estudo foi avaliar a produção de soja e forrageiras em cultivo consorciado, bem como a composição bromatológica e a suscetibilidade das gramíneas ao herbicida glyphosate, visando os sistemas integrados de produção agropecuária. O delineamento experimental foi o blocos casualizados com oito tratamentos e sete repetições. Foram avaliadas as modalidades de cultivo (consórcios): 1) Soja solteira; 2) Soja + *Megathyrus maximus* cv. Aruana; 3) Soja + *M. maximus* cv. BRS Tamani; 4) Soja + *Urochloa brizantha* cv. Xaraés; 4) Soja + *U. brizantha* cv. BRS Piatã; 6) Soja + *U. brizantha* cv. BRS Paiaguás; 7) Soja + *U. decumbens*; e, 8) Soja + *U. ruziziensis*. As forrageiras foram semeadas nas entrelinhas, entre 14 e 21 dias após a emergência da soja, nos períodos 2011/2012 e 2012/2013, respectivamente. As plantas daninhas foram controladas no momento da semeadura das forrageiras, não sendo mais aplicado herbicida até o final do ciclo da soja. Foram avaliados os componentes de rendimento de grãos da oleaginosa e variáveis relacionadas as plantas de soja, forrageiras e daninhas. Posteriormente, as forrageiras foram avaliadas sob cortes sucessivos durante a estação seca. Em 2011/12, todas as forrageiras foram avaliadas na mesma data, em três oportunidades. Em 2012/13, cada unidade experimental foi avaliada sob corte ao atingir 95% de interceptação luminosa. Foram determinadas lâminas foliares e colmos, sendo que a análise bromatológica foi realizada apenas da primeira fração. No início da estação chuvosa foi avaliada a suscetibilidade das forrageiras ao herbicida glyphosate, nas doses de 0,72 e 1,44 kg e. a. ha<sup>-1</sup>. A percentagem de controle foi determinada em uma escala de notas de zero (todos os perfilhos vivos) a 100 (todos perfilhos mortos), realizada aos 7, 14, 21 e 28 dias após a aplicação do herbicida. Não foi obtida diferença no rendimento de grãos entre os consórcios e a soja solteira, exceto soja + *U. ruziziensis* e soja + BRS Piatã, que foram menos produtivas que a testemunha, no período 2012/2013. A soja colhida no consórcio com *U. ruziziensis* apresentou maior percentagem de impurezas e de umidade nos grãos, nos dois anos de cultivo. Os capins BRS Tamani e Xaraés apresentaram maior produção de lâminas foliares e maior razão folha/colmo, característica importante em condição de pastejo. *U. ruziziensis*, uma das principais forrageiras utilizadas nos sistemas integrados, apresentou mais baixa produção de lâminas foliares. Esta espécie e os capins BRS Paiaguás e Aruana foram as forrageiras mais suscetíveis ao herbicida glyphosate, característica importante para sucessão de culturas em plantio direto. Conclui-se que o capim BRS Tamani é adequado para o estabelecimento em consórcio com soja, considerando suas características morfológicas e o baixo potencial de competição. O consórcio de soja e forrageiras perenes contribui para supressão do crescimento de plantas

daninhas. É possível estabelecer forrageiras perenes em consórcio com soja, sem alterar o rendimento de grãos da cultura anual. Das forrageiras avaliadas o capim BRS Tamani é o que apresenta maior potencial de utilização nos sistemas integrados de produção agropecuária, quando estabelecido em consórcio com soja, considerando sua produtividade e composição química das lâminas foliares produzidas e suas características morfológicas, pequeno porte e elevada razão folha/colmo que podem facilitar seu manejo. O capim BRS Paiaguás pode substituir *U. ruziziensis* nos sistemas integrados, com a vantagem de ser mais produtivo. A suscetibilidade das forrageiras ao herbicida glyphosate varia entre espécies e cultivares. Os capins *U. ruziziensis*, BRS Paiaguás e Aruana são dessecados com reduzida dose de herbicida, apresentam curto intervalo de dessecação e podem contribuir para a diversificação das forrageiras utilizadas nos sistemas integrados de produção agropecuária.

**Palavras-chave:** *Brachiaria*, dessecação, integração lavoura-pecuária, *Megathyrsus*, *Panicum*, *Urochloa*

## ABSTRACT

The intercropping is an agricultural practice that results in more utilization efficiency of solar radiation and provides productivity increase of involved crops. This study aimed to evaluate the establishment of seven perennial forages in intercropped with soybean, targeting integrated crop-livestock systems. The objective of this study was to evaluate soybean and forages production in intercropping as well as the bromatologic composition and grasses susceptibility to glyphosate herbicide, for integrated crop livestock system. A randomized blocks design in seven replicates was used. It were evaluated cultivation methods (intercropping): 1) sole soybean crop; 2) Soybean + *Megathyrsus maximus* cv. Aruana; 3) Soybean + *M. maximus* cv. BRS Tamani; 4) Soybean + *Urochloa brizantha* cv. Xaraés; 4) Soybean + *U. brizantha* cv. BRS Piatã; 6) Soybean + *U. brizantha* cv. BRS Paiaguás; 7) Soybean + *U. decumbens*; and 8) Soybean + *U. ruziziensis*. The forages were planted between 14 and 21 days after soybean emergence, in the periods 2011/2012 and 2012/2013 respectively. The forages were sown in the inter-rows between 14 and 21 days after soybean emergence, in the periods 2011/2012 and 2012/2013 respectively. In the forage sowing were controlled the weeds and herbicide was no more applied until the end of the soybean cycle. Grain yield components of soybean and variables related to annual crops, forages and weeds plants were evaluated. Subsequently, the forages were evaluated under successive cuts during the dry season. In the first year, all forages were evaluated on the same date, on three occasions. In the second year, each experimental unit was evaluated undercut when achieved 95% of light interception. Leaf blade and stem were determined, and bromatologic analysis was carried in the first fraction. At the beginning of rainy season it was evaluated the forages susceptibility to glyphosate herbicide in the doses 0.72 and 1.44 kg a. e. ha<sup>-1</sup>. The control percentage was determined in one grading scale of zero (all live tillers) to 100 (all dead tillers) at 7, 14, 21 and 28 days after herbicide application. It was not observed difference in grain yield between the intercrops and sole soybean, except for soybeans + *U. ruziziensis* and soybean + BRS Paiaguás, which were less productive than the control, in the period 2012/2013. The soybean harvested intercropped with *U. ruziziensis* showed a higher impurities and moisture percentage of the grains in the two crop years. The BRS Tamani and Xaraés grasses presented more leaf blades and higher leaf/stem ratio, an important feature in grazing condition. *U. ruziziensis*, one of the main forage used in integrated systems, presented the lowest production of leaf blades. This species and the BRS Paiaguás and Aruana grasses were the most susceptible forages to glyphosate herbicide, important feature for crop succession under no-tillage. In conclusion, it is possible to establish perennial forages intercropped with soybeans without changing the grain yield of the annual crop. Forages such Tamani grass are appropriate to establish in intercrop with soybean considering its morphological characteristic and the low potential competition. Soybean and perennial

forages in intercrop contributes to suppression of weed growth. Between the forages evaluated the BRS Tamani grass is the one with the greatest potential for use in integrated crop-livestock systems, when established with soybean, considering their productivity and chemical composition of the produced leaf blade and its morphological characteristics, small size and high leaf:stem ration, which can facilitate its manager. The BRS Paiaguás grass can replace *U. ruziziensis* in integrated crop-livestock systems with advantages to be more productive. Forages susceptibility to glyphosate herbicide varies among species and cultivars. The genotypes *U. ruziziensis*, BRS Paiaguás and Aruana are desiccated with reduced herbicide dose with short desiccation time and can contribute to the forage diversification used in integrated crop-livestock systems.

**Keywords:** *Brachiaria*, crop-livestock integration, desiccation, *Megathyrsus*, *Panicum*, *Urochloa*

## I – INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, o Brasil passou de importador para um dos maiores exportadores de produtos agropecuários, graças a grande disponibilidade de terras a custo atrativo para expansão da atividade, ao empreendedorismo dos produtores e ao avanço tecnológico.

A expansão da fronteira agrícola nas regiões de Cerrado e da Floresta Amazônica, ocorreu com a substituição da vegetação nativa por pastagens cultivadas (Brandão et al., 2006). Nestas áreas está o segundo maior rebanho bovino do mundo, que de acordo com o IBGE (2014) totaliza 212,3 milhões de cabeças. No Brasil havia, em 2005, 101 milhões de hectares de pastagens plantadas (IBGE, 2006). Hoje o país detém o maior rebanho comercial, é, também, o maior exportador de carne bovina do mundo (Dill et al., 2013). Porém, o sucesso obtido com a ampliação da fronteira agrícola foi relativo, já que os produtores não se ativeram para a necessidade de manutenção da fertilidade solo e para a adequação do manejo de pastagens, que resultou na degradação de uma parcela considerável das pastagens cultivadas.

No setor agrícola a soja é a principal cultura, ocupando área de 33,6 milhões de hectares, segundo dados da Conab (Soja, 2016). A importância da soja está relacionada a sua adaptação a diferentes ambientes e rentabilidade que proporciona (Richetti, 2015). Esta cultura segue o caminho da fronteira agrícola, ocupando principalmente áreas com pastagens degradadas (Brandão et al., 2006).

O preço dos produtos agropecuários tem sido fortemente impactado pela crescente demanda mundial por matérias primas (Caldarelli e Bacchi, 2012). A conjuntura econômica e a legislação brasileira, têm influenciado a decisão dos produtores no que se refere as culturas a serem plantadas e os sistemas de produção adotados. Os produtores optaram pela especialização da produção e focaram em poucas culturas, possibilitando

a produção em escala, mas diminuiu a diversificação (Tanaka et al., 2008). Com isto, eles simplificaram seus sistemas de produção, praticando monoculturas como a da cana-de-açúcar e de pastagens ou os cultivos em sucessão como de soja/trigo ou de soja/milho.

A rapidez na incorporação de novas tecnologias tem permitido grandes saltos em produtividade. Porém, é crescente a dependência de insumos externos e o custo de produção tem aumentado proporcionalmente com a elevação da produtividade, resultado em menor margem de lucro ao produtor. Com a pressão comercial aliada a busca por resultados imediatos, foram negligenciados muitos princípios técnicos como a diversificação de culturas e de fonte de renda, a adoção de práticas conservacionistas, a preservação dos recursos naturais e outros. Como resultado, a produção agropecuária tornou-se mais vulnerável já que a economia é muito dinâmica e podem ocorrer mudanças bruscas nos preços das *commodities*. Há possibilidade de obtenção de grandes lucros, como também de prejuízos que podem determinar a saída de produtores da atividade (Campos, 2007).

O crescimento da agropecuária brasileira deve-se ao avanço no conhecimento sobre agricultura tropical, resultando em mudanças radicais como por exemplo a prática do plantio direto. Muitos problemas foram solucionados com esta mudança, mas a falta de palha para a cobertura do solo e o abandono de práticas como a rotação de culturas, terraceamento e a semeadura em nível, tem contribuído para o retorno do processo de erosão, com perda de solo e contaminação dos corpos hídricos (Guadagnin & Vieira, 2011; Marioti et al., 2013).

Além deste aspecto, nas regiões tropicais há elevada taxa de decomposição da matéria orgânica (Bayer & Mielniczuk, 2008), sendo necessária a reposição de quatro miligramas por hectare de carbono nos resíduos das culturas para equilibrar o sistema (Bayer et al, 2006), quantidade esta que normalmente não é atingida, resultando na perda de carbono (Macedo, 2009). Esta perda ocorre juntamente com a redução do teor de matéria orgânica do solo, que influencia diretamente na redução do suprimento de água e nutrientes as plantas e resulta em menor rendimento das culturas (Coelho et al., 2013). Se ocorrerem as mudanças climáticas previstas pelo Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), condições extremas serão mais frequentes, como a irregularidade da distribuição de chuvas e maior amplitude de temperatura do ar, acentuando o risco na atividade agrícola (Pinto et al., 2013).

Estes problemas têm passado despercebidos já que a produtividade das culturas tem aumentado, fruto da adoção de novas tecnologias. Porém, a produtividade tem se mantido

às custas do aumento na utilização de insumos e dos custos de produção. Como consequência, culturas como o milho tem apresentado renda líquida negativa (Richetti & Ceccon, 2014) e a tecnologia mais moderna na produção de soja, RR2, apresenta custo mais elevado, menor lucratividade e maior risco, caso haja frustração de safra (Richetti, 2015).

Para uma parcela crescente de produtores o sistema de monocultivos tem se tornado inviável dada as condições sanitárias extremas, seja por problemas com nematoide (Carneiro et al., 2006), de doenças como mofo-branco (Görgen et al., 2009) e de plantas daninhas (Gazziero et al., 2014). A diversificação da produção tem se tornado obrigatória, seja com o cultivo de forrageiras ou de crotalária, mesmo que esta não gere receita direta.

Sistemas de produção diversificados tem sido proposto por instituições de pesquisa como forma de garantir a sustentabilidade do setor agropecuário (Salton et al., 2014). Estes sistemas possibilitam a redução do risco dos produtores às condições meteorológicas desfavoráveis e a flutuações de preços, dos insumos e da produção (Ryschawy et al., 2012). Na Austrália, onde há grandes variações nas condições climáticas e flutuação no valor das *commodities*, já que a agricultura não é subsidiada, os sistemas integrados de produção agropecuária (SIPA) são muito utilizados pelos produtores como forma de mitigar riscos (Bell & Moore, 2012). Os SIPA também são utilizados no Brasil com este propósito, principalmente em rotação com culturas de alto risco como o algodão (Vinne et al., 2009).

Para garantir sustentabilidade da agropecuária brasileira e para atender compromissos assumido na 15ª Conferência das Partes – COP15 o Governo Federal lançou o Plano ABC - Agricultura de Baixa Emissão de Carbono (Brasil, 2012). Neste plano foi previsto o treinamento de técnicos e a disponibilização de linhas de crédito específicas. Destacam-se o estímulo a recuperação de áreas degradadas, a adoção do Sistema Plantio Direto e a Integração Lavoura-Pecuária-Floresta. Para o período 2010-2020 está prevista a recuperação de 15 milhões de hectares de pastagens degradadas, a incorporação de quatro milhões de hectares aos sistemas integração lavoura-pecuária-floresta e de oito milhões de hectares ao Sistema Plantio Direto. A recuperação do potencial produtivo dos solos tem como meta aumentar a competitividade do setor agropecuário e reduzir a emissão de 133,9 a 162,9 milhões de Mg CO<sub>2</sub> equivalente (Brasil, 2012).

Foram avaliados nos experimentos forrageiras que haviam se destacado nos SIPA e/ou em consórcio com cultura anuais. O capim Aruana (*Megathyrsus maximus* (Jacq.)

Simon & Jacobs - Sin. *Panicum*) é uma forrageira suscetível ao herbicida glyphosate e apresenta baixo potencial de competição no consórcio com soja (Machado et al., 2009), já o capim BRS Tamani, de mesma espécie, é produtivo (forragem) durante a estação seca e de pequeno porte (Machado et. al., 2012). As forrageiras *Urochloa brizantha* cvs. Xaraés, BRS Piatã e BRS Paiaguás (B6) são tolerantes estação seca e são produtivas neste período. Além disto, o capim BRS Paiaguás destaca-se pela suscetibilidade ao herbicida glyphosate (Machado e Valle, 2011), assim como o capim *U. decumbens* (STAPF) R. Webster. O capim *U. ruziziensis* (R. German & Evrard) Crins é a principal forrageira utilizada em sucessão a soja ou em consórcio, principalmente com milho (Ceccon et al., 2011).

A além dos itens revisão bibliográfica e considerações finais, os resultados foram apresentados na forma de três artigos científicos, sendo o primeiro “estabelecimento de forrageiras perenes em consórcio com soja, visando sistemas integrados de produção agropecuária”; o segundo “produção e composição química de gramíneas perenes estabelecidas em consórcio com soja, para sistemas integrados” e terceiro, “susceptibilidade de forrageiras tropicais perenes ao herbicida glyphosate, visando sistemas integrados de produção agropecuária”.

## 1. Revisão bibliográfica

### 1.1. Sistemas integrados de produção agropecuária

Os sistemas diversificados envolvendo agricultura e pecuária têm recebido diferentes denominações, como integração agricultura-pecuária (Broch et al, 1997), sistema integração lavoura-pecuária (Vilela et al., 2001), sistemas de produção mistos (Santos et al., 2003), sistemas integração lavoura-pecuária-floresta (Balbino et al., 2011) e sistemas integrados de produção agropecuário (Carvalho et al., 2014). Estes autores propuseram que a linguagem científica nacional seja padronizada com a internacional que utiliza o termo sistemas integrados de produção agropecuária – SIPA.

Os SIPA são definidos como a integração que pode ocorrer dentro da propriedade, bem como em toda área base e pode envolver alguma especialização. Este sistema é bem sucedido quando a integração é intencional e reflete uma relação sinérgica entre os

componentes de culturas, animais e/ou árvores e, que esta relação, quando gerida adequadamente resulte em ganho social, sustentabilidade e melhora das condições de vida dos agricultores que os gerem (FAO, 2010). Os SIPA envolvem a associação entre cultivos agrícola e a produção animal (Carvalho et al., 2011), contemplando ampla variedade de sistemas alinhados no tempo, no espaço e na dimensão organizacional (Bell e Moore, 2012). Pode se dar em diferentes níveis, sendo sincronizada, rotacionada, separada e especializada (Hilimire, 2011; Bell & Moore, 2012).

## 1.2. Evolução dos sistemas integrados

A diversificação da produção agropecuária é uma prática muito antiga, sendo que no Brasil os SIPA são praticados no Sistema Faxinal há mais de dois séculos (Grzebieluka & Sahr, 2009). Na região Sul, os sistemas integrados envolvem a rotação de arroz irrigado e pastagens e sucessão soja/avevém e aveia. Nas regiões sudeste e centro-oeste do Brasil, após a retirada da mata, a área era utilizada para produção de grãos por até cinco anos, sendo sucedida por pastagem, normalmente de capim-colonião. Nos solos pobres da região dos Cerrados, com o objetivo de reduzir os custos de formação de pastagem, muitos produtores introduziam cultivos anuais e, após o segundo ou terceiro ano, a braquiária era estabelecida em consócio com a cultura do arroz (Kluthcouski et al., 2003). Nas áreas com solos mais férteis arriscava-se o plantio simultâneo do capim-colonião com a cultura do milho (Macedo & Zimmer, 2007).

A integração foi muito utilizada para a reforma de pastagem, com o arrendamento de uma parte da propriedade para o cultivo, principalmente de soja, visando a recuperação química do solo, mas sem um sistema de rotação programado. A vantagem da rotação de culturas anuais e pastagens para a estrutura do solo não era tão evidente até a década de 1980, já que predominava o preparo do solo com aração e gradagens. Somente nas últimas décadas, foi viabilizado o plantio direto de culturas anuais em área de pastagens dessecadas, a partir da geração de conhecimentos sobre fertilidade do solo e controle de plantas daninhas, com o lançamento de novas forrageiras e com a adequação de semeadeiras (Tomasini et al., 1987; Medeiros et al., 2001). Neste cenário as pastagens passaram a ter importância como planta de cobertura e na restauração física do solo.

Os sistemas SIPA deram um grande salto a partir de 1989 pela criatividade dos senhores Ake Van Der Vinne e Krijn Wielemarker, agropecuaristas em Maracaju, MS

(Broch et al., 1997), que passaram a estabelecer soja em plantio direto sobre a pastagem de *Urochloa decumbens* (STAPF) Webster (Sin. *Brachiaria decumbens*) dessecada e a implantar pastagens perenes após a colheita desta oleaginosa. A rotação sistemática de lavoura e pastagens foi inovadora e proporcionou ganhos consideráveis. Com o passar do tempo este sistema foi evoluindo com a diminuição da área de pastagem de verão e com o aumento da pastagem de inverno (estação seca). Em parte da propriedade, espécies perenes de *Urochloa* Beauv. spp. (Sin. *Brachiaria*) e *Megathyrsus maximus* (Jacq.) Simon & Jacobs (Sin. *Panicum*) passaram a ser utilizadas apenas na entressafra da soja, como forrageiras anuais. A expansão da área de pastagem durante o inverno eliminou a estacionalidade da produção de forragem e aumentou a disponibilidade de palha para cobertura do solo, viabilizando o plantio direto em uma condição tropical (Vinne et al., 2009). Este benefício ainda é pouco explorado, visto que muitas propriedades que aderiram aos SIPA, a área com pastagem de verão é maior que a de lavoura (Braz et al., 2012).

Alguns conhecimentos e tecnologias foram determinantes para a adoção dos SIPA na região Centro-Oeste, tais como o estabelecimento de forrageiras consorciadas com milho na safra, presente nos Sistemas Barreirão (Oliveira et al., 1996) e Santa Fé (Kluthcouski et al., 2000), na safrinha (Ceccon, 2008). Outro fator decisivo na adoção dos SIPA foram os problemas fitossanitários decorrentes da ocupação de grandes áreas em monocultivo, como ocorrência de nematoide e mofo-branco, que podem ser controlados em rotação com pastagens perenes (Görgen et al., 2009; Carneiro et al., 2006).

A adoção dos SIPA permite a obtenção de ganhos técnicos, econômicos, sociais e ambientais, tornando a agropecuária mais competitiva. As áreas com lavouras são beneficiadas com os resíduos de palha deixados pelas pastagens perenes, de 10 a 25 Mg ha<sup>-1</sup>, e pelas anuais, de 3 a 6 Mg ha<sup>-1</sup> (Kluthcouski et al., 2003; Machado & Assis, 2010; Santos et al., 2014). As pastagens deixam massa seca de raízes de 10 a 15 Mg ha<sup>-1</sup> (Machado et al., 2007), que pode compensar o possível adensamento superficial com a presença de animais (Lanzanova et al. (2007). Estes resíduos contribuem para o aumentando da taxa de infiltração e da disponibilidade de água para as culturas (Marchão et al., 2007), o aumento dos teores de matéria orgânica (Carvalho et al., 2014) e melhoria da física do solo, resultando em maior agregação das partículas (Salton et al., 2014). Proporcionam, também, redução de gases de efeito estufa com a fixação de carbono da atmosférico pelas forrageiras, controle de plantas daninhas (Correia et al., 2006;

Kluthcouski et al., 2003), de pragas, de doenças e de nematoides (Asmus & Andrade, 2001; Costa & Rava, 2003; Asmus, 2005). Além da redução do uso, a atividade biológica nos SIPA promove a degradação dos agrotóxicos, diminuindo sua persistência no meio (Portilho et al., 2015).

Nas pastagens utilizadas com pecuária exclusiva normalmente, é investido pouco recurso na correção e manutenção da fertilidade do solo. Por isto, a produção de forragem e os índices zootécnicos são menores que nas pastagens estabelecidas em sistema de rotação com as culturas anuais. Neste sistema, o solo é corrigido para as culturas anuais que são mais exigentes que as forrageiras e, como nem todo o fertilizante aplicado é utilizado, os nutrientes que sobram contribuem para o aumento dos teores de fósforo, potássio e cálcio no solo após alguns cultivos (Macedo & Zimmer, 2007; Macedo, 2009). Os resíduos dos fertilizantes e corretivos aplicados nas culturas podem atender parte da demanda das pastagens (Vilela et al., 2001). Os custos de sistematização das áreas, como a eliminação de cupinzeiros, malhadores, erosões e trilheiros, além da construção de terraços, aração e gradagem, normalmente são assimilados pela lavoura (Machado et al., 2011a). Durante os ciclos com culturas anuais há a eliminação do banco de sementes, facilitando a troca da espécie forrageira (Vilela et al., 2001). A possibilidade de aumento da área de pastagem durante a seca favorece a eliminação da estacionalidade da produção de forragem (Machado & Assis, 2010). O estabelecimento de forrageiras em consórcio com culturas anuais permite reduzir o tempo de formação das pastagens (Kluthcouski & Aidar, 2003). É possível, também, agregar valor aos resíduos deixados pela agricultura, utilizando-os na formulação de rações (Machado et al., 2011a).

As pastagens têm funções nos sistemas de produção que vão muito além da produção animal (Carvalho et al.; 2009). Como benefício ambiental pode ser citado o aumento da taxa de infiltração de água no solo (Bono et al., 2012), dado ao intenso sistema radicular das gramíneas perenes (Cornélio et al., 2009) os problemas extremos, com secas e enchentes, são minimizados. Além disto, a cobertura vegetal é de fundamental importância para a diminuição da amplitude térmica, principalmente a cobertura viva (Primavesi et al., 2007), já que, durante o processo de evapotranspiração, para cada quilograma de água a 20°C são requeridos 2,45 MJ (Pereira et al., 2007). Os SIPA reduzem o impacto ambiental da atividade agropecuária, com a redução de insumos, principalmente, de agrotóxicos, além de favorecer a degradação destes produtos pela intensa atividade microbiana (Portilho et al., 2015).

Independente do SIPA adotado, há melhoria no fluxo de caixa com a comercialização de produtos ao longo do ano, com a diversificação das fontes de renda, seja com a venda de grãos, fibra ou animais. Com este sistema há estabilidade de renda, já que a frustração de safra por clima ou na comercialização dificilmente atinge todas às culturas e, a engorda de animais, torna esta atividade bastante estável (Canziani & Guimarães, 2007; Alvarenga et al., 2007). Embora a elevada demanda por capital para a implantação deste sistema, principalmente com a aquisição de animais, pode resultar em taxas de retorno que não são competitivas em comparação aos sistemas especializados com soja (Martha Júnior et al., 2011).

## 1.2. Cobertura do solo

Com o avanço do plantio direto, aumentou a preocupação com a manutenção do solo coberto com palha. Em geral, as culturas anuais deixam pouco resíduo de palha, o que resulta em precária cobertura do solo, por isso, há a necessidade de estudos voltados para a identificação de plantas mais eficientes na produção de massa seca. Algumas plantas tropicais como mucuna, crotalária e feijão-de-porco foram exaustivamente estudadas para esta finalidade. Embora sejam capazes de melhorar diversos atributos do solo (Rosseti et al., 2012), competem por área durante a estação quente e não geram receita direta. Algumas plantas podem ser utilizadas para mais de uma função, seja para produção de forragem, grãos destinados a alimentação animal e humana e para cobertura do solo, como o milho e o sorgo (Torres et al., 2008).

Na última década, pela uniformidade de cobertura do solo e pela facilidade de dessecação, *U. ruziziensis* (R. German & Evrard) Crins passou a ter grande destaque na sucessão a soja, como cultura pura ou consorciada com milho, sendo cultivada apenas para a cobertura do solo (Ceccon, 2008; Machado & Assis, 2010). A utilização desta espécie representou um avanço em relação as espécies anuais. Outras espécies perenes de *Urochloa* Beauv. spp. e de *Megathyrsus maximus* (Jacq.) Simon & Jacobs servem a esta finalidade, porém sua utilização é limitada pelo custo das sementes, pela necessidade de maior dose de herbicida, pelo maior intervalo de dessecação (Machado et al., 2011b) e pela necessidade de pastejo, já que são forrageiras e o excesso de massa produzida pode dificultar a implantação da cultura seguinte.

#### 1.4. Pastagens de curta duração

O cultivo de forrageiras mais produtivas na entressafra das culturas de verão é outro caminho para a obtenção de cobertura de solo, que mesmo sendo utilizadas sob pastejo, as folhas velhas e colmos são rejeitados pelos animais que, juntamente com excrementos e raízes, contribuem para a proteção do solo (Machado et al., 2007).

A estacionalidade da produção é marcante nas condições brasileiras, cerca de 80% da forragem é produzida durante o período chuvoso e, apenas, 20%, na estação seca (Lara, 2007). Para Costa et al. (2005), as baixas temperaturas e precipitações são os fatores determinantes para produtividade das pastagens e na qualidade da forragem produzida. Este problema pode ser minimizado ou até mesmo eliminado em alguns SIPA, como por exemplo no sistema utilizado na Fazenda Cabeceira, em Maracaju-MS, onde a área de pastagem anual é multiplicada por quatro durante a estação seca (Vinne et al., 2009). Com esta medida a variação da disponibilidade de forragem ao longo do ano foi reduzida, melhorando o desempenho dos animais.

O uso de pastagem de inverno ou durante a estação seca, em sucessão a cultura de verão, é uma oportunidade para a realização da rotação de culturas, de diversificação e para o aumento da produção animal (Balbinot et al., 2009; Machado et al., 2011b). Para Canziani & Guimarães (2007) a pecuária é uma alternativa de menor risco do que trigo e milho safrinha, para situações em que os preços são favoráveis as culturas anuais, estas são mais lucrativa, do contrário a pecuária é mais vantajosa.

Na região Sul, as principais forrageiras utilizadas na entressafra de verão são aveia e azevém, mas em algumas situações são utilizados também, trigo duplo propósito, centeio, triticale e leguminosas de clima temperado (Carvalho et al., 2011; Fontaneli et al., 2012). Nas regiões Sudeste e Centro-Oeste, as aveias tiveram alguma expressão até a década de 1990, quando passaram a dividir espaço com espécies tropicais como o milheto e o sorgo forrageiro (Kichel & Miranda, 2000; Machado & Assis, 2010).

Nas últimas décadas, com o avanço tecnológico no campo ocorreu aumento da disponibilidade e, conseqüente, redução de preços das sementes de forrageiras perenes, principalmente, dos gêneros *Urochloa* Beauv. e *Megathyrsus*. Espécies destes gêneros que são utilizadas nas pastagens perenes, passaram a ser cultivadas, também, na entressafra da soja e de outras culturas para produção de forragem e palha, tal qual uma espécie anual, com a vantagem de rebrotarem no início da estação seguinte (chuvosa),

deixando considerável massa de palha cobrindo o solo para a próxima cultura (Machado & Assis, 2010; Machado & Valle, 2011). Mesmo durante a estação seca as gramíneas perenes de primeiro ano produzem forragem, provavelmente, pela maior disponibilidade de nutrientes deixado pelas culturas anuais, como também, ao sistema radicular profundo e volumoso, capaz de absorver água de camadas mais profundas do solo (Aidar et al., 2003).

Neste novo cenário a *U. ruziziensis* (R. German & Evrard) Crins tem se destacado pela facilidade de cobertura do solo e dessecação, sendo um avanço em relação ao milho (Machado & Assis, 2010). Com o tempo, foram identificadas outras forrageiras perenes que apresentaram maior produtividade na entressafra da soja, tais como os capins Xaraés, de *U. brizantha* (Hochst. ex A.Rich.) R.Webster, e Tanzânia e Mombaça, de *Megathyrsus maximus* (Jacq.) Simon & Jacobs (Machado & Assis, 2010). Embora a o capim Mombaça tenha se destacado, a dificuldade de dessecação limita sua utilização nos SIPA. Entre as cultivares de *U. brizantha* (Hochst. ex A.Rich.) R.Webster, Machado & Valle (2011) obtiveram maior produção de forragem com os capins Xaraés e BRS Paiaguás (linhagem B6), sendo que a segunda necessitou menor dose de herbicida para o seu controle e entrou em senescência mais rapidamente.

A mistura de forrageiras tropicais perenes e anuais pode ser uma alternativa para redução dos custos com sementes e melhorar a distribuição da forragem produzida ao longo da estação seca, antecipando o primeiro pastejo nos SIPA (Machado, 2012).

## 1.5. Consórcio de culturas

O consórcio de culturas é utilizado em quase todas partes do mundo há séculos, especialmente nos trópicos, onde a radiação solar é mais abundante. É uma modalidade de cultivos múltiplos que envolve o crescimento de duas ou mais culturas associadas, numa área comum (Vandermeer, 1989; Sinoquet & Cruz, 1995; Lithourgidis et al., 2011).

Maior produtividade por unidade de radiação incidente pode ser alcançado através da adoção de um sistema de consórcio que ou aumenta a interceptação da radiação solar e/ou tem maior eficiência na utilização de radiação (Keating & Carberry, 1993). A radiação não aproveitada por uma espécie, pode ser interceptada pelas folhas de outra planta no interior do dossel, quando em cultivo consorciado. Esta é a grande oportunidade

para intensificação da agricultura nas regiões tropicais, em que a irradiância pode ser até o dobro daquela observada em condições temperadas (Kluge et al., 2014).

Os cultivos consorciados apresentam algumas vantagens, Lithurgidis et al. (2011) citam: aumento da eficiência de utilização dos recursos e vantagem no rendimento, seguro contra frustração de safra, conservação do solo, melhoria da fertilidade do solo, melhoria da qualidade da forragem, redução do acamamento em culturas propensas, redução de pestes e doenças e promoção da biodiversidade. Segundo estes autores se o consórcio for mal conduzido pode apresentar desvantagens como: competição por luz, água e nutrientes ou efeito alelopático, podendo haver prejuízo ao rendimento total, dificuldade de gestão, principalmente em cultivos mecanizados, já que algumas culturas apresentam diferentes requisitos quanto a fertilização, herbicidas e pesticidas, dificuldade de colheita e separação de grãos e limitação em escala de produção.

No consórcio de culturas anuais e forrageiras perenes há aumento da densidade de plantas e de área foliar, que resulta em maior evapotranspiração e demanda hídrica (Allen et al., 2006; Souza et al., 2012). Por isso, os cultivos consorciados devem ser implementados em regiões com verões úmidos o suficiente para suportar o crescimento da forrageira perene, além da cultura anual (Humphries et al., 2004). Com base numa meta-análise, Bell et al. (2014) destacaram que o consórcio de culturas anuais e pastagem implica em competição por água e nutrientes no final do ciclo. Caso ocorra limitações destes fatores, segundo estes autores, pode haver redução no rendimento de grãos. Neste estudo o rendimento das culturas consorciadas foi, em média, 73% do encontrado com as culturas solteiras. Porém, o resultado econômico médio observado nos diferentes estudos foi 12% maior nos consórcios, em comparação com o obtido em monocultivos.

Para o consórcio de milho e *Urochloa* Beauv. spp., Jakelaitis et al. (2006) destaca que o primeiro é mais competitivo porque apresenta maior velocidade de crescimento de plantas e maior área foliar, viabilizando o consórcio sem comprometer o rendimento de grãos da cultura anual. As forrageiras perenes apresentam menor capacidade de competição por luminosidade em relação as culturas anuais, já que seu crescimento inicial é lento.

Quando o consórcio ocorre apenas numa fase da vida de um dos componentes, a cultura de ciclo mais curto pode ser chamada de acompanhante. O estabelecimento de leguminosas forrageiras perenes utilizando cereais como planta acompanhante é uma prática bem conhecida em regiões de clima temperado. Como exemplo pode ser citada a implantação de alfafa, tendo trigo como cultura acompanhante (Craig, 2011). Na região

sul do Brasil, o trigo é utilizado como planta acompanhante do cornichão, que se estabelece sem comprometer o rendimento de grãos do cereal (Tomm & Foster, 2001). O milho e o arroz podem ser culturas acompanhantes para as forrageiras *Megathyrus maximus* e *Urochloa* Beauv. spp..

Nas regiões sudeste e centro-oeste do Brasil, o estabelecimento de forrageiras tropicais em consórcio com culturas anuais é antigo, os capins-colonião eram estabelecidos nas entrelinhas do milho (Macedo & Zimmer, 2007). No final da década de 1960 foram introduzidas *Digitaria decumbens* (capim-pangola) e algumas espécies de *Urochloa* Beauv. spp., que se popularizaram rapidamente e foram multiplicadas por mudas, em parte, implantadas consorciadas com milho (Machado et al., 2011a).

Com o aumento da disponibilidade de semente e com a agregação novos conhecimentos ao estabelecimento de pastagens, as forrageias passaram a ser estabelecidas em consórcio o milho ou arroz de sequeiro, no Sistema Barreirão (Oliveira et al., 1996; Kluthcouski & Aidar, 2003). Para o milho safrinha, CECCON et al. (2005) e CECCON et al. (2011) identificaram a *U. ruziziensis* (R. German & Evrard) Crins como sendo opção viável para produção de forragem e palha, sendo esta modalidade de cultivo incluída no Zoneamento Agrícola de Risco Climático da safra de 2010 (MAPA), para os Estados de Mato Grosso do Sul e Paraná e, em 2011 e 2012, estendida para outros Estados das regiões Sudeste e Centro Oeste. Na região Sul, através da ressemeadura natural, o azevém se estabelece no final do ciclo do milho. O trevo branco é mantido em consórcio com milho, com a intervenção de pequenas doses de herbicida (Assmann et al., 2008).

### 1.5.1. Consórcio de soja com forrageiras

O consórcio de soja e trigo é utilizado com o objetivo de antecipar o estabelecimento da oleaginosa em regiões de clima temperado, onde há limitação de temperatura para o desenvolvimento de duas culturas em sucessão, num mesmo ano agrícola (Caviglia et al., 2011). Nesta modalidade, a soja é semeada nas entrelinhas do trigo, antes do enchimento de grãos do cereal. O cultivo misto de soja e forrageiras anuais, como milheto ou sorgo, são utilizados visando melhorar a qualidade da silagem (Rezende et al., 2010). Como ambas apresentam taxa de crescimento similar, a produção de grãos é inviabilizada.

O consórcio de soja e forrageiras perenes vem sendo estudado, mas os conhecimentos disponíveis são insuficientes para seu uso. Dado ao pequeno porte desta cultura, a forrageira pode comprometer com facilidade o rendimento de grãos da soja (Kluthcouski & Aidar, 2003). Para Kluthcouski et al. (2006) estabelecimento do consórcio de soja e forrageiras é um dos desafios para a Integração Lavoura-Pecuária.

O primeiro estudo documentado envolvendo o consórcio de soja e forrageiras perenes foi conduzido por Duarte et al. (1995), com relativo sucesso. Em estudos conduzidos por Cobucci et al. (1999) e Kluthcouski et al. (2000), em semeadura simultânea de soja e forrageira, foi observado decréscimo médio de 12% no rendimento de grãos de soja.

A competição entre os componentes do consórcio depende das características dos genótipos de soja e da forrageira perene. De acordo com Kluthcouski & Aidar (2003), as cultivares de soja com porte alto e ciclo precoce sofrem menos a competição da braquiária. Segundo Crusciol et al. (2011) o risco de redução do rendimento de grãos da soja foi menor, no consórcio com braquiária, quando foram utilizadas cultivares com ciclo precoce e superprecoce, em relação as de ciclo médio e tardio.

Da mesma forma, as forrageiras podem interferir no resultado do consórcio. Duarte et al. (1995) tiveram redução no rendimento de soja consorciada com *U. brizantha* (Hochst. ex A.Rich.) R.Webster, já com *U. humidicola* cv. Llanero (*U. dictyoneura*) esta variável não se alterou. Os resultados obtidos por estes autores podem estar relacionados as características das forrageiras utilizadas. *U. humidicola* apresenta crescimento inicial extremamente lento (Ramos et al.; 1997) explicando o fato de não ter afetado o rendimento de grãos da soja. Avaliando diversas forrageiras semeadas aos 10 dias após a emergência (DAE) da soja, Machado et al. (2009a) identificaram os capins Massai, Pojuca e Aruana como sendo mais adequados para este consórcio, dada a baixa capacidade de competição com a cultura anual. A menor interferência do capim Massai pode estar relacionada ao seu porte, que segundo Pedreira et al. (2014) é o menor entre os genótipos de *Megathyrsus maximus* (Jacq.) Simon & Jacobs.

Para que a soja (solteira) atinja 95% da produção máxima de grãos, o período crítico de prevenção de interferência é de 33 a 66 DAE, momento em que as plantas daninhas devem ser controladas (Nepomuceno et al.; 2007). Quando soja e forrageiras são semeadas simultaneamente em consórcio há aumento da taxa de crescimento da forrageira a partir dos 50 DAE. Se não for realizado o controle da gramínea com herbicida, esta entra em competição com a oleaginosa na fase de enchimento de grãos,

aproximadamente aos 80 DAE, comprometendo o rendimento da cultura anual (Cobucci & Portela, 2003).

Em semeadura simultânea, Cobucci & Portela (2003) obtiveram diferentes taxas de crescimento para soja e braquiária cultivadas em consórcio, sendo que o pico foi atingido entre 60 e 70 dias e aos 90 dias para a primeira e para a segunda, respectivamente. Quando a emergência foi simultânea, Silva et al. (2009) encontraram maior acúmulo de N, P, K, S, Mg, Cu, Mn e Fe, pela *U. brizantha*, e Ca, Zn e B, pela soja. Quando a emergência da forrageira foi defasada em sete dias, a soja passou a ter vantagem no acúmulo destes nutrientes.

De acordo com Kluthcouski & Aidar (2003), o risco das forrageiras competirem com a soja pode ser minimizado com a aplicação de pequenas doses de herbicida ou com a semeadura defasada do capim no tempo ou, ainda, em maior profundidade em relação à cultura anual.

O crescimento da forrageira pode ser suprimido com a aplicação de doses reduzidas dos herbicidas fluazifop-p-butyl, para o capim MG5 (Silva et al., 2004; Silva et al., 2005a), glyphosate, para os capins Pojuca e Massai (Machado & Melhorança, 2009), haloxyfop-methyl, para o capim MG4 (Oliveira Junior et al., 2010), glyphosate, fluazifop-p-butyl e fenoxaprop, para capim Aruana (Concenço et al., 2013) e, hormônio redutor de crescimento, para o capim BRS Piatã (Calaça, 2014). Embora controle das forrageiras tenha sido abordado em vários estudos, as cultivares avaliadas são de uso limitado nos SIPA ou as avaliações foram preliminares, realizadas em casa de vegetação, e necessitam de estudos mais aprofundados, principalmente, a respeito da produção de forragem.

Defasar a semeadura das gramíneas em relação à da soja é outra estratégia viável para a redução do crescimento das forrageiras e evitando que ela exerça competição com a oleaginosa (Kluthcouski & Aidar, 2003; Silva et al., 2005b; Machado et al., 2009b; Castagnara et al., 2014; Calaça, 2014; Franchini et al., 2014; Mata et al., 2014; Saraiva et al., 2014).

A semeadura simultânea de soja e forrageira, embora seja mais fácil de implantar que a defasada, implica em dificuldades no controle das plantas daninhas pela limitação do uso da maioria dos herbicidas. Já a semeadura defasada da forrageira em relação à soja é uma estratégia que permite o controle das plantas daninhas antes da semeadura do capim, possibilitando que a cultura se desenvolva sem a competição das plantas espontâneas e, ainda, é mínima a possibilidade da gramínea comprometer o rendimento da oleaginosa.

A semeadura defasada da forrageira implica em aumento do espaçamento entre as linhas de soja para possibilitar o tráfego de máquina na semeadura da gramínea alguns dias após a emergência da oleaginosa. Em virtude da grande plasticidade da cultura da soja, é possível aumentar o espaçamento entre as linhas para até 0,70 m, sem que haja prejuízo ao rendimento de grãos desta oleaginosa, desde que a densidade de plantas seja mantida (Heiffig et al., 2006).

Uma opção que possibilita antecipar o estabelecimento do capim é a sobressemeadura da forrageira no final do ciclo da soja, estágio R6. Embora esta modalidade não apresente risco para o rendimento de grãos da soja e tenha simpatia de alguns produtores pela facilidade de implantação, o seu sucesso depende muito da ocorrência de chuvas frequentes após a semeadura da forrageira, condição que nem sempre ocorre no momento desejado (Machado, 2011).

Outra estratégia proposta por Kluthcouski & Aidar (2003), para retardar a emergência da forrageira em consórcio com soja, é semeadura da gramínea em maior profundidade. Ikeda et al. (2013) utilizaram esta medida e obtiveram atraso na emergência da forrageira em três a quatro dias. Esta estratégia foi pouco eficaz no controle de crescimento da gramínea porque são necessários, no mínimo, 14 dias de defasagem para evitar a competição da forrageira com a soja. Além disto, do ponto de vista operacional é difícil implementar esta estratégia, já que nem todas as sementes são depositadas pela semeadeira numa mesma profundidade, emergindo plantas em diferentes momentos, o que dificulta o uso de herbicidas, tendo em vista que a dose é estabelecida em função do tamanho das plantas.

A densidade de semeadura da forrageira é um importante componente desta modalidade de cultivo. Mata et al. (2014) não obtiveram relação entre este fator com a altura e rendimento massa seca do capim BRS Piatã consorciado com soja, já que existe relação negativa entre a densidade de plantas e de perfilhos das forrageiras. A menor densidade de plantas é compensada pelo aumento do número de perfilhos, por isso a taxa de semeadura da forrageira tem pouco efeito sobre os componentes do rendimento das culturas anuais, quando em consórcio. Por outro lado, a densidade de plantas forrageiras perenes não pode ser controlada com precisão como nas culturas anuais, já que as sementes são pequenas e, por serem colhidas na superfície do solo, apresentam qualidade inferior. Desta forma, é necessário a utilização de densidade de sementes muito superior ao número de plantas forrageiras almejas no campo (Machado, 2011).

Embora tenha sido demonstrado o potencial do consórcio de soja e forrageiras perenes em diversos estudos, os resultados obtidos não são contundentes, necessitando mais pesquisas para que esta prática seja indicada (Vilela et al., 2011).

Como o setor agropecuário é dinâmico, são necessários ajustes permanentes dos componentes do consórcio, soja e forrageiras. Na última década as cultivares de soja convencionais, de ciclo médio a precoce e do tipo determinado, foram substituídas por geneticamente modificadas, com ciclo precoce a superprecoce e do tipo indeterminado. Este tipo de soja tem mais facilidade em se recuperar de estresse ao prolongar o estágio reprodutivo, com a emissão de novas flores (Tecnologias..., 2011), mas são plantas menos ramificadas (Perini et al., 2012). Com isto, elas têm mais dificuldade em cobrir o espaço entre linhas e em suprimir plantas daninhas, podendo ter implicações quando em consórcio com forrageiras.

Entre as forrageiras, recentemente foram lançadas cultivares que apresentam características favoráveis para uso nos SIPA (Machado et al., 2012; Machado & Valle, 2011). As forrageiras BRS Paiaguás (linhagem B6), de *U. brizantha* e, BRS Tamani (linhagem PM45), de *M. maximus*, destacaram-se por serem mais produtivas durante a estação seca, quando cultivados na entressafra da soja. Estas forrageiras são potencialmente interessantes para o cultivo em consórcio com soja, dado ao seu pequeno porte.

Se for viabilizado o estabelecimento dessas forrageiras em consórcio com soja poderá haver ganho de tempo na fase de formação de pastagens, encurtando de 30 a 50 dias o tempo entre a colheita da cultura anual e o primeiro pastejo. Embora esta alternativa represente um desafio (Kluthcouski & Aidar, 2003), esse consórcio apresenta grande potencial de utilização, já que no Brasil a soja é a cultura com maior área agrícola (Soja, 2015) e a pecuária está presente em todo do território nacional (IBGE, 2006).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AIDAR, H.; RODRIGUES, J.A.S.; KLUTHCOUSKI, J. Uso da integração lavoura-pecuária para produção de forrageiras na entressafra. In: KLOUTHCOUSKI, J.; STONE, L.F.; AIDAR, H. (Ed.). **Integração lavoura-pecuária**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. p.225-264.
- ALLEN, R.G.; PEREIRA, L.S.; RAES, D.; SMITH, M. **Evapotranspiración del cultivo: Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos**. Organización de la Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Roma, 2006. 298p.
- ALVARENGA, R.C.; GONTIJO NETO, M.M.; RAMALHO, J.H.; GARCIA, J.C.; CASTRO, A.D.N. **Sistema de Integração Lavoura-Pecuária: o modelo Implantado na Embrapa Milho e Sorgo**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2007. 9 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular técnica, 93).
- ASSMANN, A.L.; da SILVA, H.L.; KIRCHNER, R.; KOZELINSKI, S.M. Espécies forrageiras para o Sistema Integração Lavoura-Pecuária. In: ASSMANN, A. L.; SOARES, A. B.; ASSMANN, R. S. (Ed.). **Integração Lavoura-Pecuária para a agricultura familiar**. Londrina: IAPAR, 2008. p.28-37.
- ASMUS, G.L. **Reação de algumas culturas de cobertura utilizadas no Sistema Plantio Direto ao nematoide reniforme**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2005. 4 p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Comunicado técnico, 99).
- ASMUS, G.L.; ANDRADE, P.J.M. **Reprodução do nematoide das galhas (*Meloidogyne javanica*) em algumas plantas em sucessão à cultura da soja**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2001. 4 p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Comunicado técnico, 37).
- BALBINO, L.C.; CORDEIRO, L. A. M.; SILVA, V. P da; MORAES, A. D.; MARTÍNEZ, G. B.; ALVARENGA, R. C.; KICHEL, A. N.; FONTANELLI, R. S.; SANTOS, H. P. dos; FRANCHINI, J. C.; GALERANI, P. R. Evolução tecnológica e arranjos produtivos de sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, p.i-xii, 2011.
- BALBINOT JUNIOR, A.A.; MORAES, A. de; VEIGA, M. da; PELISSARI, A.; DIECKOW, J. Integração lavoura-pecuária: intensificação de uso de áreas agrícolas. **Ciência Rural**, v.39, p.1925-1933, 2009.
- BAYER, C.; LOVATO, T.; DIECKOW, J.; ZANATTA, J. .; MIELNICZUK, J. A method for estimating coefficients of soil organic matter dynamics based on long-term experiments. **Soil Tillage Research**, v.19, p.217-226, 2006.
- BAYER, C.; MIELNICZUK, J. Dinâmica e função da matéria orgânica. In: GABRIEL DE ARAÚJO SANTOS; LEANDRO SOUZA DA SILVA; LUCIANO PASQUALOTO

- CANELLAS; FLÁVIO CAMARGO (Edit.), **Fundamentos da matéria orgânica do solo**. Porto Alegre, Gráfica Metrópole, 7-18, 2008.
- BELL, L.W.; MOORE, A. D. Integrated crop–livestock systems in Australian agriculture: trends, drivers and implications. **Agricultural Systems**, v.111, p.1-12, 2012.
- BELL, L.W.; MOORE, A.D.; KIRKEGAARD, J.A. Evolution in crop–livestock integration systems that improve farm productivity and environmental performance in Australia. **European Journal of Agronomy**, v. 57, p. 10-20, 2014.
- BONO, J.A.M.; MACEDO, M.C.M.; TORMENTA, C.A.; NANNI, M.R.; GOMES, E.P.; MÜLLER, M.M.L. Infiltração de água no solo em um latossolo vermelho na região Sudoeste dos Cerrados com diferentes sistemas de uso e manejo. **Revista Brasileira de Ciência do solo**, v.36, p.1845-1853, 2012.
- BRANDÃO, A.S.P.; REZENDE, G.C.D.; MARQUES, R.W.D.C. Crescimento agrícola no período 1999/2004: a explosão da soja e da pecuária bovina e seu impacto sobre o meio ambiente. **Economia Aplicada**, v.10, p.249-266, 2006.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Desenvolvimento Agropecuário e Cooperativista. **Plano setorial de mitigação e de adaptação às mudanças climáticas para a consolidação de uma economia de baixa emissão de carbono na agricultura: plano ABC** (Agricultura de Baixa Emissão de Carbono). Brasília, DF, 2012. 176 p.
- BRAZ, F.P.; MION, T.D.; GAMEIRO, A.H. Análise socioeconômica comparativa de Sistemas de Integração Lavoura-Pecuária em propriedades rurais nas Regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste do Brasil. **Informações Econômicas**, v.42, 69-72, 2012.
- BROCH, D.L.; PITOL, C.; BORGES, E.P. **Integração agricultura-pecuária: plantio direto da soja sobre pastagem na integração agropecuária**. Maracaju: Fundação MS, 1997. não paginado. (Fundação MS. Informativo técnico, 1).
- CALAÇA, J.C.P. **Sorgo forrageiro e braquiária no sistema de integração lavoura pecuária com soja superprecoce**. 2014. 100p. Dissertação (Mestrado) – Universidade de Brasília, Brasília.
- CALDARELLI, C.E.; BACCHI, M.R.P. Fatores de influência no preço do milho no Brasil. **Nova Economia**, v.22, p.141-164, 2012.
- CAMPOS, K.C. Análise da volatilidade de preços de produtos agropecuários no Brasil. **Revista de Economia e Agronegócio**, v.5, p.303-328, 2007.
- CANZIANI, J.R.; GUIMARÃES, V. di A. Análise da viabilidade econômica da pecuária de corte no sistema de integração lavoura-pecuária em substituição às culturas de trigo e milho safrinha no Estado do Paraná. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL EM INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA, 2007, Curitiba. **Anais...** Curitiba: UFPR: Ohio State University, 2007. 1 CD-ROM.
- CARNEIRO, R.G.; MÔNACO, A.D.A.; LIMA, A.C.C.; NAKAMURA, K.C.; MORITZ, M.P., SCHERER, A.; SANTIAGO, D.C. Reação de gramíneas a *Meloidogyne incognita*, a *M. paranaensis* e *M. javanica*. **Nematologia Brasileira**, v.30, p.287-291, 2006.
- CARVALHO, P.C. de F.; TRINDADE, J.K., MEZZALIRA, J.C., POLI, C.H.E.C.; NABINGER, C.; GENRO, T.C.M.; GONDA, H.L. Do bocado ao pastoreio de precisão: compreendendo a interface planta animal para explorar a multi-funcionalidade das pastagens. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.109-122, 2009.
- CARVALHO, P.C. de F.; ANGHINONI, I.; KUNRATH, T.R.; MARTINS, A.P.; COSTA, S.E.V.G.A.; SILVA, F.D.; ASSMANN, J.M.; LOPES, M.L.T.; PFEIFER, F.M.; CONTE, O.; SOUZA, E.D. **Integração soja-bovinos de corte no Sul do Brasil**. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2011. 60p. (Boletim Técnico)

- CARVALHO, P.C. de F.; MORAES, A; PONTES, L. da S.; ANGHINONI, I.; SULC, R. M.; BATELLO, C. Definições e terminologias para Sistema Integrado de Produção Agropecuária. **Revista Ciência Agronômica**, v.45, p.1040-1046, 2014.
- CARVALHO, J.L.N.; RAUCCI, G.S.; FRAZÃO, L.A.; CERRI, E.P.; BERNOUX, M.; CERRI, C.C. Crop-pasture rotation: A strategy to reduce soil greenhouse gas emissions in the Brazilian Cerrado. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v.183, p.167-175, 2014.
- CASTAGNARA, D.D.; BULEGON, L.G.; ZOZ, T.; ROSSOL, C.D.; BERTÉ, L.N.; OLIVEIRA, P.S.R. de; NERES, M.A. Cultivo consorciado de soja com braquiária. **Bioscience Journal**, v.30, p.168-177, 2014.
- CAVIGLIA, O.P.; SADRAS, V.O.; ANDRADE, F.H. Yield and quality of wheat and soybean in sole- and double-cropping. **American Society of Agronomy**, v.103, 1081-1089, 2011.
- CECCON, G. **Milho safrinha com braquiária em consórcio**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2008. 7 p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Comunicado técnico, 140).
- CECCON, G.; SAGRILO, E.; FERNANDES, F.M.; MACHADO, L.A.Z.; STAUT, L. A.; PEREIRA, M.G.; BACKES, C.F.; ASSIS, P.G.G. de; SOUZA, G.A. de. Milho safrinha em consórcio com alternativas de outono-inverno para produção de palha e grãos, em Mato Grosso do Sul, em 2005. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE MILHO SAFRINHA, 8., 2005, Assis. **Anais...** Campinas: Instituto Agronômico, 2005. p. 361-366.
- CECCON, G., PADILHA, N. de S., FONSECA, I.C.; SEREIA, R.C.; NETO NETO, A. L. Evolução do consórcio milho-braquiária, em Dourados, Mato Grosso do Sul. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE MILHO SAFRINHA: DE SAFRINHA À GRANDE SAFRA, 11., 2011, Lucas do Rio Verde. **Anais...** Fundação Rio Verde, 2011 p.117-122.
- COBUCCI, T.; STEFANO, J.G. di; KLUTHCOUSKI, J. **Manejo de plantas daninhas na cultura do feijoeiro em plantio direto**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 1999. 56 p. (Embrapa Arroz e Feijão. Circular técnica, 35).
- COBUCCI, T.; PORTELA, C.M. de O. Manejo de herbicidas no Sistema Santa Fé e na braquiária como fonte de cobertura morta. In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L.F.; AIDAR, H. (Ed.). **Integração lavoura-pecuária**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. p. 443-458.
- COELHO, M.R.; FIDALGO, E.C.; SANTOS, H.G. dos; BREFIN, M. de L.M.S.; PÉREZ, D.V. Solos: tipos, suas funções no ambiente, com ser formam e sua relação como o crescimento de plantas. In: MOREIRA, M.S.; CARES, J.E.; ZANETTI, R.; STÜRMER, S.O **Ecosistema Solo: Componentes, Relações ecológicas e efeitos na produção vegetal**. UFLA, 2013. p.
- CONCENÇO, G.; MACHADO, L.A.Z.; GALON, L.; CORREIA, I.V.T.; SANTOS, S.A.D.; PALHARINI, W.G. Supressão química do crescimento de *Panicum maximum* cv. Aruana cultivado em consórcio com a cultura da soja. **Agrarian**, v.7, p. 176-188, 2013.
- CORNÉLIO, G.B.; RATKE, R.F.; MARCHÃO, R.L.; SANTOS JÚNIO, J.D. G.; VILELA, L.; SÁ, M.A.C. Massa de raízes e a qualidade física do solo em Sistemas Contínuos e Integrados de Lavoura-Pecuária. In: Congresso Brasileiro de Soja: Mercosoja, 5., 2009. **Anais...** Disponível em: [www.cpac.embrapa.br/download/1880/t](http://www.cpac.embrapa.br/download/1880/t) Acesso: 14-01-2015.
- CORREIA, N.M.; DURIGAN, J.C.; KLINK, U. P. Influência do tipo e da quantidade de resíduos vegetais na emergência de plantas daninhas. **Planta Daninha**, v. 24, p. 245-253, 2006.

- COSTA, J.L. da S.; RAVA, C.A. Influência da braquiária no manejo de doenças do feijoeiro com origem no solo. In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L.F.; AIDAR, H. (Ed.). **Integração lavoura-pecuária**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. p. 523-533.
- COSTA, K.A. de P.; ROSA, B.; OLIVEIRA, I.P. de; CUSTÓDIO, D.P.; SILVA, D.C. e Efeito da estacionalidade na produção de matéria seca e composição bromatológica da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. **Ciência Animal Brasileira**, v.6, p.187-193, 2005.
- CRAIG, P. R. **Development of a novel crop-pasture system for mixed farms in the higher rainfall zone of Southern Australia**. 2011. 223p. Tese (PhD) - The University of Adelaide, Adelaide. Disponível em: <https://digital.library.adelaide.edu.au/dspace/bitstream/2440/72860/1/02whole.pdf> Acesso em: 21-01-2014.
- 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, 1085-1095, 2011.
- DILL, M.D.; DALLA CORTE, V.F.; BARCELLOS, J.O.J.; CANOZZI, M.E.A.; OLIVEIRA, T.E. de Análise comparativa da competitividade do Brasil e EUA no mercado internacional da carne bovina. **Revista Ceres**, v.60, p.765-771, 2013.
- DUARTE, J.M.; PEREZ, H.E.; PEZO, D.A.; ARZE, J.; ROMERO, F.; ARGEL, P.J. Producción de maíz (*Zea mays* L.), soya (*Glycine max* L.) y caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) sembrados en asociación con gramíneas en el trópico húmedo. **Pasturas Tropicales**, v.17, 12-19, 1995.
- FAO. **The way forward for sustainable production intensification**. Rome, 2010. 79 p. (Integrated crop management, 13-2010). Disponível em: [http://www.fao.org/fileadmin/templates/agphome/images/iclsd/documents/crop\\_livestock\\_proceedings.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/templates/agphome/images/iclsd/documents/crop_livestock_proceedings.pdf)>. Acesso em: 13
- FONTANELI, R.S.; SANTOS, H.P. dos; FONTANELI, R.S. **Forrageiras para integração lavoura-pecuária-floresta na Região Sul-Brasileira**. Embrapa, 2ªed., 2012. 544p.
- FRANCHINI, J.C.; BALBINOT JUNIOR, A.A.; DEBIASI, H.; PROCÓPIO, S. de O. Intercropping of soybean cultivars with *Urochloa*. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.44, p.119-126, 2014.
- GAZZIERO, D.L.P.; KARAN, D.; ADEGAS, F.S.; VARGAS, L.; VOLL, E. Resistência das plantas daninhas. In: KARAM, D.; MAGALHÃES, P. C. (Ed.). **Eficiência nas cadeias produtivas e o abastecimento global**. Sete Lagoas: Associação Brasileira de Milho e Sorgo, 2014. p. 229-234.
- GÖRGEN, C.A.; SILVEIRA NETO, A.N. da; CARNEIRO, L. C.; RAGAGNIN, V.; LOBO JUNIOR, M. Controle do mofo-branco com palhada e *Tricoderma harzianum* 1306 em soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.44, p.1583-1590, 2009.
- GRZEBIELUKA, D.; SAHR, C.L.L. Comunidades de Faxinal e suas dinâmicas sócioespaciais: da formação à desagregação de uma tradição no Município de Tibagi (PR) – um estudo sobre o Faxinal dos Empoçados. **Revista Geografar**, v.4, p. 34-58, 2009.
- GUADAGNIN, V.J.; VIEIRA, M.J. Diagnóstico dos sistemas de manejo do solo utilizados pelos agricultores no município de Campo Mourão-PR. **Campo Digital**, v.5, 2011. Disponível em: <http://www.sbpcnet.org.br/goiania/arquivos/Livro%20Poster%20final%2015%20final.pdf> Acesso em: 22-01-2015.
- HEIFFIG, L.S., CÂMARA, G.D.S., MARQUES, L.A., PEDROSO, D.B.; PIEDADE, S.D.S. Fechamento e índice de área foliar da cultura da soja em diferentes arranjos espaciais. **Bragantia**, v.65, p.285-295, 2006.

- HILIMIRE, K Integrated crop/livestock agriculture in the United States: a review. **Journal of Sustainable Agriculture**, v.35, p.376-393, 2011.
- HUMPHRIES, A.W.; LATTA, R.A.; AURICHT, G.C.; BELLOTTI, W.D. Overcropping lucerne with wheat: effect of lucerne winter activity on total plant production and water use of the mixture, and wheat yield and quality. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.55, p.839-848, 2004.
- IBGE. **Censo agropecuário**. Rio de Janeiro, 2006. 777 p.
- IBGE. **PPM 2014: rebanho bovino alcança 212,3 milhões de cabeças**. Rio de Janeiro, 2014. Disponível em: <http://censo2010.ibge.gov.br/noticias-censo.html?view=noticia&id=1&idnoticia=3006&busca=1&t=ppm-2014-rebanho-bovino-alcanca-212-3-milhoes-cabecas>. Acesso em: 19/01/2016.
- IKEDA, F.S.; VICTORIA FILHO, R.; VILELA, L.; MARCHI, G.; CAVALIERI, S.D.; SILVA, A.A. Emergence and initial growth of *Urochloa* cultivars at different sowing depths. **Planta Daninha**, v.31, p.71-78, 2013.
- JAKELAITIS, A.; da SILVA, A. F.; PEREIRA, J. L.; da SILVA, A. A.; FERREIRA, L. R.; VIVIAN, R. Efeitos de densidade e época de emergência de *Brachiaria brizantha* em competição com plantas de milho. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 28, p. 373-378, 2006.
- KEATING, B.A. CARBERRY, P.S. Resource capture and use in intercropping: solar radiation. **Field Crops Research**, v.34, p. 273-301, September 1993.
- KICHEL, A. N.; MIRANDA, C. H. B. **Uso do milheto como planta forrageira**. Embrapa Gado de Corte, 2000. (Gado de Corte Divulga, 46)
- KLUGE, R.A.; TEZOTTO-ULIANA, J.V.; SILVA, P. P. da Aspectos Fisiológicos e Ambientais da Fotossíntese. *Revista Virtual de Química*, v.7, p.56-73, 2014.
- KLUTHCOUSKI, J.; AIDAR, H. Implantação, condução e resultados obtidos com o Sistema Santa Fé. In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L.F.; AIDAR, H. (Ed.). **Integração lavoura-pecuária**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. p. 407-442.
- KLUTHCOUSKI, J.; COBUCCI, T.; AIDAR, H.; YOKOYAMA, L.P.; OLIVEIRA, I.P. de COSTA, J.L. da S.; SILVA, J.G. da; VILELA, L.; BARCELLOS, A. de O.; MAGNABOSCO, C. de U. **Sistema Santa Fé: integração lavoura-pecuária pelo consórcio de culturas anuais com forrageiras, em áreas de lavoura, nos sistemas direto e convencional**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2000. 28 p. (Embrapa Arroz e Feijão. Circular técnica, 38).
- KLUTHCOUSKI, J.; COBUCCI, T.; AIDAR, H.; COSTA, J. L. da S.; PORTELA, C. **Cultivo do feijoeiro em palhada de braquiária**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. 28 p. (Embrapa Arroz e Feijão. Documentos, 157).
- KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L.F.; AIDAR, H. Cobertura do solo na Integração Lavoura-Pecuária. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 5., Viçosa, MG, 2006. **Anais...** Viçosa, UFV, 2006. p. 81-156.
- KLUGE, R. A.; TEZOTTO-ULIANA, J. V.; DA SILVA, P. P. M. Aspectos fisiológicos e ambientais da fotossíntese. **Revista Virtual de Química**, v.7, p.56-73, 2015.
- LANZANOVA, M.E.; NICOLOSO, R. da S.; LOVATO, T.; ELTZ, F.L.F.; AMADO, T.J.C.; REINERT, D.J. Atributos físicos do solo em sistema de integração lavoura-pecuária sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 31, p. 1131-40, 2007.
- LARA, M.A.S. **Respostas morfofisiológicas de cinco cultivares de *Brachiaria* spp. as variações estacionais de temperatura do ar do fotoperíodo**. 2007. 91 p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, USP, Piracicaba.

- LITHOURGIDIS, A.S.; DORDAS, C.A.; DAMALAS, C.A.; VLACHOSTERGIOS, D.N. Annual intercrops: An alternative pathway for sustainable agriculture. **Australian Journal of Crop Science**, v.5, p.396-410, 2011.
- MACEDO, M.C.M. Integração lavoura-pecuária: estado da arte e inovações tecnológicas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, p. 133-146, 2009.
- MACEDO, M.M.; ZIMMER, A.H. Sistemas integrados de lavoura-pecuária na Região dos Cerrados do Brasil. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL EM INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA, Curitiba, 2007. **Anais...** Curitiba, Universidade Federal do Paraná/Ohio State University, 2007. 24 p. Disponível em CD.
- MACHADO, L.A.Z. Sobressemeadura de forrageiras: aumento da disponibilidade de pasto e palha. **Revista Plantio Direto**, n. 124, p. 24-28, 2011.
- MACHADO, L.A.Z. Misturas de forrageiras anuais e perenes para sucessão à soja em sistemas de integração lavoura-pecuária. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.47, p. 629-636, 2012.
- MACHADO, L.A.Z.; ASSIS, P.G.G. de Produção de palha e forragem por espécies anuais e perenes em sucessão à soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.45, p.415-422, 2010.
- MACHADO, L.A.Z.; MELHORANÇA, A.L. Doses reduzidas de herbicida glifosato para o controle do capim-pojuca cultivado em consórcio com soja. In: WORKSHOP INTEGRAÇÃO-LAVOURA-PECUÁRIA-FLORESTA NA EMBRAPA, Brasília, 2009. **Anais...** Brasília, Embrapa, 2009. Disponível em CD
- MACHADO, L.A.Z.; VALLE, C.B. de. Desempenho agrônômico de genótipos de capim-braquiária em sucessão à soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 46, p. 1454-1462, 2011.
- MACHADO, L.A.Z.; FABRÍCIO, A.C.; ASSIS, P.G.G. de; MARASCHIN, G.E. Estrutura do dossel em pastagens de capim-marandu submetidas a quatro ofertas de lâminas foliares. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, p.1495-1501, 2007.
- MACHADO, L.A.Z.; COELHO NETO, O.M.; COSTA, N.R. Estabelecimento de espécies forrageiras em consórcio com a cultura da soja. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 46., Maringá, 2009. **Anais...** Maringá, Universidade Estadual de Maringá, 2009a. Disponível em CD.
- MACHADO, L.A.Z.; MELHORANÇA, A.L, ASSIS, P.G.G. Estabelecimento de pastagem (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu) semeada em diferentes estádios de desenvolvimento da cultura da soja. In: WORKSHOP INTEGRAÇÃO-LAVOURA-PECUÁRIA-FLORESTA NA EMBRAPA, Brasília, 2009. **Anais...** Brasília, Embrapa, 2009b. Disponível em CD
- MACHADO, L.A.Z.; BALBINO, L.C.; CECCON, G. **Integração Lavoura-Pecuária-Floresta 1: Estruturação dos Sistemas de Integração Lavoura-Pecuária**. Embrapa Agropecuária Oeste, 2011a. 48 p.
- MACHADO, L. A. Z.; CECCON, G.; ADEGAS, F. S. **Integração lavoura-pecuária-floresta: 2- Identificação e implantação de forrageiras na integração lavoura-pecuária**. Embrapa Agropecuária Oeste, 2011b. 56 p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Documentos 111)
- MACHADO L.A.Z., CONCENÇO, G.; JANK L. Genotype of *Panicum maximum* Jacq. to the herbicide glyphosate aiming crop livestock integration. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON INTEGRATED CROP-LIVESTOCK SYSTEMS, 2., Porto Alegre, 2012. **Anais...** Porto Alegre: INRA/UFPR/UFRGS/USDA, 2012. CD-ROM.
- MARCHÃO, R. L. **Integração lavoura-pecuária num latossolo do cerrado: impacto na física, matéria orgânica e macrofauna**. 153p. 2007. Tese (Doutorado)-Universidade Federal de Goiás, Goiânia.

- MARTHA JÚNIOR, G.B.; ALVES, E.; CONTINI, E. Dimensão econômica de sistemas de integração lavoura-pecuária. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, p. 1117-1126, 2012.
- MATA, J.F. da; ERASMO, E.A.L.; SIEBENEICHLER, S.C.; SARAIVA, A. de S.; GONÇALVES, R.C. Análise de crescimento da *Brachiaria* em diferentes densidades e épocas de semeadura em consórcio com a cultura da soja. **Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia**, v.4, p.7-30, 2011.
- MATA, J.F. da; DOTTO, M.C.; ERASMO, E.A.L.; SIEBENEICHLER, S.C.; SANTOS, G.R. dos; BIANCO, S. Crescimento de *Brachiaria brizantha* cv. BRS Piatã consorciada com a cultura da soja sob diferentes densidades e épocas de semeadura. **Revista Agro@ambiente**, v.8, p.377-386, 2014.
- MARIOTI, J.; BERTOL, I.; RAMOS, J.C.; WERNER, R. de S.; PADILHA, J.; BANDEIRA, D.H. Erosão hídrica em semeadura direta de milho e soja nas direções da pendente e em contorno ao declive, comparada ao solo sem cultivo e descoberto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.37, p. 1361-1371, 2013.
- MEDEIROS, R.B.; RIBOLTI, J.; SAIBRO, J.C. de; ZAMBRA, J.E.G. Direct drilling of soybean in a pensacola bahiagrass pasture in the Northwest Region of Rio Grande do Sul, Brazil. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 19., 2001, São Pedro, SP. Grassland ecosystems: an outlook in the 21st century. **Proceedings...** Piracicaba: SBZ: FEALQ, 2001. p. 740-741.
- NEPOMUCENO, M.; ALVES, P.L.C.A.; DIAS, T.C.S.; PAVANI, M.C.M.D. Períodos de interferência das plantas daninhas na cultura da soja nos sistemas de semeadura direta e convencional. **Planta Daninha**, v.25, p.43-50, 2007.
- OLIVEIRA, I.P. de; KLUTHCOUSKI, J.; YOKOYAMA, L.P.; DUTRA, L.G.; PORTES, T. de A.; SILVA, A.E. da; PINHEIRO, B. da S.; FERREIRA, E.; CASTRO, E. da M.; GUIMARÃES, C.M.; GOMIDE, J. de C.; BALBINO, L.C. **Sistema Barreirão: recuperação/renovação de pastagens degradadas em consórcio com culturas anuais**. Goiânia: EMBRAPA-CNPAP, 1996. 90 p. (EMBRAPA- CNPAP. Documentos, 64).
- OLIVEIRA JÚNIOR, P.R.; GUALBERTO, R.; OLIVEIRA, P.S.R.; COSTA, N.R.; MONTANS, F.M. Subdoses de herbicida e potássio em cobertura no Sistema Integração Lavoura-Pecuária. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.40, p.242-250, 2010.
- PEDREIRA, C.G.S.; PEDREIRA, B.C.; BITTAR, C.M.M.; FAUSTINO, M.G.; SANTOS, V.P. dos; FERREIRA, L.S.; LARA, M.A.S. Produtividade e degradabilidade ruminal da forragem de capins da espécie *Panicum maximum*. **Nativa**, v.2, 143-148, 2014.
- PEREIRA, A.R.; ANGELOCCI, L.R.; SENTELHAS, P.C. **Meteorologia agrícola**. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, USP, 2007. 192p.
- PERINI, L.J.; FONSECA JÚNIOR, N.D.S.; DESTRO, D.; PRETE, C.E.C. Componentes da produção em cultivares de soja com crescimento determinado e indeterminado. **Semina: Ciências Agrárias**, v.33, p.2531-2544, 2012.
- PINTO, H. S.; AVILA, A. M. H. de; CARDOSO, A. O. Challenges to increased soybean production in Brazil. In: BOARD, J. E. (Ed). **A Comprehensive survey of international soybean research - genetics, physiology, agronomy and nitrogen relationships**. Rijeka, Croatia: INTECH Open Access Publisher, 2013. Disponível em: <http://www.intechopen.com/books/a-comprehensive-survey-of-international-soybean-research-genetics-physiology-agronomy-and-nitrogen-relationships/challenges-to-increased-soybean-production-in-brazil>>. Acesso em 13 nov. 2015.
- PORTILHO, I. I. R.; SCORZA JÚNIOR, R. P.; SALTON, J. C.; MENDES, I. de C.; MERCANTE, F. M. Persistência de inseticidas e parâmetros microbiológicos em solos sob sistema de manejo. **Ciência Rural**, v.45, p.22-28, 2015.

- PRIMAVESI, O.; ARZABE, C.; PEDREIRA, M. dos S. **Mudanças climáticas: visão tropical integrada das causas, dos impactos e possíveis soluções para ambientes rurais ou urbanos**. Embrapa Pecuária Sudeste, 2007. (Embrapa Pecuária Sudeste. Documentos, 70)
- RAMOS, G.M.; ITALIANO, E.C.; LEITE, G.G.; MELO, F. de B.; RIBEIRO, V.Q. Doses de fósforo na produção de gramíneas forrageiras em solos ácidos e de baixa fertilidade da região meio-norte do Brasil. **Pasturas Tropicales**, v.19, p.24-27, 1997.
- REZENDE, P.M. de; ALCÂNTARA, H.P.; CARVALHO, E.R.; SANTOS, J.P.; PASSOS, A.M.A. dos; DOURADO, M.A.F.S. Consórcio sorgo-soja. XV. Épocas de semeadura do sorgo, cultivares de soja e sistemas de corte na composição da forragem. **Bioscience Journal**, v.26, p.779-788, 2010.
- RICHETTI, A. **Viabilidade econômica da cultura da soja na safra 2014/2016, em Mato do Grosso do Sul**. Embrapa Agropecuária Oeste, 2015. 13p. (Embrapa Agropecuária Oeste, Comunicado Técnico n. 202)
- RICHETTI, A.; CECCON, G. **Viabilidade econômica da cultura do milho safrinha, 2015, em Mato Grosso do Sul**. Embrapa Agropecuária Oeste, 2014.10p. (Embrapa Agropecuária Oeste, Comunicado Técnico nº 196)
- ROSSETTI, K.V. de; ANDRIOLI, I.; CENTURION, J.F.; MATIAS, S.S.; NÓBREGA, J.C. Atributos físicos do solo em diferentes condições de cobertura vegetal em área de plantio direto. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.7, p.427-433, 2012.
- RYSCHAWY, J.; CHOISIS, N.; CHOISIS, J.P.; JOANNON, A.; GIBON, A. Mixed crop-livestock systems: an economic and environmental-friendly way of farming? **Animal**, n.6, p.1722-1730, 2012.
- SALTON, J.C.; MERCANTE, F.M.; TOMAZI, M.; ZANATTA, J.A.; CONCENÇO, G.; SILVA, W.M.; RETORE, M. Integrated crop-livestock system in tropical Brazil: toward a sustainable production system. **AGRICULTURE, ECOSYSTEMS & ENVIRONMENT**, v.190, p.70-79, 2014.
- SANTOS, H.D.; FONTANELI, R.S.; TOMM, G.O.; SPERA, S.T. Efeito de sistemas de produção mistos sob plantio direto sobre fertilidade do solo após oito anos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.27, p.545-552, 2003.
- SANTOS, F.C. dos; ALBUQUERQUE FILHO, M.R. de; VILELA, L.; FERREIRA, G.B.; CARVALHO, M. da C.S.; VIANA, J.H.M. Decomposição e liberação de micronutrientes da palha de milho e braquiária, sob integração lavoura-pecuária no cerrado baiano. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.38, p.1855-1861, 2014.
- SARAIVA, A.; DORNELAS, B.; SILVA, J.; ERASMO, E.; DORNELAS, D. Soja M-8527 RR consorciada com braquiária piatã em diferentes densidades e épocas de semeadura. **Plantas Daninhas**, v.32, p.497-505, 2014.
- SILVA, A.C.; FERREIRA, L.R.; SILVA, A.A.; PAIVA, T.W.B.; SEDIYAMA, C.S. Efeitos de doses reduzidas de fluazifop-p-butil no consórcio entre soja e *Brachiaria brizantha*. **Plantas Daninhas**, Viçosa, v.22, p. 429-435, 2004.
- SILVA, A.C.; FERREIRA, L.R.; SILVA, A.A. da; BELO, A.F.; SEDIYAMA, C.S. Caracteres morfológicos de soja e braquiária consorciadas sob subdoses de fluazifop-p-butil. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 2, 2005a.
- SILVA, A.C.; FERREIRA, L.R.; SILVA, A.A. da; FREITAS, R.S.; MAURO, A. Épocas de emergência de *Brachiaria brizantha* no desenvolvimento da cultura da soja. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 4, 2005b.
- SILVA, A. C.; FREITAS, R. S.; FERREIRA, L. R.; FONTES, P. C. R. Acúmulo de micro e macronutrientes por soja e *Brachiaria brizantha* emergida em diferentes épocas. **Plantas Daninhas**, v.27, p.49-56, 2009.

- SINOQUET, H.; CRUZ, P. **Ecophysiology of tropical intercropping**. INRA, Paris, 1995. 484p.
- SOJA. **Acompanhamento da Safra Brasileira [de] Grãos: safra 2015/16: sexto levantamento**, Brasília, DF, v. 3, n. 6, p. 98-103, jan. 2015. Disponível em: [http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16\\_03\\_11\\_15\\_20\\_36\\_boletim\\_graos\\_marco\\_2016.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16_03_11_15_20_36_boletim_graos_marco_2016.pdf) Acesso em: 16 mar. 2015.
- SOUZA, A.P. de; LIMA, M.E. de; CARVALHO, D.F. de Evapotranspiração e coeficientes de cultura do milho em monocultivo e em consórcio com a mucuna-cinza, usando lisímetros de pesagem. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.7, p.142-149, 2012.
- TANAKA; D.L.; KARN, J.F.; SCHOLLJEGERDES, E.J. Integrated crop/livestock systems research: Practical research considerations. **Renewable Agriculture and Food Systems**, v. 23, p. 80-86, 2008.
- TECNOLOGIAS de produção de soja: região central do Brasil, 2012 e 2013. Londrina: Embrapa Soja; Embrapa Cerrados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2011. 261p. (Embrapa Soja. Sistema de Produção, 15)
- TOMASINI, R.G.A.; VELLOSO, J.A.R. de; AMANTINO, J.K.; AMBROSI, I. **Campo bruto melhorado: grãos, solo e vida**. Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, 1987. 22p. (EMBRAPA-CNPT. Documentos, 6).
- TOMM, G.O.; FOSTER, R.K. Effect of intercropping wheat with forage legumes on wheat production and ground cover. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.36, p.465-471, 2001.
- TORRES, J.L.R.; PEREIRA, M.G.; FABIAN, A.J. Produção de fitomassa por plantas de cobertura e mineralização de seus resíduos em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, p.421-428, 2008.
- VANDERMEER, J.H. **The ecology of intercropping**. Cambridge: Cambridge University Press, p. 237, 1989.
- 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**, v.46, p.1127-1138, 2011.
- VILELA, L.; BARCELLOS, A. de O.; SOUSA, D. M. G. de **Benefícios da integração entre lavoura e pecuária**. Planaltina, Embrapa Cerrados, 2001. 21p. (Embrapa Cerrados. Documentos, 42)
- VINNE, A.B. van der; RIBEIRO, J.S.F.; RIBEIRO, J.F.; FORTES, D.G. Integração agricultura-pecuária: experiência do sistema na Região de Maracaju-MS. In: CONGRESSO BRASILEIRO DO ALGODÃO, 7., 2009, Foz do Iguaçu. Sustentabilidade da cotonicultura brasileira e expansão dos mercados. **Anais...** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2009. 1 CD-ROM.

## **II - OBJETIVOS GERAIS**

O objetivo deste estudo foi avaliar a produção de soja e forrageiras em cultivo consorciado, bem como a composição bromatológica e a suscetibilidade das gramíneas ao herbicida glyphosate, visando os sistemas integrados de produção agropecuária.

### III - Estabelecimento de forrageiras perenes em consórcio com soja, visando sistemas integrados de produção agropecuária<sup>1</sup>

Resumo - O objetivo deste estudo foi avaliar a produção de grãos de soja e o estabelecimento de sete forrageiras perenes, em cultivo consorciado, visando aumentar a eficiência dos sistemas integrados de produção agropecuária. Foi utilizado delineamento experimental blocos casualizados com sete repetições. Foram avaliadas as modalidades de cultivo soja solteira e os consórcios (7) de soja e as forrageiras: *Megathyrus maximus* cv. Aruana e BRS Tamani (PM45); *Urochloa brizantha* cv. Xaraés, BRS Piatã e BRS Paiaguás (B6); *U. decumbens* (STAPF) R. Webster; e, *U. ruziziensis* (R. German & Evrard) Crins. Foram conduzidos dois experimentos, sendo um em 2011/2012 e outro em 2012/2013. Não foi obtida diferença no rendimento de grãos entre os consórcios e a soja solteira, exceto soja + *U. ruziziensis* (R. German & Evrard) Crins e soja + BRS Paiaguás, que foram menos produtivas que a testemunha, no segundo ano de avaliação. Soja + *U. ruziziensis* (R. German & Evrard) Crins apresentou maior percentagem de impurezas e de umidade dos grãos, nos dois anos de cultivo. Conclui-se que é possível estabelecer forrageiras perenes em consórcio com soja, sem alterar o rendimento de grãos da cultura anual. O capim BRS Tamani é adequado para estabelecimento em consórcio com a soja, considerando suas características morfológicas e o baixo potencial de competição. O consórcio de soja e forrageiras perenes contribui para supressão do crescimento de plantas daninhas.

Termos para indexação: *Brachiaria*, Integração Lavoura-Pecuária, *Megathyrus*, *Panicum*, *Urochloa*

#### Establishment of perennial forages intercropped with soybeans, aimed at integrated crop livestock systems

Abstract - This study aimed to evaluate soybeans yield and establishment of seven perennial forages in intercropped, to increase the efficiency of integrated crop livestock systems. A randomized blocks design in seven replicates was used. The methods of cultivation evaluated were sole soybean and the intercrops (7) of soybean and forages: *Megathyrus maximus* cv. Aruana and BRS Tamani (PM45); *Urochloa brizantha* cv.

---

<sup>1</sup> Artigo redigido nas normas da Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira (PAB).

Xaraés, BRS Piatã and BRS Paiaguás (B6); *U. decumbens* (STAPF) R. Webster; and, *U. ruziziensis* (R. German & Evrard) Crins. Two experiments were conducted, one in 2011/2012 and another in 2012/2013. It was not obtained difference in grain yield between the intercrops and sole soybean, except soybeans and soybean + *U. ruziziensis* and soybean + BRS Paiaguás, which were less productive than the control, in the second year of evaluation. Soybean + *U. ruziziensis* had higher impurity and grain moisture percentage in the two years. In conclusion, it is possible to establish perennial forages intercropped with soybeans without changing the grain yield of the annual crop. Forages such Tamani grass are appropriate to establish in intercrop with soybean considering its morphological characteristic and the low potential competition. Soybean and perennial forage in intercrop contributes to suppression of weed growth.

Index terms: *Brachiaria*, Integrated Crop-Livestock, *Megathyrus*, *Panicum*, *Urochloa*

## Introdução

O Brasil é o maior exportador mundial de carne bovina, com rebanho estimado em mais de 200 milhões de cabeças, e de soja, com 33,2 milhões de hectares plantados, onde são produzidas 101,2 milhões de toneladas (Soja, 2015).

Os sistemas de produção especializados são vulneráveis: na atividade agrícola, pela volatilidade de mercado (Campos, 2007), as mudanças climáticas (Pinto et al., 2013) e a degradação do solo, com a perda de carbono (Bayer et al., 2006) e, na pecuária extensiva, a degradação de pastagens e a estacionalidade na produção, determinada por variações na temperatura do ar e no regime de precipitações (Fagundes et al., 2005). Em alternativa a estes, são propostos sistemas integrados de produção agropecuária (SIPA) em que as atividades são diversificadas (Vilela et al., 2011). Estes sistemas possibilitam a recuperação da estrutura dos solos depauperada por monocultivos, além de minimizar a estacionalidade da produção de forragem, com o aumento das pastagens anuais nas épocas mais críticas (Machado & Ceccon, 2010).

A disponibilidade de forragem pode ser aumentada ainda mais, durante a estação seca, com o estabelecimento de forrageiras em consórcio com culturas anuais (Vilela et al., 2011). Este consórcio só é viável porque as forrageiras perenes apresentam taxa de crescimento inicial menor que as culturas anuais e, com isto, não causam prejuízo ao rendimento de grãos (Cobucci & Portella, 2003). O consórcio de milho e braquiária é muito utilizado na reforma de pastagem, no entanto o estabelecimento de forrageiras em

consórcio com soja ainda é um desafio, dado ao pequeno porte da oleaginosa e a baixa capacidade de competição (Kluthcouski & Aidar, 2003). Embora existam estudos a respeito desta modalidade de cultivo, estes ainda são insuficientes para sua recomendação (Machado & Ceccon, 2010; Vilela et al., 2011). Porém, quando viabilizado, este consórcio permitirá aumento na produtividade agropecuária, sem a necessidade de expansão de área (Crusciol et al., 2014).

As cultivares das forrageiras *Urochloa* Beauv. spp. e *Megathyrsus maximus* (Jacq.) Simon & Jacobs disponíveis não foram selecionadas para a rotação e consórcio com culturas anuais e apresentam limitações para uso nos SIPA, como a tolerância a altas doses de herbicida, baixa produção de sementes (elevação de custo), baixa produção durante a estação seca e outras. Algumas cultivares recentemente lançadas apresentam características mais favoráveis a estes sistemas, por serem mais produtivas durante a estação seca e pela facilidade de manejo com animais e com herbicidas (Machado & Valle, 2011). Contudo, são necessários o ajustes fitotécnicos para o estabelecimento destas forrageiras em consórcio com culturas, em especial a soja.

O objetivo deste estudo foi avaliar a produção de grãos de soja e o estabelecimento de sete forrageiras perenes, em cultivo consorciado, visando aumentar a eficiência dos sistemas integrados de produção agropecuária.

## Material e Métodos

Foram conduzidos experimentos na área da Embrapa Agropecuária Oeste, em Dourados, MS, 22°17' latitude Sul, 54°58' longitude Oeste e a 376 m de altitude. O clima da região é do tipo Am, segundo a classificação de Köppen, com verões quentes e chuvosos e invernos secos, com precipitação média anual de 1.400 mm.

O delineamento experimental foi o blocos casualizados, com sete repetições. Foram avaliadas as modalidades de cultivo (consórcios): 1) soja solteira; 2) soja + *Megathyrsus maximus* (Jacq.) Simon & Jacobs cv. Aruana; 3) soja + *M. maximus* cv. BRS Tamani (PM45); 4) soja + *Urochloa brizantha* (Hochst. ex A.Rich.) R.Webster cv. Xaraés; 5) soja + *U. brizantha* cv. BRS Piatã; 6) soja + *U. brizantha* cv. BRS Paiaguás (B6); 7) soja + *U. decumbens* (STAPF) Webster; e, 8) soja + *U. ruziziensis* (R. German & Evrard) Crins. Este experimento foi conduzido por dois períodos 2011/2012 e 2012/2013 em áreas distintas, mas próximas. Mesmo não havendo interação entre as modalidades de cultivo

e o período, os experimentos não foram considerados como fatorial, porque além do ano, as áreas não foram as mesmas e alguns métodos não foram exatamente iguais.

As forrageiras foram estabelecidas em consórcio com a cultivar de soja mais utilizada no sul de Mato Grosso do Sul, a BMX Potência RR, que apresenta porte alto. Foram utilizados genótipos de forrageiras que se destacaram em outros experimentos em cultivo solteiro, visando os SIPA (Machado & Assis, 2010; Machado & Valle, 2011).

Os experimentos foram conduzidos sob Latossolo Vermelho Distroférrico, que antes da semeadura apresentava, em 2011, as seguintes características químicas: pH em água, 5,3; pH em  $\text{CaCl}_2$ , 4,5; conteúdos de  $\text{Al}^3$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ , H + Al e  $\text{K}^+$  de 0,6; 3,2; 0,7; 8,9 e 0,7  $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ , respectivamente; P (Mehlich 1), 44,2  $\text{mg dm}^{-3}$ ; CTC efetiva, 5,2  $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ ; V, 34,1%; e MO, 33,9  $\text{g kg}^{-1}$ . Em 6/10/11, foram aplicadas, 3.000  $\text{kg ha}^{-1}$  de calcário dolomítico com PRNT de 70%, em superfície. Em 2012, o solo da outra área experimental apresentava as características químicas: pH em água, 5,6; pH em  $\text{CaCl}_2$ , 4,9; conteúdos de  $\text{Al}^3$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ , H + Al e  $\text{K}^+$  de 0,1; 5,8; 2,2; 6,2 e 1,2  $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ , respectivamente; P (Mehlich 1), 24,2  $\text{mg dm}^{-3}$ ; CTC efetiva, 9,3  $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ ; V, 60%; e MO, 32,8  $\text{g kg}^{-1}$ .

Antes da semeadura da soja as plantas daninhas foram controladas com 4  $\text{L ha}^{-1}$  de herbicida glyphosate (360  $\text{g L}^{-1}$ , do equivalente ácido de N-fosfometil glicina), sendo que foi acrescida a calda, 0,5% de óleo mineral. As sementes de soja foram tratadas com fungicida à base de carboxina e tiran e, posteriormente, foram inoculadas com *Bradyrhizobium japonicum*. A semeadura da soja foi realizada em 28/10/11 e em 20/11/12, em plantio direto, com semeadora modelo SHM (Semeato), na densidade de 32 a 35 sementes viáveis de soja por metro quadrado.

No momento da semeadura foi aplicado 200  $\text{kg ha}^{-1}$  (2011) e 283  $\text{kg ha}^{-1}$  (2012) de adubo NPK 5-30-15, em linha. As parcelas mediam 6,0 x 6,0 e 4,0 x 5,5 m e o espaçamento entre linhas foi de 60 cm e 55 cm, períodos 2011/2012 e 2012/2013, respectivamente.

As forrageiras foram semeadas com defasagem de 21 (2011) e 14 dias (2012) após a emergência da soja (estádio V2 e V3), com semeadora de parcelas autopropelida - Wintersteiger. As sementes das forrageiras foram distribuídas na entrelinha da soja, a aproximadamente 4 cm de profundidade. No segundo período (2012), foi aplicado 20 mm de lâmina de água, pelo sistema de irrigação convencional de aspersão, visando garantir a emergência das forrageiras na data programada. Para os genótipos de *Urochloa* spp. e *Megathyrsus maximus* (Jacq.) Simon & Jacobs foram utilizadas as densidades de

semeadura de 60 e 300 sementes puras viáveis por metro quadrado, respectivamente. Posteriormente, as plantas daninhas foram controladas com a aplicação de três L ha<sup>-1</sup> de herbicida glyphosate, sendo que foi acrescida a calda; 0,5% de óleo mineral. A partir deste momento não foram utilizados herbicidas nos experimentos. No segundo período (2012/13) foi realizado o desbaste das plantas de soja e da forrageira, deixando 25 e 15 plantas m<sup>-2</sup>, respectivamente, com o objetivo de padronizar a competição entre ambas e minimizar o erro experimental. A densidade de plantas de soja no momento da colheita foi de 251 a 268 (2011/12) e 145 a 170 (2012/13) mil plantas ha<sup>-1</sup>.

Para determinação do rendimento de grãos de soja foram colhidas seis linhas de dois metros de comprimento, em cada unidade experimental, com colheitadora de parcelas modelo Classic (Wintersteiger), em 02/03/2012 e em 25/03/2013, respectivamente no primeiro e segundo período. A barra de corte foi regulada para ceifar as plantas abaixo da inserção das primeiras vagens da soja, entre 10 e 15 cm acima do nível do solo, minimizando o dano às forrageiras. Após a colheita dos grãos, as amostras foram pesadas e as impurezas foram retiradas manualmente. Posteriormente, as mesmas foram pesadas, novamente, e foram realizadas determinações de umidade. O rendimento de grãos (RG) foi ajustada a 13% de umidade ( $RG = P \times (100 - CA) / 87$ ; sendo P = peso da amostra e CA = conteúdo de água da amostra).

Em uma linha de dois metros de comprimento (1,2 e 1,1 m<sup>2</sup>, no primeiro e segundo período, respectivamente) foram determinadas as variáveis altura, estatura, número de plantas de soja, daninhas e das forrageiras, número de perfilhos (forrageiras), e, posteriormente, a soja foi colhida manualmente para determinação dos componentes do rendimento. Neste local, foi coletada amostra da parte aérea das demais plantas na entrelinha da soja e, posteriormente, foram separadas as frações: plantas daninhas e forrageiras. Estas foram secas em estufa e pesadas para determinação da massa seca.

A altura das plantas foi determinada em cinco plantas de soja por unidade experimental, considerando o intervalo entre a superfície do solo até a extremidade da planta com a última folha estendida. Para a altura de inserção das primeiras vagens foi considerada a distância entre a superfície do solo e a primeira vagem na base da planta.

A estatura das plantas forrageira foi considerada a distância entre a superfície do solo e o topo da comunidade de plantas forrageiras. No topo da comunidade de plantas foi colocada a segunda régua na posição horizontal para delimitar e facilitar a determinação da estatura.

O número de plantas de soja, forrageiras e daninhas e perfilhos da forrageira foi avaliado numa linha e entrelinha com dois metros de comprimento, onde foi realizada a contagem.

Para testar a hipótese de normalidade, os resíduos foram submetidos ao teste Shapiro-Wilk e, para as variáveis que apresentaram distribuição normal, as análises foram feitas por meio da metodologia de modelos lineares. Para aquelas que não apresentaram distribuição normal dos resíduos foram realizadas análises pela metodologia de modelos lineares generalizados assumindo distribuição Binomial, para as variáveis percentagem de umidade, de impurezas e de vagens chochas; Poisson, para o número de grãos por vagem e número de plantas daninhas; e, Gama, para massa seca de plantas daninhas. A seguir, os dados das variáveis acima foram submetidos ao teste Qui-quadrado e, para as demais (normais), análise de variância, quando significativos, as médias foram comparadas pelo teste LSD de Fisher. As análises foram realizadas com auxílio do software R e, para as regressões, foi utilizado o software SigmaPlot 11.0.

## **Resultados e Discussão**

Durante o período experimental as condições meteorológicas foram desfavoráveis, com precipitações inferiores à média histórica (35 anos) em dezembro/11, dezembro/12 e janeiro/13, e temperaturas elevadas no segundo semestre de 2012 (Figura 1).

Não houve diferença entre as modalidades de cultivo para o rendimento de grãos, a 5% de significância para o teste F (Tabela 1). Diferenças numéricas consideráveis para o rendimento de grãos, mas não significativas, também foram obtidas em outros estudos envolvendo o consórcio de soja com forrageiras do gênero *Urochloa* spp. (Pereira et al., 2011; Mariani et al., 2012; Saraiva et al., 2013; Franchini et al., 2014).

Aceitar a hipótese nula para o rendimento de grãos de soja, é uma decisão conservadora, mas implica em admitir diferenças de até 582 kg ha<sup>-1</sup> (Tabela 1) entre as modalidades de cultivo (período 2012/13). Se a hipótese nula for falsa, incorre-se em erro tipo II e o consórcio proposto pode comprometer o lucro da atividade, principalmente, quando o custo de produção estiver próximo ao da receita bruta, como foi previsto para safra 2015/16 (Richetti, 2015). Sendo menos rigoroso, ao aceitar o nível de significância de 10% para o teste de médias, torna a análise mais permissiva, penalizando modalidades de cultivo alternativas, que representaram maior risco ao rendimento de grãos da soja

(Tabela 1). Neste nível, o rendimento médio de grãos foi maior para soja solteira em relação aos consórcios soja + *U. ruziziensis* e soja + BRS Piatã, no período 2012/13.

Ao avaliar o consórcio de soja e *U. brizantha*, Duarte et al. (1995) obtiveram redução no rendimento de grãos da oleaginosa, fato não observado com *U. humidicola*. A primeira apresenta hábito de crescimento cespitoso/ereto e facilmente pode competir por luz com a soja, já a segunda é estolonífera e dificilmente atingiria o topo do dossel. No presente estudo características morfológicas podem ter favorecido a soja no consórcio com o capim BRS Tamani, que apresenta colmos curtos, ou com os capins BRS Paiaguás e Aruana, que apresentam colmos finos e acamam com facilidade. Plantas com esta característica tem desvantagem em relação a soja e dificilmente entram em competição por luz, diferentemente de *U. ruziziensis*, que apresenta colmo mais grossos e longos.

A percentagem média de impurezas foi maior para o consórcio de soja e *U. ruziziensis* (Tabela 1), e menor para soja + Xaraés (2011/12) e soja solteira (2012/13). A percentagem de umidade foi menor para soja solteira em relação aos demais consórcios em 2011/12 e, em 2012/13, só não foi diferente de soja + Xaraés e soja + *U. decumbens*. A percentagem de umidade foi influenciada pela percentagem de impurezas, já que esta variável foi determinada sem a retirada das impurezas. Embora esta não seja a determinação usual, é possível identificar com esta variável o potencial de interferência das impurezas na percentagem de umidade dos grãos de soja entre as modalidades de cultivo, no intervalo de tempo entre a colheita e o beneficiamento dos grãos. Além disto, quando há elevada massa de forragem cria-se um microclima que dificulta a dissipação da umidade no interior do dossel.

As modalidades de cultivo que apresentaram maior número médio de vagens por planta foram soja solteira, soja + BRS Tamani, soja + BRS Paiaguás e Soja + *U. ruziziensis*, no primeiro período (2011/12), e soja + Aruana e soja + BRS Tamani, no segundo período (2012/13). Foram encontrados os menores valores para soja + Xaraés (2011/12) e soja + BRS Paiaguás (2012/13). No período 2011/12 haviam vagens sem grãos (chochas), sendo que soja + *U. ruziziensis* apresentou a maior percentagem (Tabela 1). No segundo período (2012/13) não ocorreram vagens chochas.

Houve diferenças no número médio de grãos por vagem somente no período 2011/12, sendo que os maiores valores foram obtidos para soja + *U. ruziziensis* e os menores para soja + BRS Paiaguás (Tabela 1). No período 2012/13 não ocorreu diferença entre as modalidades de cultivo para o número médio de grãos por vagem e para a massa de 100 grãos.

Embora a possibilidade de competição da forrageira com a soja seja a maior preocupação, existem vários estudos onde não foi encontrada alteração das variáveis relacionadas aos componentes do rendimento de grãos da oleaginosa, quando consorciada com gramíneas (Mariani et al., 2012; Saraiva et al., 2013; Franchini et al., 2014; Crusciol et al., 2014). Diferenças significativas foram relatadas por Crusciol et al. (2012) e Saraiva et al. (2014) que obtiveram redução no número de vagens por planta e de grãos por vagem no cultivo consorciado de soja e *U. brizantha*, em relação a soja solteira. Este resultado se confirmou no presente estudo, em que a soja solteira apresentou maior número de vagens por planta em relação as cultivares de *U. brizantha* Xaraés e Piatã (2011/12) e Paiaguás (2012/13).

A competição da gramínea com a soja pode ser alterada pelo manejo da forrageira. Redução dos componentes do rendimento de grãos da soja foram relatados por Silva et al. (2005a), quando a forrageira foi semeada antecipadamente, simultânea ou com defasagem inferior a 14 DAE da oleaginosa. A defasagem na semeadura da forrageira viabilizou o controle das plantas daninhas antes da emergência da gramínea, reduzindo seu potencial de competição. A aplicação de herbicidas é outra forma de reduzir esta competição causada pela forrageira (Cobucci & Portela, 2003; e Silva et al., 2004).

Para a variável altura média das plantas de soja não foram obtidas diferenças entre as modalidades de cultivo, nos dois anos de avaliação (Tabela 2). Em estudos conduzidos por Crusciol et al. (2012), Crusciol et al. (2014) e Franchini et al. (2014) foram observadas alterações nestas variáveis, entre anos ou entre genótipos.

A altura média de inserção das primeiras vagens, variou de 12,5 a 14,5; mas não foram observadas diferenças entre modalidades de cultivo (Tabela 2), concordando com Franchini et al. (2014) e Crusciol et al. (2014), mas discordando de Silva et al. (2004) e Crusciol et al. (2012).

A altura média de plantas e da inserção das primeiras vagens são características que variam entre os genótipos de soja e apresentam alguma plasticidade às alterações ambientais (Crusciol et al., 2012; Franchini et al., 2014). Para o consórcio com forrageiras devem ser priorizadas cultivares de soja que apresentem maior altura de plantas, já que estas são mais competitivas por radiação solar e, maior altura de inserção das primeiras vagens, possibilitando a elevação da barra de corte da colheitadora, reduzindo, assim, danos à parte aérea das gramíneas no momento da colheita da oleaginosa.

A estatura das plantas forrageiras não foi diferente entre as modalidades de cultivo (Tabela 2). O maior número de plantas forrageiras foi obtido com *U. decumbens*

(2011/12) e o menor com *U. ruziziensis* (2011/12 e 2012/13). Para esta variável, as diferenças podem ser atribuídas a habilidade de determinados genótipos de forrageiras em emergir e sobreviver com limitada disponibilidade de recursos.

No período 2012/13, embora tenha sido padronizada a densidade das forrageiras em 15 plantas m<sup>-2</sup>, com a realização de desbaste, houve redução deste número até o momento da colheita da soja. A menor densidade de plantas forrageiras foi encontrada na modalidade soja + *U. ruziziensis* (Tabela 2). A redução no número de plantas, durante o ciclo da soja, pode estar associada ao sombreamento causado pela oleaginosa ou ao ataque de pragas. De acordo com Kluthcouski & Aidar (2003) e Zimmer et al. (1983) são necessárias de 6 a 20 plantas m<sup>-2</sup> para o estabelecimento de pastagens, critério atendido no presente estudo. O capim BRS Tamani apresentou maior número de perfilhos, em relação as demais modalidades de cultivo, seguido do capim Aruana (Tabela 2). Os valores mais baixos foram obtidos com os capins Xaraés e BRS Piatã. Numa condição de estresse, principalmente em cultivo consorciado, quando é aplicado herbicida para o controle de crescimento da forrageira, muitos perfilhos podem entrar em senescência e morrem (Silva et al., 2005b), por isto seu número é importante para a recuperação das forrageiras.

O número da plantas daninhas foi maior para soja solteira e soja + BRS Piatã, no período 2011/12, e para soja + Xaraés, no período 2012/13. A presença de algumas forrageiras pode ter contribuído para redução do número e, principalmente, da massa seca de plantas daninhas, de 181 na soja solteira e entre 20 e 76 kg ha<sup>-1</sup> nos consórcios (Tabela 2). Fato que pode ser atribuído ao aumento da disputa por recursos como luz, água e nutrientes ou ao efeito alelopático (Lithourgidis et al., 2011). Estes resultados são bem inferiores aos encontrados por Ikeda (2010) na condição sem capina, mas semelhante aos encontrados no tratamento com capina. O menor valor obtido pode estar relacionado ao tempo de defasagem na sementeira na forrageira, que foi de 14 e 21 dias, que possibilitou a realização do controle químico das plantas daninhas logo após a sementeira das gramíneas.

A produção de massa seca das forrageiras está de acordo com os resultados encontrados por Mariani et al. (2012) para os capins Aruana e Mombaça consorciados com soja, porém, são muito inferiores aos 3.058 kg ha<sup>-1</sup> no consórcio com o capim Marandu. O maior valor pode estar relacionado a sementeira simultânea da soja e das forrageiras, realizado por estes autores. Mata et al. (2011) obtiveram valores bem inferiores para esta variável, que pode ser explicado pelo menor espaçamento entre as

linhas de soja (0,40 m) utilizado por estes autores e ao longo período de defasagem de semeadura (20 a 30 dias), que favoreceu o desenvolvimento da oleaginosa em detrimento da forrageira. Para a massa seca da forrageira + plantas daninhas, Silva et al. (2006) encontraram valores muito superiores aos obtidos no presente estudo, que podem estar relacionados a semeadura simultânea da forrageira, que prioriza seu desenvolvimento.

Durante o ciclo da soja poderiam ter sido utilizados herbicidas para minimizar a competição das forrageiras ou, no final do ciclo da oleaginosa, para facilitar a colheita mecanizada (Kluthcouski & Aidar, 2003; Cobucci & Portela, 2003). Porém, estas medidas não foram utilizadas porque implicavam em risco a sobrevivência das forrageiras (Silva et al., 2006) e seria introduzida outra fonte de variação sem o devido controle, já que a tolerância dos genótipos aos herbicidas não é a mesma (Machado & Valle, 2011; Machado & Assis, 2010).

O prejuízo ao rendimento de grãos pode estar relacionado a competição por recursos limitados como água, luz e nutrientes. Na semeadura simultânea de soja e forrageira, há aumento da taxa de crescimento da forrageira a partir dos 50 DAE, fruto do incremento do índice de área foliar. Se neste estágio não for feita intervenção com herbicida, a forrageira entra em competição com a oleaginosa na fase de enchimento de grãos da soja, aproximadamente aos 80 DAE, podendo ocasionar redução no rendimento da cultura anual (Cobucci & Portela, 2003). Segundo estes autores, a competição por radiação solar pode ocorrer caso as forrageiras atinjam o topo da comunidade de soja. Como a altura média da soja superou em muito estatura média das forrageiras, descarta-se a possibilidade das gramíneas terem competido por radiação solar com a oleaginosa (Tabela 2).

O rendimento de grãos aquém do esperado pode estar relacionado ao déficit hídrico (Figura 1), já que durante o período experimental ocorreram períodos com precipitações inferiores à média histórica. A ocorrência de vagens chochas pode confirmar esta hipótese, já que não foram observados problemas sanitários ou nutricionais que pudessem afetar esta variável.

O déficit hídrico pode ser potencializado nos cultivos consorciados, já que há incremento da densidade de plantas e de área foliar, que resulta em aumento da evapotranspiração e da demanda hídrica (Allen et al., 2006; Souza et al., 2012). Diferenças morfológicas e na capacidade de extração das forrageiras podem ter contribuído para competição por água entre as gramíneas e a soja. O sistema radicular fasciculado das gramíneas permite que as plantas explorem maior volume de solo e tenha

maior capacidade de extração de água que uma planta com raiz pivotante, como a soja. Contribui para maior profundidade máxima do sistema radicular das plantas forrageiras, que é de 1 a 1,5 m, enquanto da soja é de 0,6 a 1,3 m, e o fator de depleção de água disponível no solo, que para gramíneas é de 55 a 60%, e para soja, de 50% (Allen et al., 2006). Ou seja, as forrageiras, além de explorarem maior área de solo, tem sistema radicular mais eficiente na captação de água, podendo explicar os menores valores encontrados em alguns componentes do rendimento da soja consorciada.

A utilização de forrageiras mais adequadas ao consórcio com soja e a defasagem na semeadura podem ser suficientes para o controle do desenvolvimento das forrageiras. Porém, em situações em que a forrageira é favorecida em relação a soja, são necessários estudos visando identificar doses de herbicidas para suprimir o crescimento das gramíneas. Estas doses já foram estabelecidas para os capins MG5 e Aruana (Silva et al., 2004; Concenço et al., 2014), mas como a tolerância aos herbicidas é variável entre as forrageiras e, como a tecnologia utilizada na cultura da soja se moderniza rapidamente com o advento das cultivares geneticamente modificadas, com ciclo mais curto e arquitetura diferenciada, é necessário fazer ajustes de dose de produtos para o controle do crescimento das forrageiras nestes consórcios.

Algumas características favoráveis ao consórcio chamaram a atenção durante a condução do experimento, como a presença de colmos curtos no capim BRS Tamani e colmo finos do capim BRS Paiaguás, que facilitam seu acamamento. Plantas com estas características são necessárias nos consorciados, porque apresentam menor capacidade de competição dada a dificuldade de competirem por luz, diminuindo o risco de haver prejuízo ao rendimento de grãos da soja.

É necessário avaliar em futuros estudos o desempenho animal das pastagens estabelecidas em consórcio com soja para que seja possível estimar o custo/benefício, permitindo assim a comparação desta alternativa com outras práticas e culturas utilizadas em rotação nos sistemas de produção.

## **Conclusões**

É possível estabelecer forrageiras perenes em consórcio com soja sem alterar o rendimento de grãos da cultura anual.

O capim BRS Tamani é adequado para estabelecimento em consórcio com a soja, considerando suas características morfológicas e o baixo potencial de competição.

O consórcio de soja e forrageiras perenes contribui para supressão do crescimento de plantas daninhas.

### Referências

- ALLEN, R.G.; PEREIRA, L.S.; RAES, D.; SMITH, M. **Evapotranspiración del cultivo: Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos**. Organización de la Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Roma, 2006. 298p.
- CAMPOS, K.C. Análise da volatilidade de preços de produtos agropecuários no Brasil. **Revista de Economia e Agronegócio**, v.5, p.303-328, 2007.
- COBUCCI, T.; PORTELA, C.M. de O. **Manejo de herbicidas no Sistema Santa Fé e na braquiária como fonte de cobertura morta**. In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F.; AIDAR, H. (Ed.). Integração lavoura-pecuária. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. p.443-458.
- CONCENÇO, G.; MACHADO, L.A.Z.; GALON, L.; CORREIA, I.V.T.; SANTOS, S.A. dos; PALHARINI, W.G. Supressão química do crescimento de *Panicum maximum* cv. Aruana cultivado em consórcio com a cultura da soja. **Agrarian**, v.7, p.176-188, 2014.
- 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, p.1085-1095, 2012.
- CRUSCIOL, C.A.C.; NASCENTE, A.S.; MATEUS, G.P.; PARIZ, C.M.; MARTINS, P.O.; BORGHI, E. Intercropping soybean and palisade grass for enhanced land use efficiency and revenue in a no till system. **European Journal of Agronomy**, v.58, p.53-62, 2014.
- DILL, M.D.; DALLA CORTE, V.F.; BARCELLOS, J.O.J.; CANOZZI, M.E.A.; OLIVEIRA, T.E. de Análise comparativa da competitividade do Brasil e EUA no mercado internacional da carne bovina. **Revista Ceres**, v.60, p.765-771, 2013.
- DUARTE, J.M.; PEREZ, H.E.; PEZO, D.A.; ARZE, J.; ROMERO, F.; ARGEL, P.J. Producción de maíz (*Zea mays* L.), soya (*Glycine max* L.) y caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) sembrados en asociación con gramíneas en el trópico húmedo. **Pasturas Tropicales**, v.17, p.12-19, 1995.
- FAGUNDES, J.L.; FONSECA, D.M. da; GOMIDE, J.A.; NASCIMENTO JÚNIOR, D. do; VITOR, C.M.T.; MORAIS, R.V. de; MISTURA, C.; REIS, G. da C.; MARTUSCELLO, J.A. Acúmulo de forragem em pastos de *Brachiaria decumbens* adubados com nitrogênio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.40, p.397-403, 2005.
- FRANCHINI, J.C.; JUNIOR, A.A.B.; DEBIASI, H.; PROCÓPIO, S.D.O. Intercropping of soybean cultivars with *Urochloa*. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.44, p.119-126, 2014.
- IKEDA, F.S. **Interação entre as culturas de soja e milho com cultivares do gênero *Urochloa* P. Beauv. em consórcio e interferência de plantas daninhas nos sistemas**. 2010. 162p. Tese (Doutorado). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba.

- KLUTHCOUSKI, J.; AIDAR, H. Implantação, condução e resultados obtidos com o Sistema Santa Fé. In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L.F.; AIDAR, H. (Ed.). **Integração lavoura-pecuária**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. p. 407-442.
- LITHOURGIDIS, A. S.; DORDAS, C. A.; DAMALAS, C. A.; VLACHOSTERGIOS, D. N. Annual intercrops: An alternative pathway for sustainable agriculture. **Australian Journal of Crop Science**, v.5, p.396-410, 2011.
- MACHADO, L.A.Z.; ASSIS, P.G.G. de. Produção de palha e forragem por espécies anuais e perenes em sucessão à soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.45, p.415-422, 2010.
- MACHADO, L.A.Z.; CECCON, G. Sistemas integrados de agricultura e pecuária. In: PIRES, A.V. (Ed.). **Bovinocultura de corte**. Piracicaba: FEALQ, 2010. v.2, p.1401-1462.
- MACHADO, L.A.Z.; VALLE, C.B. do Desempenho agrônômico de genótipos do capim-braquiária em sucessão à soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46, p.1454-1462, 2011.
- MATA, J.F. da; ERASMO, E.A.L.; SIEBENEICHLER, S.C.; SARAIVA, A. de S.; GONÇALVES, R.C. Análise de crescimento da *Brachiaria* em diferentes densidades e épocas de semeadura em consórcio com a cultura da soja. **Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia**, v.4, p.7-30, 2011.
- MARIANI, F.; FONTANELI, R. S.; VARGAS, L.; SANTOS, H. P. dos; FONTANELI, R. S. Estabelecimento de gramíneas forrageiras tropicais perenes simultaneamente com as culturas de milho e soja no Norte do RS. **Ciência Rural**, v.42, p.1471-1476, 2012.
- PEREIRA, R.G.; ALBUQUERQUE, A.W.; SOUZA, R.D.O.; SILVA, A.D.; SANTOS, J.P.A.; BARROS, E.D.S.; MEDEIROS, P.V.Q. Sistemas de manejo do solo: soja [*Glycine max* (L.)] consorciada com *Brachiaria decumbens* (STAPF). **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.41, p. 44-51, 2011.
- PINTO, H.S.; AVILA, A.M.H. de; CARDOSO, A. O. **Challenges to Increased Soybean Production in Brazil**. In: JAMES E. BOARD (ed.) A Comprehensive Survey of International Soybean Research - Genetics, Physiology, Agronomy and Nitrogen Relationships. INTECH Open Access Publisher, 2013
- RICHETTI, A. **Viabilidade econômica da cultura da soja na safra 2014/2016, em Mato do Grosso do Sul**. Embrapa Agropecuária Oeste, 2015. 13p. (Embrapa Agropecuária Oeste, Comunicado Técnico n. 202)
- SARAIVA, A.S., ERASMO, E.A.L., MATA, J.F., DORNELAS, B.F., DORNELAS, D.F., SILVA, J.I.C. Density and sowing season of two *Brachiaria* species on the soybean culture. **Planta Daninha**, v.31, p.569-576, 2013.
- SARAIVA, A.S.; DORNELAS, B.F.; SILVA, J.I.C.; ERASMO, E.A.L.; DORNELAS, D.F.; MATA, J.F.; SARMENTO, R.A. Soja M-8527 RR consorciada com braquiária piatã em diferentes densidades e épocas de semeadura. **Planta Daninha**, v.32, p.497-505, 2014.
- SILVA, A.C.; FERREIRA, L.R.; SILVA, A.A.; PAIVA, T.W.B.; SEDIYAMA, C.S. Efeitos de doses reduzidas de Fluazifop-P-Butil no consórcio entre soja e *Brachiaria brizantha*. **Plantas Daninhas**, Viçosa, v.22, p. 429-435, 2004.
- SILVA, A.C.; FERREIRA, L.R.; SILVA, A.A. da; FREITAS, R.S.; MAURO, A. Épocas de emergência de *Brachiaria brizantha* no desenvolvimento da cultura da soja. **Ciência Rural**, v.35, p.769-775, 2005a.
- SILVA, A.C.; FERREIRA, L.R.; SILVA, A.A. da; BELO, A.F.; SEDIYAMA, C.S. Caracteres morfológicos de soja e braquiária consorciadas sob subdoses de fluazifop-p-butil. **Ciência Rural**, v.35, p.277-283, 2005b.

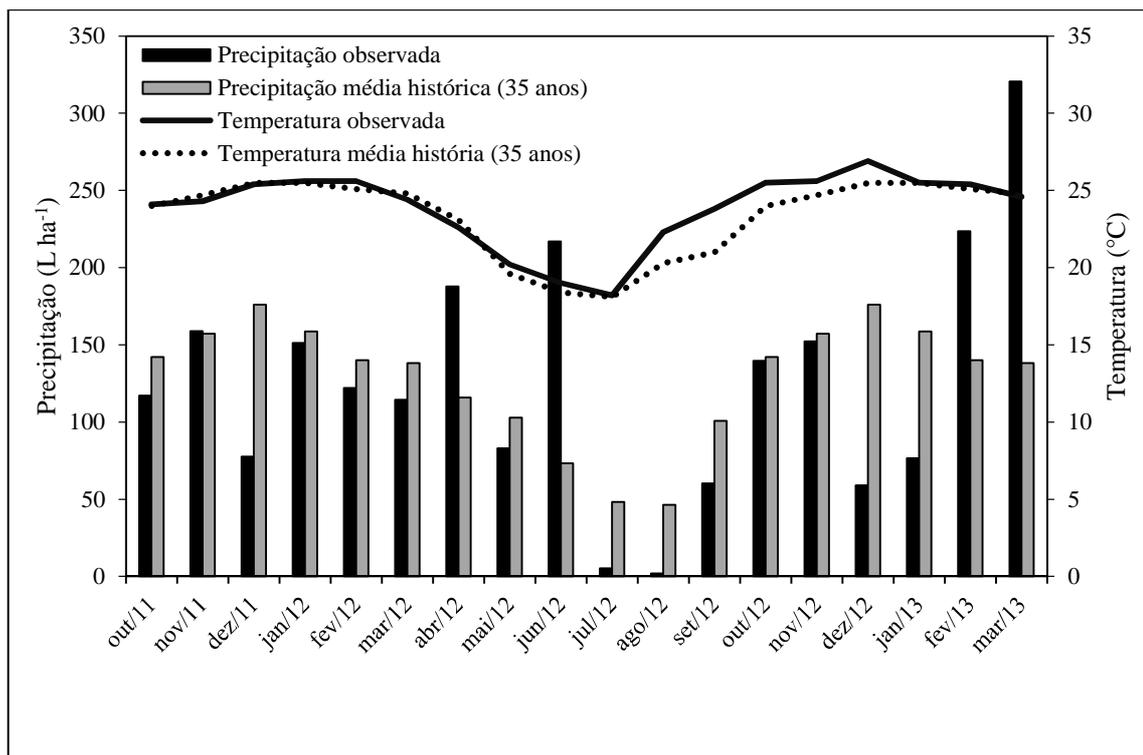
SILVA, A.D.; FREITAS, F.C.; FERREIRA, L.R.; FREITAS, R.S. Dessecação pré-colheita de soja e *Brachiaria brizantha* consorciadas com doses reduzidas de graminicida. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, p.37-42, 2006.

SOJA. **Acompanhamento da Safra Brasileira [de] Grãos**: safra 2015/16: sexto levantamento, Brasília, DF, v. 3, n. 6, p. 98-103, jan. 2015. Disponível em: [http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16\\_03\\_11\\_15\\_20\\_36\\_boletim\\_graos\\_marco\\_2016.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16_03_11_15_20_36_boletim_graos_marco_2016.pdf) Acesso em: 16 mar. 2015.

SOUZA, A.P. de; LIMA, M.E. de; CARVALHO, D.F. de Evapotranspiração e coeficientes de cultura do milho em monocultivo e em consórcio com a mucuna-cinza, usando lisímetros de pesagem. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.7, p.142-149, 2012.

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

ZIMMER, A.H.; PIMENTEL, D.M.; VALLE, C.B.; SEIFFERT, N.F. **Aspectos práticos ligados a formação de pastagens**. Campo Grande, MS: EMBRAPA-CNPGC, 1983. 42 p. (EMBRAPA-CNPGC. Circular técnica, 12). Disponível em: <http://docsagencia.cnptia.embrapa.br/bovinodecorte/ct/ct12/ct12.pdf> Acesso em: 22 out. 2015.



**Figura 1.** Precipitação e temperatura mensais observadas durante a condução do experimento, de outubro de 2011 a março de 2013, e médias históricas registradas na estação meteorológica da Embrapa Agropecuária Oeste, em Dourados.

**Tabela 1.** Rendimento de grãos (RG), percentagem de impurezas (PI) e de umidade (PU), número de vagens por planta (NVP), percentagem de vagens chochas (PVC), número de grãos por vagem (NGV) e massa de 100 grãos (M100G) de soja solteira ou consorciada com forrageiras perenes, nos períodos 2011/2012 e 2012/2013.

MC	RG <sup>ns/1</sup>	PI <sup>1/**</sup>	PU <sup>**</sup>	NVP <sup>***</sup>	PVC <sup>***</sup>	NGV <sup>***/ns</sup>	M100G <sup>ns</sup>
	kg ha <sup>-1</sup>	%	%		%		g
2011/12							
SS	1.782	1,0 ab	9,5 b	38,9 a	3,2 b	1,8 c	10,1
SA	1.867	0,9 bc	9,8 a	37,7 ab	3,1 b	2,0 b	10,2
ST	2.111	0,9 bc	9,8 a	39,2 a	1,8 c	1,9 b	10,3
SX	1.905	0,8 c	9,8 a	29,8 c	4,8 a	2,0 ab	10,5
SPi	1.829	1,0 ab	9,8 a	35,5 b	3,7 ab	1,9 b	10,1
SPa	1.850	0,9 bc	9,7 a	38,6 a	3,8 ab	1,3 d	10,1
SUd	1.662	0,9 bc	9,8 a	39,4 a	3,4 ab	1,7 c	10,1
SUr	1.774	1,1 a	9,8 a	37,3 ab	4,6 a	2,1 a	9,6
2012/13							
SS	2.199 a	6,0 c	14,3 e	53,6 ab	-	2,2	12,1
SA	2.019 ab	7,7 b	15,3 bcd	56,9 a	-	1,5	12,4
ST	2.010 ab	7,8 b	16,3 ab	55,7 a	-	2,1	12,2
SX	2.005 ab	7,8 b	14,6 de	52,3 ab	-	1,7	12,5
SPi	1.818 bc	8,5 ab	15,8 abc	47,1 bc	-	2,2	12,5
SPa	2.063 ab	7,4 bc	15,4 bcd	45,0 c	-	2,2	12,7
SUd	2.012 ab	8,1 b	15,1 cde	49,8 abc	-	1,7	12,4
SUr	1.617 c	10,3 a	16,5 a	47,1 bc	-	2,0	12,4

Modalidades de cultivo (MC): SS – Soja solteira; SA – Soja + Aruana; ST- Soja + BRS Tamani; SX – Soja + Xaraés; SPi – Soja + BRS Piatã; SPa – Soja + BRS Paiaguás; SUd – Soja + *U. decumbens*; SUr – Soja + *U. ruziziensis* (R. German & Evrard) Crins. Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna, dentro do ano, não diferem teste LSD de Fisher. <sup>ns</sup> não significativo; <sup>1</sup>p≤0,10; \*p≤0,5; \*\*p≤0,01; \*\*\* p≤0,0001.

**Tabela 2.** Altura de plantas de soja (APS), altura de inserção das primeiras vagens (AIPV), estatura de plantas forrageiras (EPF), número de plantas forrageiras (NPF) e de plantas daninhas (NPD), número de perfilho das forrageiras (NPer), massa seca de forragem (F), plantas daninhas (PD) e forragem + plantas daninhas (F+PD), em soja solteira ou consorciada com forrageiras perenes, nos períodos 2011/2012 e 2012/2013.

MC	APS <sup>ns</sup>		AIPV <sup>ns</sup>	EPF <sup>ns</sup>		NPF <sup>***/**</sup>		NPer <sup>***</sup>	NPD <sup>**</sup>		PD <sup>***</sup>	F*	F+PD <sup>***</sup>
	2012	2013	2013	2012	2013	2011/12	2012/13	2012/13	2011/12	2012/13	.....	2012/13	.....
	..... cm.....		cm	..... cm .....		plantas m <sup>-2</sup>		plantas m <sup>-2</sup>	perfilhos m <sup>-2</sup>		.....	MS em kg ha <sup>-1</sup>	.....
SS	101,2	88,1	12,5	-	-	-	-	-	0,8 a	8,8 b	181 a	-	181 b
SA	101,2	86,7	13,0	29,6	69,0	56,6 ab	14,3 a	205 b	0,3 c	5,6 d	26 de	853 c	879 ab
ST	100,9	84,6	13,3	30,9	77,6	35,2 cd	14,4 a	286 a	0,5 b	8,6 bc	34 cde	1.524 a	1.558 a
SX	100,0	86,6	12,8	40,3	67,6	22,0 de	12,6 ab	133 c	0,7 ab	13,8 a	42 bcde	822 c	864 ab
SPi	102,9	86,6	14,5	34,7	81,9	27,3 cde	12,9 ab	127 c	0,8 a	9,6 ab	51 bcd	1.283 abc	1.335 abc
SPa	103,5	86,3	14,3	33,6	67,3	43,5 bc	11,9 ab	172 bc	0,7 ab	8,8 b	76 ab	915 bc	991 bc
SUd	100,5	88,2	13,5	35,7	67,0	64,0 a	12,5 ab	177 bc	0,2 d	7,9 bcd	66 bc	826 c	893 ab
SUr	100,9	85,7	14,3	32,1	74,7	16,1 e	10,0 b	161 bc	0,6 ab	5,7 cd	20 e	1.409 ab	1.429 ab

Modalidades de cultivo (MC): SS – Soja solteira; SA – Soja + Aruana; ST- Soja + BRS Tamani; SX – Soja + Xaraés; SPi – Soja + BRS Piatã; SPa – Soja + BRS Paiaguás; SUd – Soja + *U. decumbens*; SUr – Soja + *U. ruziziensis* (R. German & Evrard) Crins.

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem pelo teste LSD de Fisher. <sup>ns</sup> não significativo; \*p≤0,5; \*\*p≤0,01; \*\*\*p≤0,0001.

Considerou-se a distância compreendida entre a superfície do solo e a ponta da última folha estendida, como sendo altura e, ao topo da comunidade de plantas, como estatura.

#### **IV - Produção e composição químico-bromatológica de gramíneas perenes estabelecidas em consórcio com soja, para sistemas integrados<sup>2</sup>**

Resumo – O objeto deste estudo foi avaliar a produção e composição química de sete gramíneas forrageiras perenes estabelecidas em consórcio com soja, para o sistemas integrados de produção agropecuária, durante a estação seca. Foram instalados dois experimentos em delineamento em blocos casualizados, com oito repetições, no períodos 2011/2012 e 2012/2013. Os tratamentos consistiram das forragens perenes *Megathyrus maximus* (BRS Aruana e BRS Tamani), *Urochloa brizantha* (Xaraés, BRS Piatã e BRS Paiaguás), *Urochloa decumbens* e *Urochloa ruziziensis*. As forrageiras foram semeadas com defasagem de 14 e 21 dias após a emergência da soja. Após a colheita da soja, as forrageiras foram avaliadas sob cortes sucessivos. Os capim BRS Tamani e Xaraés apresentaram maior produção de lâminas foliares e maior razão folha/colmo. As lâminas foliares de *Megathyrus maximus* apresentaram o maior conteúdo de nitrogênio. Não foi encontrada diferença para digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica entre forrageiras. Considerando a massa de forragem e de lâminas foliares produzidas, sua composição e características morfológicas, conclui-se que, o capim BRS Tamani é uma forrageira com grande potencial de uso nos sistemas integrados.

Termos para indexação: *Brachiaria*, Composição química, Integração Lavoura-Pecuária, *Megathyrus*, *Panicum*, *Urochloa*

#### **Productivity and chemical composition of perennial grasses established in intercrop with soybean for integrated systems**

Abstract - The object this study was to evaluate forages production and chemical composition of seven perennial grasses established in intercropping with soybean, for integrated crop livestock system during the dry season. Two experiments were established in randomized block design with eight replications, in the periods 2011/2012 and 2012/2013. The treatments consisted of perennial forages *Megathyrus maximus* (Jacq.) BK Simon & SWL Jacobs (Aruana and BRS Tamani), *Urochloa brizantha* (Xaraés, BRS Piatã and BRS Paiaguás), *Urochloa decumbens* and *Urochloa ruziziensis*. The forages were sown with lag of 14 and 21 days after soybean emergence. After the soybean

---

<sup>2</sup> Artigo redigido nas normas da Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira (PAB).

harvest, forage were evaluate under successive cuts during the dry season. The BRS Tamani and Xaraés grass produced more leaf blades and higher leaf:stem ratio. The leaf blades of *Megathyrsus maximus* showed a higher content of nitrogen. No difference was found for organic matter *in vitro* digestibility between forages. In conclusion, considering the forage mass and leaf blades produced, its composition and morphological characteristics, BRS Tamani grass is a forage with great potential for use in integrated systems.

Index terms: *Brachiaria*, Chemical Composition, Integrated Crop-Livestock, *Megathyrsus*, *Panicum*, *Urochloa*

### Introdução

As pastagens tropicais, base para alimentação do rebanho bovino brasileiro, apesentam marcante estacionalidade de produção, determinada pelo regime de temperatura e precipitação (Fernandes et al., 2014; Fagundes et al., 2005).

Com a expansão das áreas de pastagens temporárias, em sucessão a lavoura, os sistemas integrados de produção agropecuária (SIPA) possibilitaram a estabilização da disponibilidade de forragem ao longo do ano (Machado & Ceccon, 2010). Estes sistemas são fundamentais pela diversificação de renda e pela melhoria do solo debilitado por monocultivos (Vilela et al., 2011).

Tradicionalmente, forrageiras anuais como milho, sorgo, aveia e azevém são utilizadas na entressafra das culturas de verão (Balbinot et al., 2009; Pariz et al., 2011). Com a iniciativa empírica dos produtores foi possível cultivar forrageiras perenes na entressafra das culturas de verão. Estas forrageiras sobressaíram em relação as anuais, por produzirem no pico da estação seca, época que há baixa disponibilidade de forragem (Machado & Assis, 2010).

O estabelecimento de forrageiras em consórcio com soja é outra alternativa para aumentar a produção de forragem durante a estação seca, eliminando parte do tempo entre a semeadura e o pastejo (Vilela et al., 2011). Esta modalidade de cultivo é viável graças a diferença na taxa de crescimento das culturas anuais e das forrageiras perenes. As forrageiras apresentam crescimento inicial lento, causando algum ou nenhum prejuízo ao rendimento de grãos (Jakelaitis et al., 2006). O cultivo consorciado de milho com capim Marandu é utilizado na reforma de pastagens, ou com *Urochloa ruziziensis* (R. German & Evrard) Crins, para a cobertura do solo, no plantio direto.

O consórcio de soja e braquiária é um desafio devido a menor capacidade de competição da cultura anual com gramíneas, em comparação ao milho (Kluthcouski & Aidar, 2003). Porém, uma vez viabilizada, esta modalidade poderá maximizar o uso do solo e o lucro dos produtores, sem a necessidade de expansão da área agrícola (Crusciol et al., 2014). Estudos pontuais foram realizados com esta modalidade de consórcio, mas os resultados são insuficientes para sua recomendação enquanto tecnologia (Machado & Ceccon, 2010; Vilela et al., 2011).

Novos genótipos têm se destacado pela produção e qualidade de forragem, pela facilidade de dessecação, por apresentarem características estruturais favoráveis ou ainda por serem adequados a sucessão, rotação ou consórcio com culturas anuais (Machado e Valle, 2011; Santos, 2012; Batistoti, 2006). Com isso, torna-se necessário identificar genótipos com algumas destas características, já que as forrageiras utilizadas atualmente não foram selecionadas para os SIPA.

O objetivo deste estudo foi avaliar a produção e composição química de forragem de sete gramíneas forrageiras perenes estabelecidas em consórcio com soja, visando aumentar a eficiência dos sistemas integrados de produção agropecuária (SIPA), durante a estação seca.

## Material e Métodos

Foram conduzidos dois experimentos na área experimental da Embrapa Agropecuária Oeste, em Dourados, MS, 22°17' latitude Sul, 54°58' longitude Oeste e a 376 m de altitude. O clima da região é do tipo Am, segundo a classificação de Köppen, com verão quente e chuvoso e inverno seco, sendo que a precipitação média anual é de 1.400 mm.

Dois experimentos foram estabelecidos em locais distintos, nos períodos 2011/2012 e 2012/2013, em delineamento blocos casualizados, com oito repetições. Foram avaliadas as forrageiras: 1) *Megathyrsus maximus* (Jacq.) Simon & Jacobs cv. Aruana; 2) *M. maximus* cv. BRS Tamani (PM45); 3) *Urochloa brizantha* (Hochst. ex A.Rich.) R.Webster cv. Xaraés; 4) *U. brizantha* cv. BRS Piatã; 5) *U. brizantha* cv. BRS Paiaguás (B6); 6) *U. decumbens* (STAPF) Webster; e, 7) *U. ruziziensis* (R. German & Evrard) Crins. As forrageiras foram estabelecidas em consórcio com a cultivar de soja BMX Potência RR, por apresentar porte alto e por ser a mais utilizada no sul de MS.

Os experimentos foram estabelecidos em plantio direto, em Latossolo Vermelho Distroférico, que antes da semeadura apresentava, em 2011, as seguintes características químicas: pH em água, 5,3; pH em CaCl<sub>2</sub>, 4,5; conteúdos de Al<sup>3+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, H + Al e K<sup>+</sup> de 0,6; 3,2; 0,7; 8,9 e 0,7 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>, respectivamente; P (Mehlich 1), 44,2 mg dm<sup>-3</sup>; CTC efetiva, 5,2 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; V, 34,1%; e MO, 33,9 g kg<sup>-1</sup>. Em 6/10/11, foram aplicadas em superfície, 3 Mg ha<sup>-1</sup> de calcário dolomítico com PRNT de 70%. Em 2012, o solo da outra área experimental apresentava as características químicas: pH em água, 5,6; pH em CaCl<sub>2</sub>, 4,9; conteúdos de Al<sup>3+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, H + Al e K<sup>+</sup> de 0,1; 5,8; 2,2; 6,2 e 1,2 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>, respectivamente; P (Mehlich 1), 24,2 mg dm<sup>-3</sup>; CTC efetiva, 9,3 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; V, 60%; e MO, 32,8 g kg<sup>-1</sup>.

A semeadura da soja foi realizada em 28/10/11 e em 20/11/12, com uma semeadora modelo SHM (Semeato), com densidade de 32 a 35 sementes viáveis de soja por metro quadrado. No momento da semeadura foi aplicado 200 kg ha<sup>-1</sup> (2011) e 283 kg ha<sup>-1</sup> (2012) de adubo NPK 5-30-15, em linha. As parcelas mediam 6,0 x 6,0 e 4,0 x 5,5 m e o espaçamento entre linhas foi de 60 cm e 55 cm, nos períodos 2011/2012 e 2012/2013, respectivamente.

As forrageiras foram semeadas com defasagem de 21 (2011) e 14 dias (2012) após a emergência da soja, com uma semeadora de parcelas autopropelida Wintersteiger, que distribuiu as sementes da forrageira na entrelinha da soja, a aproximadamente 4 cm de profundidade. Em 2012, logo após a semeadura das forrageiras foi aplicada a lâmina de água de 20 mm, por um sistema de irrigação convencional de aspersão, visando garantir a emergência das forrageiras. Para os genótipos de *Urochloa* Beauv. e *Megathyrsus* foram utilizadas as densidades de semeadura de 60 e 300 sementes puras viáveis por metro quadrado, respectivamente. Logo após esta operação as plantas daninhas foram controladas com a aplicação de três L ha<sup>-1</sup> de herbicida glyphosate, sendo que foi acrescida a calda, 0,5% de óleo mineral. A partir deste momento não foram utilizados herbicidas nos experimentos, embora, no período 2012-2013, as forrageiras desenvolveram-se muito, mas sem superar a soja em altura. Durante o ciclo da soja não foi realizada aplicação de herbicidas para supressão do desenvolvimento das forrageiras ou dessecantes em pré-colheita, já que a sensibilidade dos genótipos é variável, o que poderia interferir nos resultados, (Machado & Assis, 2010; Machado & Valle, 2011).

No período 2012/2013, foi realizado o desbaste das plantas de soja e das forrageiras, deixando-se 25 e 15 plantas m<sup>-2</sup>, respectivamente. Este procedimento teve como objetivo padronizar a competição entre as forrageiras e a soja nas unidades experimentais.

A soja foi colhida com uma colheitadora de parcelas modelo Classic (Wintersteiger) em 02/03/2012 e, em 25/03/2013. A barra de corte da colheitadora foi regulada para ceifar as plantas logo abaixo da inserção das primeiras vagens de soja, a altura entre 10 e 15 cm acima do nível do solo.

Durante a estação seca de 2012, nos meses de julho, agosto e setembro, as precipitações foram inexpressivas e não ocorreram geadas. Em 2013 ocorreram algumas precipitações nesta estação, mas também, geadas em quatro períodos, em: 23, 24 e 25/07/13; 11/08/11; 16/08/13 e 27 e 28/08/13 (Figura 1).

Para determinar a produção de lâminas foliares e de colmos, as plantas foram avaliadas sob cortes sucessivos. Em 2012 foram efetuados três cortes, realizados 16/04, 22/08 e 12/09, sendo que todas as unidades experimentais foram amostradas numa mesma data, quando a maioria das plantas atingiram 50 cm de estatura. Já em 2013 foram realizados de duas a quatro amostragens, dependendo do desenvolvimento de cada unidade experimental, sendo que o corte foi realizado quando as plantas atingiam 95% de interceptação da radiação fotossinteticamente ativa (PAR). A PAR interceptada pelas plantas foi estimada com auxílio de um ceptômetro modelo AccuPAR LP-80 (Decacon). O experimento foi avaliado, também, após ocorrência de geadas severas e a matéria seca obtida nestas amostragens foi considerada como forragem.

Foram avaliadas três linhas de dois metros no centro da parcela. Antes de cada amostragem foi determinada estatura, distância compreendida entre o nível do solo e o topo da comunidade. As amostras foram cortadas, manualmente com auxílio de foice, a 20 cm acima do nível do solo e as bordaduras foram rebaixadas com uma segadeira de parcelas. As amostras foram levadas para laboratório, onde realizou-se a pesagem e foi retirada uma subamostra para determinação das frações de folhas e colmos + bainhas. Estas frações foram condicionadas em sacos de papel pardo e colocadas em estufa com ventilação forçada a 60°C, até atingirem peso constante e, posteriormente, foram pesadas para determinação da massa seca. O produto da divisão entre as frações de folhas e colmos + bainhas foi considerado como razão folha/colmo.

As amostras de folha, em 2013, foram moídas em moinho tipo “Willey”, com peneira de crivo de um milímetro, e acondicionadas em embalagem plástica. Posteriormente, foram realizadas análises para estimar as concentrações de nitrogênio (N); digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica (DIVMO); fibra em detergente neutro (FDN) e ácido (FDA) e em permanganato de potássio (LigP); Hemicelulose (Hemicel), celulose (Cel) e sílica (Sil) em aparelho de espectrometria de refletância do infravermelho

próximo (NIRS), realizada no laboratório de nutrição animal da Embrapa Gado de Corte, em Campo Grande, MS.

Para testar a hipótese de normalidade, os resíduos foram submetidos ao teste Shapiro-Wilk e, para as variáveis que apresentaram distribuição normal, as análises foram feitas por meio da metodologia de modelos lineares. Para aquelas que não apresentaram distribuição normal dos resíduos foram realizadas análises pela metodologia de modelos lineares generalizados assumindo-se distribuição Poisson para a variável razão folha/colmo e, Gama, para estatura das forrageiras. A seguir, os dados dessas variáveis foram submetidos ao teste Qui-quadrado e, para as demais (normais), análise de variância, se significativos, as médias foram comparadas pelo teste LSD de Fisher. Estas análises foram realizadas com auxílio do software R.

## Resultados e Discussão

Os capim BRS Tamani (2012) e BRS Paiaguás (2013) apresentaram maior estatura (Tabela 1). Em 2013 o capim BRS Tamani apresentou resultado inverso do primeiro, com menor estatura entre as forrageiras. O resultado contraditório para a estatura do capim BRS Tamani entre os anos, pode estar relacionado as características das plantas, a metodologia de avaliação e as condições ambientais, como localização dos experimentos, precipitação e ocorrência de geadas. Como em 2012 o critério para avaliação das plantas foi a estatura geral, é provável que as parcelas com capim BR Tamani tenham atingido 95% de interceptação luminosa antes das demais forrageiras. Aliado a este fato, as gemas apicais desta forrageira situavam-se na base da planta e não foram eliminadas com o corte, o que pode ter provocando competição intraespecífica e a alongação dos colmos. Em 2013, as forrageiras foram avaliadas quando atingiam a interceptação de 95% da PAR e, provavelmente, a competição interespecífica tenha sido insignificante. Estes dois fatores podem ter sido responsáveis pelo aumento na razão folha/colmo de 3,7; no em 2012, para 20,9; em 2013.

A maior produção de forragem foi obtida com *U. decumbens* e BRS Paiaguás, em 2012, e, a menor, com o capim Aruana e *U. ruziziensis*. Em 2013 não houve diferença quanto à produção de forragem entre os genótipos avaliados. Quando analisada apenas a fração de folhas, o capim Xaraés foi o mais produtivo (2012), embora sem diferir dos capins BRS Tamani e BRS Paiaguás. Em 2013 o capim BRS Tamani foi o mais produtivo. As forrageiras menos produtivas foram os capins Aruana (2012) e *U. ruziziensis* (2012 e

2013). A maior produção de colmos + bainhas foi obtida com *U. decumbens* nos dois anos, embora não tenha diferido de *U. ruziziensis*, Aruana e BRS Piatã, em 2013 (Tabela 1).

A produção das forrageiras foi limitada pela baixa disponibilidade de água, já que a avaliação ocorreu em plena estação seca, e por baixas temperaturas, principalmente no segundo em 2013, quando a rebrota das plantas foi interrompida por geadas sucessivas, ocorridas em quatro ocasiões (Figura 1).

As maiores razão folha/colmo foram obtidas pelos capins BRS Tamani (2012 e 2013) e Xaraés (2012) e os menores valores foram observados para *U. ruziziensis* e *U. decumbens*. Os resultados obtidos estão de acordo com Carpejani (2007) e Batistoti (2006) que encontram razão folha/colmo de 7,9 a 16,9 e 16,0% para o capim BRS Tamani, respectivamente. Os resultados obtidos por estes autores comprovam os resultados encontrados no presente estudo para a razão folha/colmo com o capim-Aruana. Entre cultivares de *Urochloa* spp., o capim Xaraés apresentou a maior razão folha/colmo. A maior relação encontrada deve-se ao fato deste genótipo manter-se por mais tempo na fase vegetativa (Silveira, 2006). Comparando-se os genótipos Xaraés, BRS Piatã e Marandu, Silveira et al. (2010) observaram que a primeira apresentava algumas características mais favoráveis ao pastejo, como maior taxa de alongação e comprimento de folhas e menor taxa de alongação de colmos. Os valores obtidos no presente estudo estão de acordo com Machado & Valle (2011), que ao avaliarem genótipos de *U. brizantha*, encontraram maior razão folha/colmo para o capim Xaraés, que variou de 4,0 a 5,7.

Santos (2012) obteve aumento da razão folha/haste com o capim BRS Tamani de 5 para 16, quando esta forrageira foi avaliada em condição de sol pleno e sombreada por árvores, respectivamente. Foi encontrado, também, menor razão folha/colmo para os capins BRS Piatã e BRS Paiaguás (B6), em relação ao BRS Tamani, na condição sombreada. Estes resultados são semelhantes aos obtidos no presente estudo, embora tenha sido avaliado sob sol pleno, mas durante a estação seca, apenas.

Considerando que 80 a 90% da dieta consumida por bovinos corresponde a fração de lâminas foliares, nem toda a forragem pode ser considerada alimento para animais em pastejo, (Trindade et al., 2007). Os colmos têm a função estrutural de sustentação das folhas, gemas e inflorescência e, são necessários para o transporte de água e nutrientes. Normalmente, forrageiras com maior porte, como ocorre com algumas espécies tropicais, há maior densidade de colmos e as lâminas foliares são mais longas, demandando dos

animais em pastejo, mais tempo e trabalho para apreensão da forragem, resultando em menor taxa de ingestão (Carvalho, 2013). Além do aspecto nutricional, os animais preferem forrageiras que apresentam menor resistência a tração. A alta proporção de colmos reduz a taxa de ingestão de nutrientes e representam uma barreira física horizontal, dificultando o processo seletivo dos animais em pastejo (Benvenuti et al., 2009). Para Carpejani (2007) a massa seca de lâminas foliares é um critério agrônomico que deveria ser levado em consideração no melhoramento de forrageiras, sendo mais importante que aspectos qualitativos.

Aproximadamente metade da forragem produzida pelos capins *U. ruziziensis* e *U. decumbens* era composta de colmos + bainhas (Tabela 1). Esta característica é resultado do pequeno investimento no melhoramento destas espécies. Se para produção animal os colmos são indesejáveis, para a cobertura do solo eles podem ser importantes, tendo em vista que resíduos vegetais com alta relação C/N e elevado a concentração de lignina, resultado em menores taxas de decomposição (Seinju et al., 2007).

A concentração de nitrogênio (N) nas lâminas foliares foi maior para as cultivares de *M. maximus*, Aruana e BRS Tamani, em relação aos genótipos do gênero *Urochloa* spp. (Tabela 2). Para a cultivar BRS Tamani o conteúdo de 2,9% de N ou 18,2% de proteína bruta, foi bem maior que os obtidos por Batistoti (2006), de 11,9 a 12,4%, e por Carperjani (2007), 12,2%. Os maiores conteúdos encontrado no presente estudo provavelmente esteja relacionado ao maior nível de fertilidade do solo, já que na área experimental haviam resíduos de fertilizante utilizados nas culturas anuais antecessoras. Batistoti (2006) e Carpejani (2007) avaliaram plantas mais velhas, com dois e quatro anos de idade, respectivamente, que provavelmente dispunham de menor disponibilidade de nutrientes. Diferentemente do presente estudo, os autores citados encontraram menor concentração de N para o capim-Aruana, em relação ao BRS Tamani. As concentrações de N nas lâminas foliares do capim-Aruana e do BRS Tamani, obtidos no presente estudo, foram semelhantes aos encontrados por Fernandes et al. (2014), no primeiro ano de avaliação.

Para a DIVMO não houve diferença entre as forrageiras avaliados. A fibra detergente em neutro (FDN) foi maior para os genótipos de *M. maximus* e menor para *U. ruziziensis* (Tabela 2). A fibra detergente em ácido (FDA) foi maior para os capins BRS Tamani e Xaraés, mas sem diferir de BRS Piatã, sendo menor para *U. ruziziensis*. A concentração de N, FDN e FDA e os valores de DIVMO obtidos no presente estudo estão de acordo com os resultados encontrados por Valle et al. (2004), para os capins BRS Piatã

(B1), BRS Paiaguás (B6) e Xaraés, considerando as lâminas de folhas produzidas durante a estação seca. Na estação fria (ou seca) as forrageiras podem apresentar melhor valor nutritivo, que no período chuvoso. Segundo Bauer et al. (2008), maior digestibilidade da forragem na estação seca se deve a redução da fração indigestível, sendo esta determinada pela celulose e hemicelulose protegida por lignina, sílica e cutina, que dificultam a ação dos microrganismos do rúmen. De acordo com Paciullo et al. (2001) as lâminas foliares e os colmos exibiram mais alto valor nutritivo no outono, quando se observaram mais baixos conteúdos de FDN, FDA e lignina e mais elevadas concentrações de N e coeficientes de DIVMS.

Nas regiões tropicais há incremento dos constituintes da parede celular, especialmente em gramíneas, devido a maturação rápida da forragem (Forbes, 1995). O aumento da proporção de hastes deprimem o valor nutritivo, reduzindo a aceitabilidade da forragem. O incremento do conteúdo de FDN na forragem resulta em aumento do conteúdo ruminal de FDN, que determina menor taxa de passagem e, conseqüentemente, redução no consumo (Euclides et al., 2000).

O aumento da altura ou da idade de crescimento da forrageira resulta na redução do conteúdo de N e da DIVMO, incremento nas concentrações de FDN e FDA e redução do consumo (Gonçalves et al., 2003; Cano et al., 2004). Embora os aspectos qualitativos das forrageiras sejam importantes, é a estrutura que pode ser manipulada para maximizar o consumo, sem desprezar as habilidades dos animais, já que eles sabem otimizar o consumo e minimizar o custo energético e da ingestão de fitoquímicos prejudiciais (Carvalho, 2013). Neste aspecto, as características morfológicas e estruturais do capim BRS Tamani são interessantes, já que ele apresenta perfilhamento intenso e elevada razão folha/colmo.

O conteúdo de hemicelulose foi maior para o capim Aruana, mas sem diferir de *U. decumbens* (Tabela 2). O menor valor foi obtido para o capim BRS Piatã. O conteúdo de celulose foi maior para o capim BRS Tamani, mas sem diferir de Xaraés, e foi mais baixo para *U. ruziziensis*.

O conteúdo de lignina em permanganato de potássio (LigP) foi maior para o capim Xaraés, em relação aos demais sem diferir de BRS Piatã (Tabela 2). De acordo com Fukushima et al. (2001) o método LigP se correlaciona mais a digestibilidade das forrageiras que o método LigS. Embora a presença da lignina tenha relação direta com decréscimo da digestibilidade das forrageiras, ela não é a única, existem outros compostos que contribuem para a diminuição do valor nutritivo.

Os genótipos de *M. maximus*, BRS Tamani e Aruana, apresentaram maior conteúdo sílica que as cultivares de *Urochloa spp.* Resultados concordam com os obtidos por Batistoti (2006) que encontrou maior concentração de sílica para o capim BRS Tamani (PM45) em relação a outros genótipos da mesma espécie. A Lignina e a Sílica são constituintes da parede celular que conferem as plantas resistência ao ataque de pragas. Sua presença diminui a digestibilidade, reduz a aceitabilidade e inibe o consumo de forragem (Massey et al., 2009).

Embora tenham sido encontradas diferenças significativas entre os genótipos estudados para alguns constituintes do valor nutritivo, estas não foram suficientes para alterar a DIVMO destas forrageiras.

A baixa produção e colmos e a menor estatura do capim BRS Tamani (Tabela 1) são características interessantes em uma forrageira destinada aos sistemas integrados. Em pastagens com baixa percentagem de colmos são obtidos melhores desempenhos por animal e torna-se mais fácil a realização de práticas de manejo. Esta condição favorece o plantio direto de culturas anuais em rotação, porque a biomassa remanescente apresenta pouca resistência ao trabalho das semeadouras. *U. ruziziensis* é a espécie mais utilizada nos SIPA, principalmente, pela facilidade de dessecação (Machado e Assis, 2010). O capim BRS Paiaguás (B6) apresenta esta característica (Machado e Valle, 2011, além de ser mais produtivo que *U. ruziziensis*.

É importante que seja avaliado o desempenho animal das pastagens estabelecidas em consórcio com soja para que seja possível estimar o custo/benefício, permitindo assim a comparação desta alternativa com outras práticas e culturas utilizadas em rotação nos sistemas de produção.

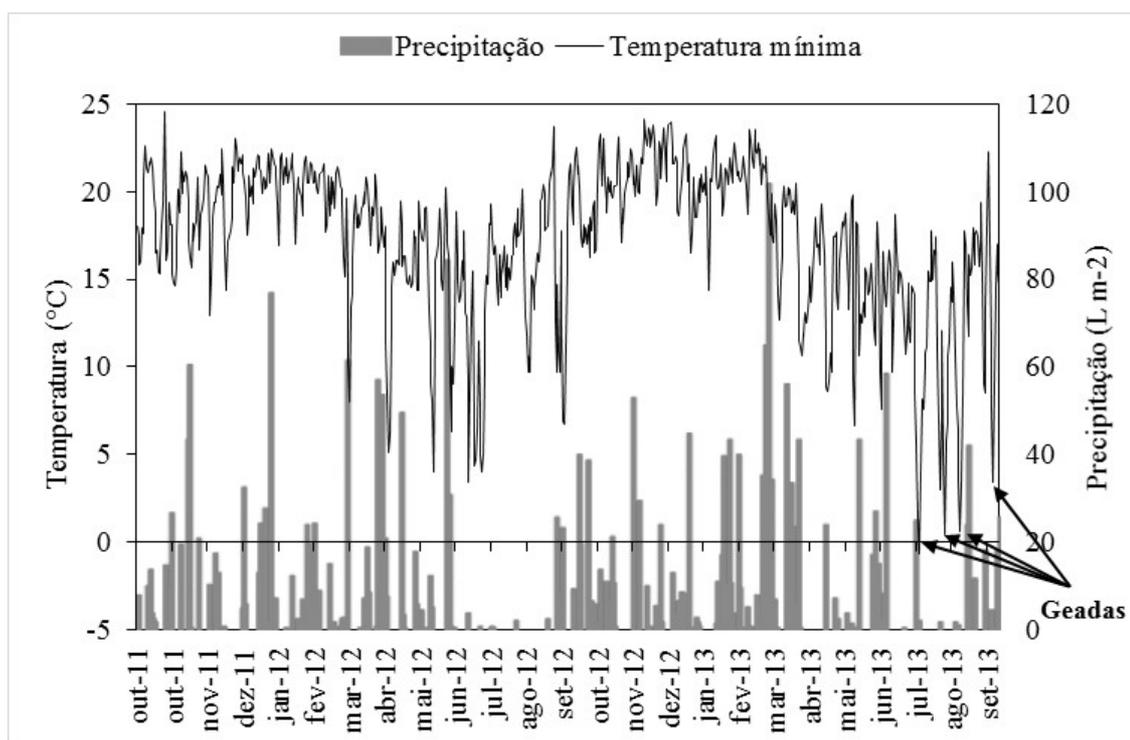
### **Conclusão**

O capim BRS Tamani é o que apresenta melhor potencial de utilização nos sistemas integrados de produção agropecuária, quando estabelecido em consórcio com soja, considerando sua produtividade e composição das lâminas foliares produzidas e suas características morfológicas, pequeno porte e elevada razão folha/colmo, que podem facilitar seu manejo.

### **Referências Bibliográficas**

- BALBINOT JUNIOR, A.A.; MORAES, A. de; VEIGA, M. da; PELISSARI, A.; DIECKOW, J. Integração lavoura-pecuária: intensificação de uso de áreas agrícolas. **Ciência Rural**, v.39, p.1925-1933, 2009.
- BATISTOTI, C. **Quantificação morfoanatômica de lâminas foliares de genótipos de *Panicum maximum***. 2006. 59p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande.
- BENVENUTTI, M.A.; GORDON, I.J.; POPPI, D.P.; CROWTHER, R.; SPINKS, W.; MORENO, F.C. The horizontal barrier effect of stems on the foraging behaviour of cattle grazing five tropical grasses. **Livestock Science**, v.126, 229-238, 2009.
- BAUER, M.O.; GOMIDE, J.A.; SILVA, E.A.M.; REGAZZI, A.J.; CHICHORRO, J.F. Características anatômicas e valor nutritivo de quatro gramíneas predominantes em pastagem natural de Viçosa, MG. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, p.9-17, 2008.
- CANO, C.C.P., CECATO, U., CANTO, M.D., SANTOS, G.D., GALBEIRO, S., MARTINS, E.N.; MIRA, R.T. Valor nutritivo do capim-Tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia-1) pastejado em diferentes alturas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, p.1959-1968, 2004.
- CARPEJANI, G.C. **Divergência genética de *Panicum maximum* para caracteres qualitativos e quantitativos com base em análise multivariada**. 2007. 74p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados.
- CARVALHO, P.C. de F. Harry Stobbs Memorial Lecture: Can grazing behaviour support innovations in grassland management? **Tropical Grasslands – Forrajes Tropicales**, v. 1, 137-155, 2013.
- CRUSCIOL, C.A.C.; NASCENTE, A.S.; MATEUS, G.P.; PARIZ, C.M.; MARTINS, P.O.; BORGHI, E. Intercropping soybean and palisade grass for enhanced land use efficiency and revenue in a no till system. **European Journal of Agronomy**, v.58, p.53-62, 2014.
- EUCLIDES, V.P.B.; CARDOSO, E.G.; MACEDO, M.C.M.; OLIVEIRA, M.D. Consumo voluntário de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk e *Brachiaria brizantha* cv. Marandu sob pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, p.2200-2208, 2000.
- FAGUNDES, J.L.; FONSECA, D.M. da; GOMIDE, J.A.; NASCIMENTO JÚNIOR, D. do; VITOR, C.M.T.; MORAIS, R.V. de; MISTURA, C.; REIS, G. da C.; MARTUSCELLO, J.A. Acúmulo de forragem em pastos de *Brachiaria decumbens* adubados com nitrogênio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.40, p.397-403, 2005.
- FERNANDES, F.D.; RAMOS, A.K.B.; JANK, L.; CARVALHO, M.A.; MARTHA Jr., G.B.; BRAGA, G.L. Forage yield and nutritive value of *Panicum maximum* genotypes in the Brazilian savannah. **Scientia Agricola**, v. 71, p.23-29, 2014.
- FORBES, J.M. (Ed.). **Voluntary food intake and diet selection in farm animals**. Wallingford: CAB International, 1995. 532p.
- FUKUSHIMA, R.S.; SAVIOLI, N.M.F. Correlação entre digestibilidade in vitro da parede celular e três métodos analíticos para avaliação quantitativa da lignina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, p.302-309, 2001.
- GONÇALVES, G.D.; SANTOS, G.D.; JOBIM, C.C.; DAMASCENO, J.C.; CECATO, U.; BRANCO, A.F. Determinação do consumo, digestibilidade e frações proteicas e de carboidratos do feno de Tifton 85 em diferentes idades de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, p.804-813, 2003.
- JAKELAITIS, A.; SILVA, A.A. da; SILVA, A.F. da; SILVA, L.L. da; FERREIRA, L.R.; VIVIAN, R. Efeitos de herbicidas no controle de plantas daninhas, crescimento e produção de milho e *Brachiaria brizantha* em consórcio. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.36, p.53-60, 2006.

- KLUTHCOUSKI, J.; AIDAR, H. Implantação, condução e resultados obtidos com o Sistema Santa Fé. In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L.F.; AIDAR, H. (Ed.). **Integração lavoura-pecuária**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. p. 407-442.
- MACHADO, L.A.Z.; ASSIS, P.G.G. de. Produção de palha e forragem por espécies anuais e perenes em sucessão à soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.45, p.415-422, 2010.
- MACHADO, L.A.Z.; CECCON, G. Sistemas integrados de agricultura e pecuária. In: PIRES, A.V. (Ed.). **Bovinocultura de corte**. Piracicaba: FEALQ, 2010. v.2, p.1401-1462.
- MACHADO, L.A.Z.; VALLE, C.B. do Desempenho agrônômico de genótipos do capim-braquiária em sucessão à soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46, p.1454-1462, 2011.
- MASSEY, F.P.; MASSEY, K.; ENNOS, A.R.; HARTLEY, S.E. Impacts of silica-based defences in grasses on the feeding preferences of sheep. **Basic and Applied Ecology**, v.10, p.622-630, 2009.
- PACIULLO, D. S. C.; GOMIDE, J. A.; QUEIROZ, D. S.; SILVA, E. A. M. Composição química, digestibilidade in vitro de lâminas foliares e colmos de gramíneas forrageiras, em função do nível de inserção no perfilho, da idade e da estação de crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, p. 964-974, 2001.
- PARIZ, C.M.; AZENHA, M.V.; ANDREOTTI, M.; ARAÚJO, F.C.D. M.; ULIAN, N.D.A.; BERGAMASCHINE, A.F. Produção e composição bromatológica de forrageiras em sistema de integração lavoura-pecuária em diferentes épocas de semeadura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46, p.1392-1400, 2011.
- SAINJU, U.M.; SCHOMBERG, H.H.; SINGH, B.P.; WHITEHEAD, W.F.; TILLMAN, P.G.; LACHNICTWEYERS, S.L. Cover crop effect on soil carbon fractions under conservation tillage cotton. **Soil and Tillage Research**, v.96, p.205-218, 2007.
- SANTOS, D. de C. **Avaliação de forrageiras em sistema silvopastoril com eucalipto**. Dissertação (Mestrado). 64p. 2012. Universidade Federal de Brasília, Brasília.
- SILVEIRA, M.C.T. da. **Caracterização morfogênica de oito cultivares do gênero *Brachiaria* e dois do gênero *Panicum***. 2006. 91p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- SILVEIRA, M.C.T. da; NASCIMENTO JÚNIOR, D. do; SILVA, S.C. da; EUCLIDES, V.P.; MONTAGNER, D.B.; SBRISSIA, A.F.; RODRIGUES, C.S.; SOUSA, B.M. de L.; PENA, K. da S.; VILELA, H.H. Morphogenetic and structural comparative characterization of tropical forage grass cultivars under free growth. **Scientia Agricola**, v.67, p.136-142, 2010.
- TRINDADE, J.D.; DA SILVA, S.C.; SOUZA JÚNIOR, S.D.; GIACOMINI, A.A.; ZEFERINO, C.V.; GUARDA, V.D.A.; CARVALHO, P.D.F. Composição morfológica da forragem consumida por bovinos de corte durante o rebaixamento do capim-marandu submetido a estratégias de pastejo rotativo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, p.883-890, 2007.
- VALLE, C.B. do; EUCLIDES, V.P.B.; PEREIRA, J.M.; VALÉRIO, J.R.; PAGLIARINI, M. S.; MACEDO, M.C.M.; Leite, G.G.; LOURENÇO, A.J.; FERNANDES, C.D.; DIAS FILHO, M.B.; LEMPP, B.; POTT, A.; SOUZA, M.A. de **O capim-Xaraés (*Brachiaria brizantha* cv. Xaraés) na diversificação das pastagens de braquiária**. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2004. 36p. (Embrapa Gado de Corte. Documentos, 149)
- VILELA, L. MARTHA JÚNIOR, G.B.; MACEDO, M.C. M.; MARCHÃO, R.L.; GUIMARÃES JÚNIOR, R.; PULROLNIK, K.; MACIEL, G.A. Sistema de integração lavoura-pecuária na região do Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46, p.1127-1138, 2011.



**Figura 1.** Temperaturas mínimas e precipitações observadas no período de outubro de 2011 a setembro de 2013 na estação meteorológica da Embrapa Agropecuária Oeste, em Dourados.

**Tabela 1.** Estatura das plantas, produção de lâminas foliares (PLF), colmos + bainhas (PCB) e de forragem (PF) e, razão folha/colmo (RFC) de sete forrageiras avaliadas durante as estações secas de 2012 e 2013.

Forrageiras	Estatura de planta *** cm	Produção acumulada			RFC **
		PLF***	PCB***	PF*** <sup>ns</sup>	
		..... kg ha <sup>-1</sup> .....			
2012					
Aruana	68,5 ab	3.717 d	2.207 cd	5.924 d	2,0 b
BRS Tamani	69,1 a	5.450 ab	1.604 e	7.103 bc	3,7 a
Xaraés	49,4 b	5.743 a	1.771 de	7.514 b	3,4 a
BRS Piatã	61,4 b	5.029 bc	2.323 c	7.351 b	2,2 b
BRS Paiaguás	66,4 ab	5.446 ab	2.998 b	8.444 a	1,9 b
<i>U. decumbens</i>	64,9 ab	4.728 c	4.024 a	8.752 a	1,2 c
<i>U. ruziziensis</i>	61,6 b	3.449 d	2.863 b	6.312 cd	1,2 c
2013					
Aruana	56,0 c	3.904 bc	1.767 ab	5.671	2,2 c
BRS Tamani	41,2 d	5.232 a	298 d	5.529	20,9 a
Xaraés	57,5 bc	4.262 b	1.068 c	5.330	4,4 b
BRS Piatã	59,1 ab	3.841 bcd	1.703 ab	5.544	2,3 c
BRS Paiaguás	61,4 a	3.173 d	1.601 b	4.774	2,1 c
<i>U. decumbens</i>	57,9 bc	3.193 cd	2.071 a	5.264	1,5 d
<i>U. ruziziensis</i>	58,1 bc	2.404 e	1.933 ab	4.337	1,3 d

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna, dentro do ano, não diferem pelo teste LSD de Fisher. <sup>ns</sup> não significativo; \*p≤0,5; \*\*p≤0,01; \*\*\* p≤0,0001.

Considerou-se como estatura a distância compreendida entre a superfície do solo o topo da comunidade de plantas.

1 **Tabela 2.** Conteúdos de nitrogênio (N), digestibilidade in vitro da matéria orgânica (DIVMO), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em  
 2 detergente ácido (FDA), Hemicelulose (Hemicel), Celulose (Cel), Lignina em ácido sulfúrico (LigS) e em permanganato de  
 3 potássio (LigP) e sílica (S), de sete forrageiras perenes, em 2013.

FORAGEIRAS	N***	DIVMO <sup>ns</sup>	FDN***	FDA***	Hemicel***	Cel***	LigP**	Sil***
..... g kg <sup>-1</sup> .....								
Aruana	2,9 a	70,2	70,7 a	33,2 bc	37,6 a	25,5 b	5,7 bc	4,3 b
BRS Tamani	2,9 a	70,8	70,8 a	35,9 a	35,0 bc	27,0 a	5,4 c	4,9 a
Xaraés	2,2 c	65,7	68,9 b	35,2 a	33,0 cd	26,2 ab	6,7 a	2,9 cd
BRS Piatã	2,3 bc	67,6	67,5 bc	34,7 ab	32,7 d	25,9 b	6,3 ab	2,6 d
BRS Paiaguás	2,2 c	67,6	66,9 c	32,9 c	33,8 cd	24,4 c	5,9 bc	3,2 c
<i>U. decumbens</i>	2,3 bc	68,1	67,0 c	30,6 d	36,6 ab	22,4 d	5,6 c	3,3 c
<i>U. ruziziensis</i>	2,4 b	68,4	63,4 d	28,6 e	34,3 bc	20,6 e	5,3 c	3,2 c

4 Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna dentro do ano não diferem pelo teste LSD de Fisher. <sup>ns</sup> não significativo; \*p≤0,5;

5 \*\*p≤0,01; \*\*\* p≤0,0001.

6

## V - Suscetibilidade de forrageiras tropicais perenes ao herbicida glyphosate, visando sistemas integrados de produção agropecuária<sup>3</sup>

### Susceptibility perennial tropical forages to glyphosate herbicide, aiming integrated crop livestock system

RESUMO: O objetivo deste estudo foi avaliar a suscetibilidade das forrageiras *Urochloa* ssp. e *Megathyrsus maximus* à duas doses de herbicida glyphosate, visando facilitar o estabelecimento de culturas nos sistemas integrados de produção agropecuária. O delineamento adotado foi o blocos casualizados com parcela subdividida em faixa e seis repetições. Os tratamentos nas parcelas principais foram constituídos das forrageira: *Urochloa ruziziensis*, *U. decumbens*, *U. brizantha* cvs. Xaraés, BRS Piatã e BRS Paiaguás, *Megathyrsus maximus* cvs. Aruana e BRS Tamani e, nas subparcelas, doses de herbicida glyphosate; 0,72 e 1,44 kg e. a. ha<sup>-1</sup>. A estimativa da percentagem de controle constituiu-se na atribuição de notas em escala de zero (perfilhos totalmente vivos) a 100 (perfilhos totalmente mortos), realizada aos 7; 14; 21 e 28 dias após a aplicação do herbicida. A dose de 0,72 kg e. a. ha<sup>-1</sup> não foi eficiente para o controle das forrageiras, mas foi possível identificar os genótipos mais suscetíveis, como *U. ruziziensis* e BRS Piatã. A dose de 1,44 kg e. a. ha<sup>-1</sup> foi satisfatória para o controle (≥80%) de *U. ruziziensis*, *U. brizantha* cv. BRS Paiaguás e *M. maximum* cv. Aruana, aos 17, 18 e 18 dias de intervalo de dessecação, respectivamente. Conclui-se que a suscetibilidade das forrageiras ao herbicida glyphosate varia entre espécies e cultivares. Os capins *U. ruziziensis*, BRS Paiaguás e Aruana são dessecados com reduzida dose de herbicida, apresentam curto intervalo de dessecação e podem contribuir para a diversificação das forrageiras utilizadas nos sistemas integrados de produção agropecuária.

**Palavras-chave:** *Brachiaria brizantha*, *Brachiaria ruziziensis*, dessecação, *Megathyrsus*, *Panicum maximum*, *Urochloa*

ABSTRACT: The aim of this study was to evaluate forages susceptibility of *Urochloa* ssp. and *Megathyrsus maximus* with two glyphosate herbicide doses, to increase the efficiency of integrated crop livestock systems. A randomized block design was used in a split plot scheme, with six replications. In the main plots were established the

---

<sup>3</sup> Artigo redigido nas normas da Revista Planta Daninha.

treatments: *Urochloa ruziziensis*, *U. decumbens*, *U. brizantha* cvs. Xaraés, BRS Piatã and BRS Paiaguás, *Megathyrsus maximus* cvs. Aruana and BRS Tamani and in subplot doses of glyphosate herbicide; 0.72 and 1.44 kg a. e. ha<sup>-1</sup>. The estimated percentage of control was constituted on the grading scale of zero (fully living tiller) to 100 (fully dead tillers) held to 7; 14; 21 and 28 days after herbicide application. The dose 0.72 kg a. e. ha<sup>-1</sup> of glyphosate herbicide was not effective for forages control, but it was possible to identify the most susceptible genotypes, as *U. ruziziensis* and BRS Paiaguás. The dose 1.44 kg a. e. ha<sup>-1</sup> was satisfactory for control ( $\geq 80\%$ ) the grasses *U. ruziziensis*, *U. brizantha* cv. BRS Paiaguás and *M. maximum* cv. Aruana at 16, 18 and 18 days of dissection timings, respectively. In conclusion, the forage susceptibility to herbicide glyphosate varies among species and cultivars. *U. ruziziensis*, BRS Paiaguás and Aruana grasses are desiccated with reduced dose of herbicide and short desiccation timings and can contribute to the diversification of forage used in integrated crop livestock systems.

**Key words:** *Brachiaria brizantha*, *Brachiaria ruziziensis*, Desiccation, *Megathyrsus*, *Panicum maximum*, *Urochloa*

## INTRODUÇÃO

Os sistemas integrados de produção agropecuária (SIPA) permitem inúmeros ganhos técnicos e econômicos aos produtores e contribuem para a melhoria do ambiente. Nestes sistemas as pastagens têm funções que vão além da produção animal, como a prestação de serviços ambientais, por exemplo (Carvalho et al., 2009). O seu cultivo deixa resíduos de palha e raízes que são fundamentais para melhoria física, aumentando o teor de matéria orgânica e a disponibilidade hídrica no perfil do solo e, ainda, contribuem para o controle de plantas daninhas (Christoffoleti et al., 2008; Machado e Assis, 2010; Seidel et al., 2014; Silva et al., 2014).

Até a última década, as pastagens temporárias eram formadas por espécies anuais, cultivadas na entressafra das culturas de verão, quando foram substituídas pelas forrageiras perenes. Estas apresentam vantagens em relação as anuais devido ao ciclo de crescimento mais longo, sendo mais produtivas durante a estação seca, além de inibirem o surgimento de plantas daninhas (Timossi et al., 2007). Embora estas forrageiras necessitam em geral, de maior dose de herbicida, além de senescência mais lenta, podendo retardar a semeadura da cultura seguinte. Uma exceção entre estas forrageiras é a *Urochloa ruziziensis* (R. German & Evrard) Crins, pela facilidade de dessecação, razão

pela qual esta espécie retornou ao mercado e, é muito utilizada sob pastejo e como planta de cobertura na sucessão a culturas.

As forrageiras perenes são controladas com o uso de herbicida sistêmico (Costa et al., 2013) como glyphosate e sulfosate, sendo que a dose de herbicida e o tempo necessário para o controle é variável entre as espécies forrageiras e as plantas daninhas (Carvalho et al., 2011; Silva et al., 2013; Ceccon e Concenço, 2014). O intervalo dessecação, período entre aplicação do herbicida e a semeadura da nova cultura, varia de 7 a 21 dias e a dose de herbicida glyphosate, de 0,72 a 1,44 kg e. a. ha<sup>-1</sup> (Jakelaitis et al., 2005; Nunes et al., 2009; Costa et al., 2013; Nepomuceno et al., 2012). A suscetibilidade ao herbicida glyphosate pode ser inter e intraespecífica (Brighenti et al., 2011; Machado e Valle, 2011).

A dose de herbicida utilizada tem implicações econômicas, ambientais e o tempo necessário para o controle da forrageira possibilita antecipar a semeadura da cultura sucessora (Silva et al., 2013) ou protelar a utilização da pastagem. Entre as forrageiras perenes, *U. ruziziensis* (R. German & Evrard) Crins e o capim Aruana são mais suscetíveis ao herbicida glyphosate e os capins Mombaça e Andropogon, os mais tolerantes (Machado et al., 2011).

Existem algumas divergências entre os resultados disponíveis quanto à suscetibilidade das forrageiras ao herbicida glyphosate, provavelmente pela condição do campo durante a aplicação, já que em alguns experimentos as plantas foram avaliadas sob cortes sucessivos e em outros, em crescimento livre, resultando diferentes quantidades de biomassa a ser controlada (Ferreira et al., 2010; Machado e Assis, 2010; Nascente e Crusciol, 2012). Há divergência, também entre pesquisa e produtor, já que as forrageiras estão sendo dessecadas com algum nível de estresse, ainda durante a estação seca, visando a antecipação da semeadura da soja, tendência crescente na região Centro-Oeste (Machado et al., 2011).

Para forrageiras lançadas recentemente é necessário que seja conhecido seu potencial de cultivo em sucessão, rotação ou consórcio com culturas anuais, com isto, será possível posicioná-las nos diferentes sistemas integrados de produção agropecuária.

O objetivo deste estudo foi avaliar a suscetibilidade das forrageiras *Urochloa* Beauv. spp. e *Megathyrsus maximus* (Jacq.) Simon & Jacobs a duas doses de herbicida glyphosate, visando facilitar o estabelecimento de culturas nos sistemas integrados de produção agropecuária.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Foi conduzido um experimento na área experimental da Embrapa Agropecuária Oeste, em Dourados, MS, 22°17'latitude Sul, 54°58'longitude Oeste e a 376 m de altitude. O delineamento adotado foi o blocos casualizados, com parcelas subdivididas em faixas e seis repetições, no ano agrícola 2012/2013. Na parcela principal foram avaliados as forrageiras: 1) *Urochloa ruziziensis* (R. German & Evrard) Crins; 2) *U. decumbens* (STAPF) Webster; 3) *U. brizantha* (Hochst. ex A.Rich.) R.Webster cv. Xaraés; 4) *U. brizantha* cv. BRS Piatã; 5) *U. brizantha* cv. BRS Paiaguás (linhagem B6); 6) *Megathyrsus maximus* (Jacq.) Simon & Jacobs cv. Aruana; e, 7) *M. maximus* cv. BRS Tamani (linhagem PM45). Nas subparcelas foram estabelecidas as doses de herbicida glyphosate, 0,72 e 1,44 kg e. a. ha<sup>-1</sup>.

Os experimentos foram estabelecidos em plantio direto, sob Latossolo Vermelho Distroférico, e antes da semeadura apresentava as seguintes características químicas: pH em água, 5,3; pH em CaCl<sub>2</sub>, 4,5; conteúdos de Al<sup>3+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, H + Al e K<sup>+</sup> de 0,6; 3,2; 0,7; 8,9 e 0,7 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>, respectivamente; P (Mehlich 1), 44,2 mg dm<sup>-3</sup>; CTC efetiva, 5,2 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; V, 34,1%; e MO, 33,9 g kg<sup>-1</sup>. Em 6/10/11, foram aplicadas em superfície, 3 Mg ha<sup>-1</sup> de calcário dolomítico com PRNT de 70%.

A semeadura da soja foi realizada em 28/10/11 com semeadora modelo SHM (Semeato), com densidade de 32 a 35 sementes de soja por metro quadrado. No momento da semeadura foi aplicado 200 kg ha<sup>-1</sup> de adubo NPK 5-30-15, em linha. As parcelas mediam 6,0 x 6,0 m e o espaçamento entre linhas foi de 0,6 m. As forrageiras foram semeadas com defasagem de 21 após a emergência da soja, com semeadora de parcelas autopropelida Wintersteiger, que distribuiu as sementes da forrageira na entrelinha da soja aproximadamente 4 cm de profundidade. Para os genótipos de *Urochloa* spp. e *Megathyrsus* foram utilizadas as densidades de semeadura de 60 e 300 sementes puras viáveis por metro quadrado, respectivamente. Logo após esta operação as plantas daninhas foram controladas com a aplicação 1,08 kg e. a. ha<sup>-1</sup> de herbicida glyphosate, sendo que foi acrescido a calda, 0,5% de óleo mineral. A partir deste momento não foram utilizados herbicidas até o final do ciclo da soja.

A soja foi colhida em 02/03/2012 e as forrageiras foram avaliadas sob cortes sucessivos até o final da estação seca, sendo realizadas três amostragens, realizadas em

16/04, 22/08 e 12/09/12. As plantas foram cortadas a 20 cm do solo, quando atingiam 50 cm de estatura. As precipitações foram inexpressivas no período de julho a setembro e não ocorreram geadas (Figura 1).

As forrageiras rebrotaram no período de 12/09/12 a 17/10/2012, quando foram aplicadas as doses de 0,72 e 1,44 kg e. a. ha<sup>-1</sup> de herbicida glyphosate, com vazão de 140 L ha<sup>-1</sup> de calda e a esta, foi acrescido 0,5% de óleo mineral. As doses foram aplicadas em faixas ao longo dos blocos com pulverizador costal propelido a CO<sub>2</sub>, este foi conectado a uma barra com seis pontas 110.015, espaçados de 0,5 m, em metade da parcela, em 3 x 6 m para cada dose. A formulação comercial de glyphosate utilizada continha 480 g L<sup>-1</sup> de sal isopropilamida de N-(fosfonometil) glicina, correspondente a 360 h L<sup>-1</sup> de sal isopropilamida de N-(fosfonometil) glicina. A aplicação do herbicida foi realizada dia 17/10/2012, entre às 8 e 9 horas, sendo que naquele momento a temperatura média do ar era de 22,1 °C, a umidade relativa do ar era de 85% e velocidade do vento de 1,44 m s<sup>-1</sup>.

A avaliação da percentagem de controle das forrageiras foi realizada com estimativas visuais aos 7 (24/10/12), 14 (31/10/12), 21 (7/11/12) e 28 (14/11/12) dias após aplicação (DAA) do herbicida. Esta estimativa consistiu na atribuição de notas em escala de zero (todos os perfilhos vivos) a 100 (todos perfilhos mortos), por um avaliador treinado. Considerou-se como eficiente o controle igual ou superior a 80% (Carvalho et al., 2002). Como referência, além das seis repetições, havia um bloco em que não foi aplicado herbicida. Aos 28 dias após a aplicação do herbicida realizou-se a coleta de amostras de plantas para estimativa da biomassa aérea e da percentagem de massa seca. As amostras foram colhidas de uma área 1,2 m<sup>2</sup> por parcela (0,6 x 2 m), sendo que as plantas foram cortadas rente ao solo, com auxílio de foice. Em laboratório as amostras foram pesadas e colocadas em estufa com ar forçado, a 60°C, até atingirem peso constante e, novamente, pesadas.

O rendimento de grãos da soja não foi avaliado porque haviam condições muito desiguais entre os tratamentos, já que as plantas entraram em senescência em diferentes momentos e algumas retomaram o crescimento após 21 DAA. Por isso, foi necessária nova aplicação de herbicida e mais tempo para que ocorresse a senescência das plantas. A soja foi semeada após o término do plantio na região, embora dentro da data limite estipulada pelo Zoneamento. As plantas sofreram com déficit hídrico e com o ataque de percevejos, mesmo com aplicação semanal de inseticidas, pelo fato de que toda soja na região já havia sido colhida.

Os resultados foram submetidos a análise de variância e ao modelo de regressão polinomial de melhor ajuste, com auxílio do software SigmaPlot 11.0. As variáveis massa seca total, teor de massa seca e percentagem de controle aos 28 dias foram submetidos ao teste T.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A dose de 0,72 kg e. a. ha<sup>-1</sup> de herbicida glyphosate não foi efetiva para o controle de *U. ruziziensis* (Figura 2). O controle somente foi satisfatório ( $\geq 80\%$ ) na dose de 1,44 kg e. a. ha<sup>-1</sup>, atingido aos 14 DAA.

Para *U. ruziziensis*, Costa et al. (2013) obtiveram eficiência de controle de superior a 80% aos 14 dias após a aplicação (DAA) de 0,72 e 1,44 kg e. a. ha<sup>-1</sup> de herbicida glyphosate, confirmando os resultados do presente estudo, para a maior dose. Também está de acordo com os resultados obtidos por Nepomuceno et al. (2012) que encontraram controle satisfatório para esta espécie entre 10 e 20 DAA do herbicida glyphosate.

As doses aplicadas não foram eficientes para o controle de *U. decumbens*, embora tenha ocorrido razoável suscetibilidade desta forrageira ao herbicida glyphosate (Figura 3). Para esta espécie, Jakelaitis et al. (2005) obtiveram controle satisfatório 21 dias após a aplicação de 0,72 kg e. a. ha<sup>-1</sup> de herbicida glyphosate ou sulfosate. Segundo Nunes et al. (2009), para esta forrageira a aplicação do herbicida deve ser realizada de 7 a 14 dias antes da semeadura da soja. Os resultados encontrados por estes autores divergem do presente estudo, já que esta espécie não foi satisfatoriamente controlada.

Os capim-BRS Tamani, Xaraés e BRS Piatã apresentaram comportamento semelhante (Figuras 4, 5 e 8). As doses aplicadas foram insuficientes para o controle destas forrageiras, mesmo aos 28 dias após a aplicação da maior dose do herbicida glyphosate. Na menor dose de herbicida estas forrageiras retomaram seu crescimento aos 21 DAA.

Machado et al. (2011) relataram eficiências de controle mais elevadas que no presente estudo para o capim Xaraés, de 76 a 96%, ao 21 DAA de 1,08 kg e. a. ha<sup>-1</sup> de herbicida glyphosate. Segundo os autores, a maior eficiência foi obtida no local que ocorreu maior precipitação e déficit hídrico após aplicação do herbicida, a percentagem de controle foi de 38%. Portanto, resultados divergentes dos encontrados neste estudo podem estar relacionados com as condições que a forrageira apresentava por ocasião do manejo químico.

Os resultados obtidos no presente estudo estão de acordo com os encontrados por Machado e Valle (2011), que avaliaram os capins Xaraés, BRS Piatã e BRS Paiaguás (B6), durante três anos, e encontraram percentagens de controle de 24 a 76, de 49 a 88 e de 71 a 96, respectivamente, quando aplicado 1,08 kg e. a. ha<sup>-1</sup> de herbicida glyphosate.

Para o capim-BRS Tamani os resultados obtidos neste estudo divergem dos encontrados por Machado et al. (2012) que aos 29 DAA de 0,72 e 1,44 kg e. a. ha<sup>-1</sup> de herbicida glyphosate encontraram 92 e 100% de controle, respectivamente. Embora os dois resultados tenham sido obtidos na mesma região e com metodologia semelhante, as condições fenológicas não foram a mesmas. As forrageiras foram dessecadas pelos autores citados e no presente estudo aos sete e 11 meses de idade, respectivamente. As condições ambientais podem ter influenciado os resultados, já que no presente estudo as plantas foram submetidas a forte estresse hídrico, e praticamente não ocorreram precipitações nos meses de agosto e setembro (Figura 1), posteriormente as plantas tiveram um mês para se recuperarem, condição que pode não ter sido suficiente.

As cultivares BRS Paiaguás e Aruana, apresentaram grande suscetibilidade ao herbicida glyphosate, principalmente na maior dose, quando foi atingido 80% de controle aos 18 DAA (Figuras 6 e 7). A menor dose de herbicida causou considerável danos ao capim BRS Paiaguás, mas não foi suficiente para seu controle.

Para o capim Aruana, Correia e Perussi (2015) obtiveram controle satisfatório aos 16 dias após a aplicação de 1,44 kg e. a. ha<sup>-1</sup> ou sequencial com 1,08 kg e. a. ha<sup>-1</sup>, confirmando os resultados encontrados no presente estudo.

As biomassa aérea foi maior para os capins Xaraés (0,72) e Piatã (1,44), aos 28 DAA do herbicida glyphosate (Tabela 1). Esta biomassa correspondeu ao resíduo de forragem abaixo da altura de corte (20cm) e rebrota ocorrida entre 12/09 a 17/10/2012. Para as forrageiras que apresentaram menor eficiência de controle, capins Xaraés e Piatã, principalmente, retomaram seu crescimento aos 21 DAA, podendo explicar a maior quantidade de biomassa aérea.

A maior dose de herbicida resultou em percentagens de massa seca mais elevados para as forrageiras *U. ruziziensis* e BRS Paiaguás (Tabela 1), nas duas doses, em função da perda de água das plantas em resposta a aplicação de herbicida. Para a dose 1,44 kg e. a. ha<sup>-1</sup> as forrageiras *U. ruziziensis*, BRS Paiaguás e Aruana apresentaram maior percentagem de controle. As forrageiras mais tolerantes ao herbicida glyphosate foram os capins BRS Piatã, BRS Tamani e Xaraés. Mesmo após 28 dias da aplicação de 1,44 kg e. a. ha<sup>-1</sup> deste herbicida, não atingiram percentagem de controle satisfatório para a

semeadura de cultura em sucessão. *U. decumbens* apresentou suscetibilidade intermediária ao herbicida glyphosate.

Tendência diferente da encontrada no presente estudo foi verificada por Ferreira et al. (2010) aos 13 DAA de 1,44 kg e. a. ha<sup>-1</sup> de herbicida glyphosate. Estes autores obtiveram eficiência de controle de 81% para o capim Piatã e 51% para *U. decumbens*. Provavelmente, a diferença nos resultados esteja relacionada a metodologia empregada, enquanto os autores citados dessecaram forrageiras que estiveram em crescimento livre, durante toda estação seca, com biomassa seca acumulada na parte aérea superando 10 Mg ha<sup>-1</sup>, no presente estudo havia menos de 3 Mg ha<sup>-1</sup>, já que as plantas foram avaliadas sob cortes sucessivos.

Para *U. brizantha*, *U. decumbens* e *U. ruziziensis*, Brighenti et al. (2011) obtiveram eficiências de controle mais elevadas que no presente estudo quando cultivaram estas forrageiras em casa de vegetação, já em experimento de campo, os resultados foram inferiores. O ambiente em casa de vegetação é muito diferente do campo, principalmente pela falta de estresse hídrico. Já no experimento de campo, os autores cultivaram as forrageiras durante o verão e avaliaram seu controle no outono, diferente do presente estudo em que as forrageiras passaram por estresse hídrico e foram controladas no início da estação chuvosa, reproduzindo a realidade dos SIPA.

A reação de suscetibilidade ao herbicida glyphosate pode ser mais pronunciada em algumas forrageiras, dependendo das condições ambientais. O capim Massai foi suscetível ao herbicida glyphosate em condição favorável de precipitação (Machado e Assis, 2010; Machado et al., 2012; Ceccon e Concenço, 2014), porém tolerante numa condição de déficit hídrico após a aplicação do herbicida, fato não observado com outros 10 genótipos de forrageiras (Machado et al., 2009).

De acordo com Silva et al. (2013) plantas com menor intervalo de dessecação possibilitam a antecipação da semeadura de culturas, em sucessão as forrageiras. Ao invés de antecipar a semeadura, também, é possível, nos SIPA, retardar a retirada dos animais para dessecação da pastagem, que é desejado, já que no final da estação seca há baixa disponibilidade e forragem de pior qualidade.

O uso de forrageiras como plantas de cobertura é muito importante aos sistemas de produção porque proporciona o controle e aumenta a biodiversidade de plantas daninhas, evitando sua especialização e o surgimento de plantas resistentes ao herbicida glyphosate (Timossi et al., 2007; Christoffoleti et al., 2008).

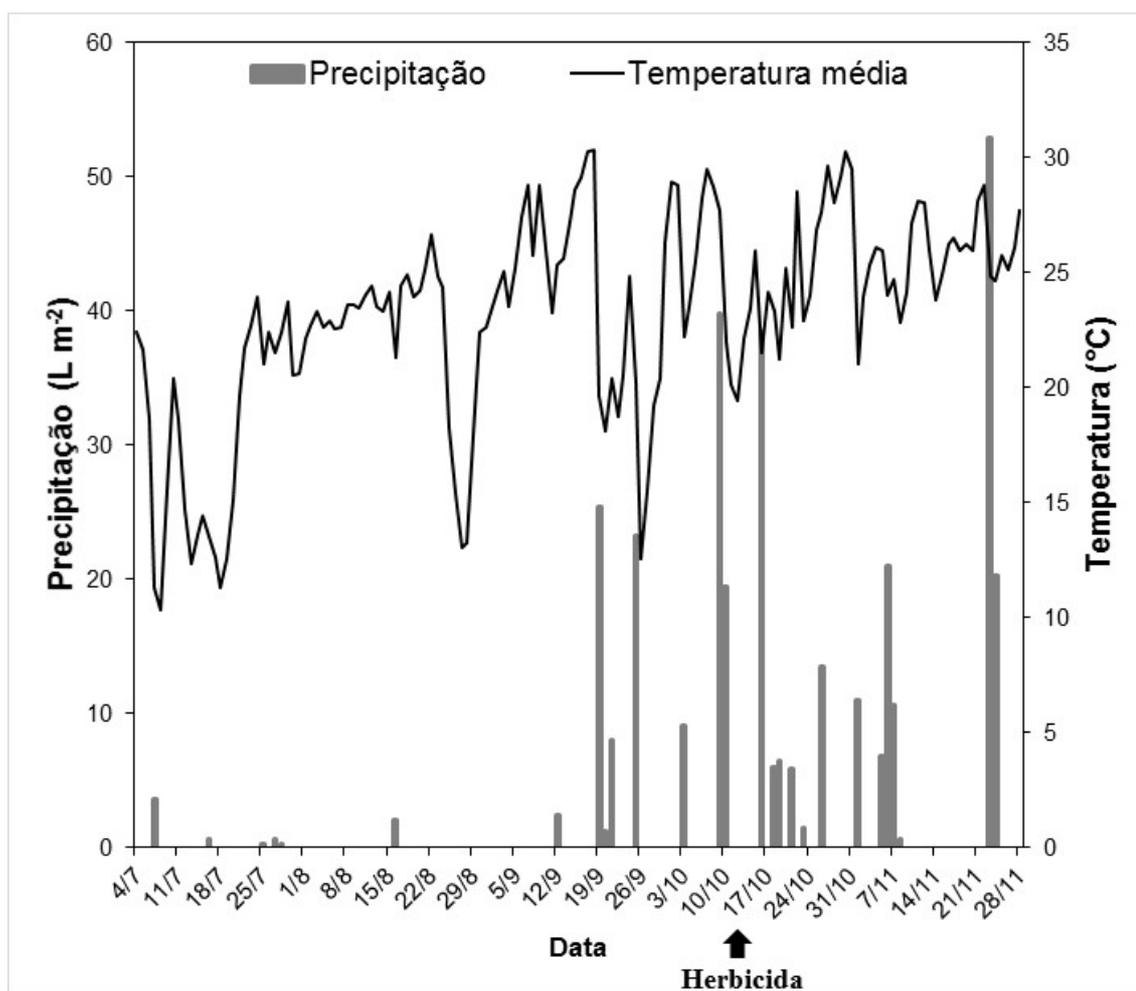
São necessários mais estudos visando reduzir o intervalo de tempo entre a aplicação de herbicidas e a semeadura das culturas em sucessão, melhorando a eficiência de controle, seja com o uso de herbicidas e adjuvantes, como também, identificando forrageiras mais suscetíveis. A utilização de forrageiras suscetíveis a herbicidas poderá resultar na redução do uso de insumos, melhor plantabilidade da cultura em sucessão, proporcionando ganhos ambientais e econômicos.

Conclui-se que a suscetibilidade das forrageiras ao herbicida glyphosate varia entre espécies e cultivares. Os capins *U. ruziziensis* (R. German & Evrard) Crins, BRS Paiaguás e Aruana são dessecados com menor dose de herbicida, apresentam curto intervalo de dessecação e podem contribuir para a diversificação das forrageiras utilizadas nos sistemas integrados de produção agropecuária, com menor impacto ao ambiente.

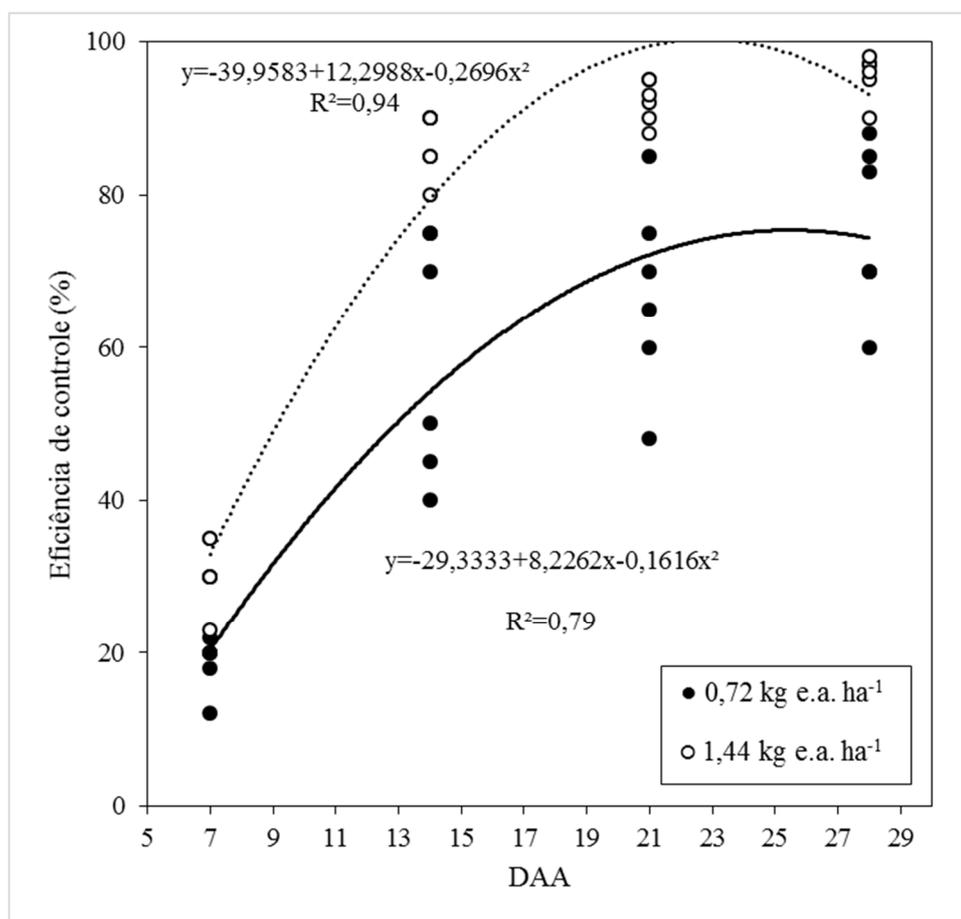
### LITERATURA CITADA

- BRIGHENTI, A.M. et al. Suscetibilidade diferencial de espécies de braquiária ao herbicida glifosato. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 10, p. 1241-1246, 2011.
- CARVALHO, F. T. de et al. Eficácia do carfentrazone-ethyl aplicado no manejo das plantas daninhas para o plantio direto do algodão. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v.3, n.2-3, p.104-108, 2002.
- CARVALHO, P.C. de F. et al. Do bocado ao pastoreio de precisão: compreendendo a interface planta animal para explorar a multi-funcionalidade das pastagens. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, número especial, p.109-122. Jul 2009.
- CARVALHO, S.J.P. de et al. Participação do nitrogênio na indução de injúrias foliares e na eficácia do herbicida glyphosate. **Revista Ceres**, v.58, n.4, p.516-524, 2011.
- CECCON, G.; CONCENÇO, G. Produtividade de massa e dessecação de forrageiras perenes para integração lavoura-pecuária. **Planta Daninha**, v.32, n.2, p.319-326, 2014.
- CORREIA, N.M.; PERUSSI, F.J. Manejo de plantas adultas de *Panicum maximum* cv. Aruana. **Brazilian Journal of Agricultural Sciences/Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.10, n.1, p.91-95,2015.
- COSTA, N.V. et al. Avaliação do glyphosate e paraquat no manejo da *Brachiaria ruziziensis*. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v.12, n.1, p.31-38, 2013.
- CHRISTOFFOLETI, P.J. et al. Glyphosate sustainability in South American cropping systems. **Pest Management Science**, v.64, n.4, p.422-427, 2008.
- FERREIRA, A.C. de B. et al. 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.
- JAKELAITIS, A. et al. Eficácia de formulações de herbicidas na dessecação de plantas daninhas. **Revista Ceres**, v.52, n.301, p.421, 2005.
- MACHADO, L.A.Z.; COELHO NETO, O.M.; COSTA, N.R. Estabelecimento de espécies forrageiras em consórcio com a cultura da. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 2009, Maringá. **Anais...** Maringá: SBZ, 2009. Disponível em CD.

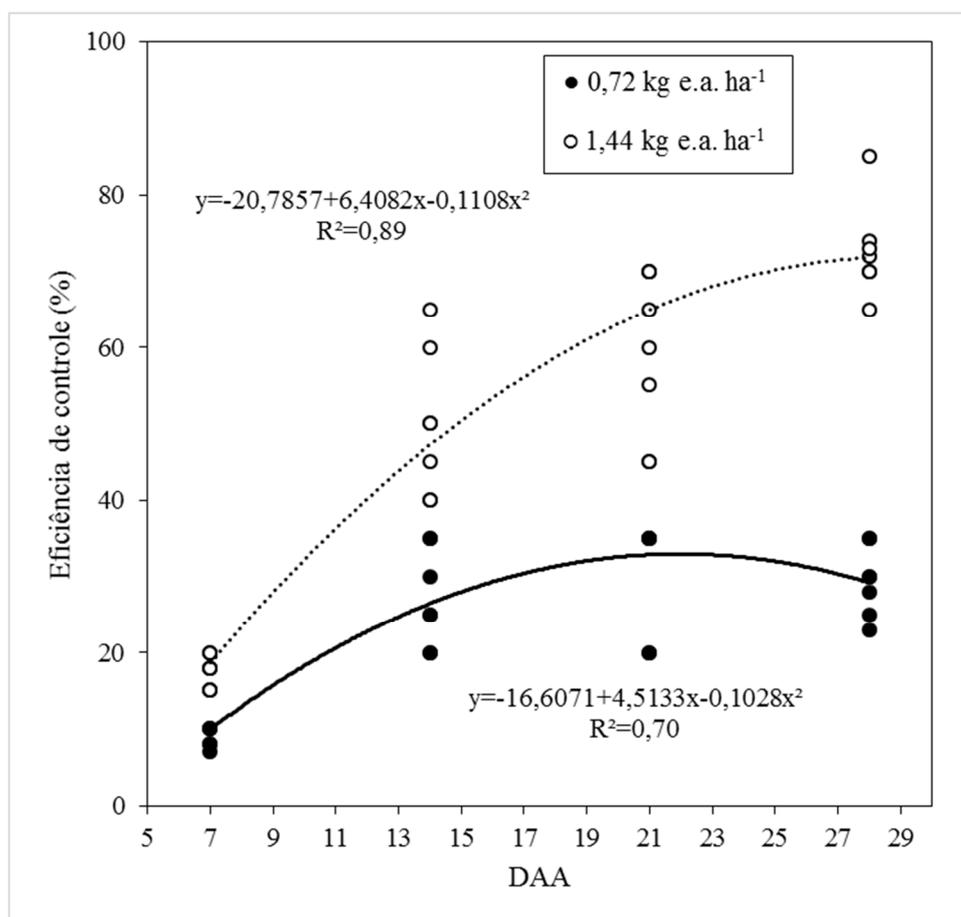
- MACHADO, L.A.Z.; ASSIS, P.G.G. de. Produção de palha e forragem por espécies anuais e perenes em sucessão à soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.45, n.4, p.415-422, 2010.
- MACHADO, L.A.Z.; VALLE, C.B. do Desempenho agrônômico de genótipos do capim-braquiária em sucessão à soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46, n.11, p.1454-1462, 2011.
- MACHADO, L.A.Z.; CECCON, G.; ADEGAS, F. S. **Integração lavoura-pecuária-floresta: 2- Identificação e implantação de forrageiras na integração lavoura-pecuária**. Embrapa Agropecuária Oeste, 2011, 56p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Documentos 111)
- MACHADO, L.A.Z. et al. Genotype tolerance of *Panicum maximum* Jacq. To the herbicide glyphosate aiming crop-livestock integration. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON INTEGRATED CROP-LIVESTOCK SYSTEMS, 2., Porto Alegre, 2012. **Anais...** Porto Alegre: USDA/INRA/UFRGS. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/75277/1/LIANA-JANK-0000000779-Machado-et-al-2012-ISICLS-1.pdf> Acesso em: 18/08/2015.
- NASCENTE, A.S.; CRUSCIOL, C.A.C. Cover crops and herbicide timing management on soybean yield under no-tillage system. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.47, n.2, p.187-192, 2012.
- NEPOMUCENO, M.P. et al. períodos de dessecação de *Urochloa ruziziensis* e seu reflexo na produtividade da soja RR. **Planta Daninha**, v.30, n.3, p.557-565, 2012.
- NUNES, A.S. et al. Épocas de manejo químico de *Brachiaria decumbens* antecedendo o plantio direto de soja. **Planta Daninha**, v.27, n.2, p.297-302, 2009.
- SEIDEL, E.P. et al. Efeito da época e sistema de semeadura da *Brachiaria brizantha* em consórcio com o milho, sobre os componentes de produção e propriedades físicas do solo. **Semina: Ciências Agrárias**, v.35, n.1, p.55-66, 2014.
- SILVA, J.F.G. et al. Chemical and physical-hydric characterisation of a red latosol after five years of management during the summer between-crop season. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.38, n.5, p.1576-1586, 2014.
- SILVA, U.R. da et al. Eficácia do glyphosate na dessecação de espécies de *Urochloa*. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v.12, n.2, p.202-209, 2013.
- TIMOSSI, P.C.; DURIGAN, J.C.; LEITE, G.J. Formação de palhada por braquiárias para adoção do sistema plantio direto. **Bragantia**, v.66, n.4, p.617-622, 2007.



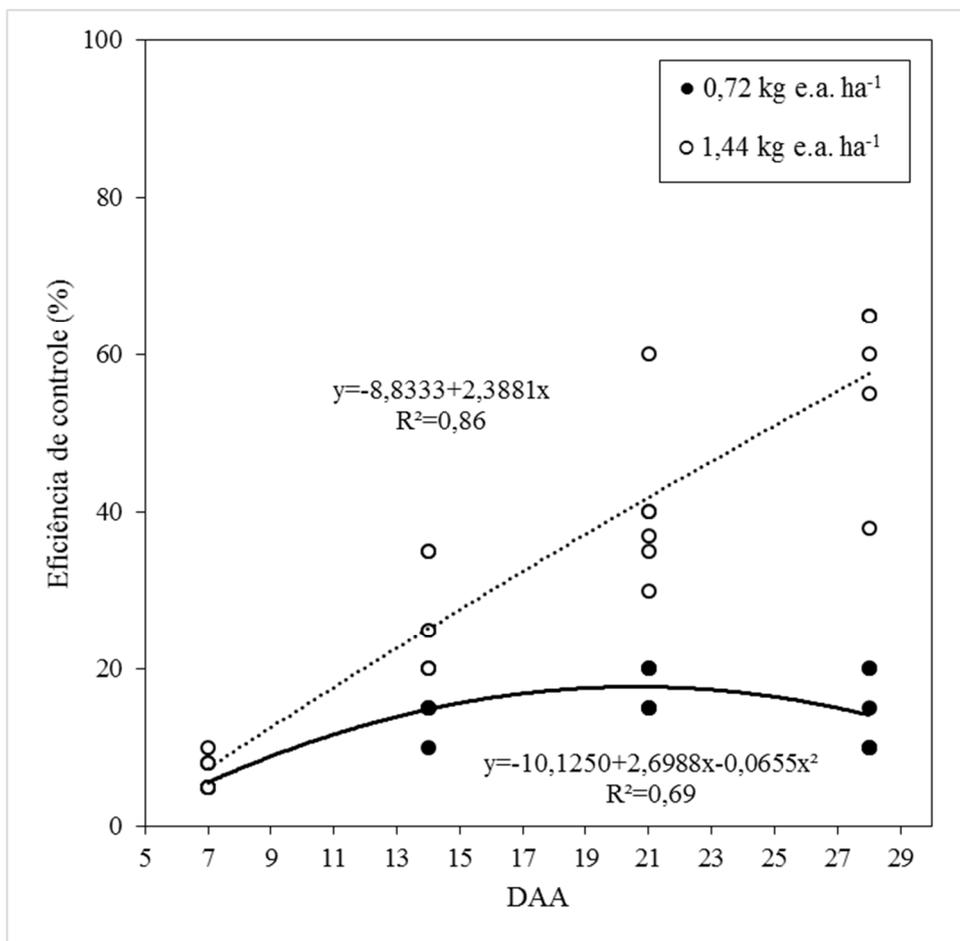
**Figura 1.** Precipitação e temperatura média diária no período de 4/07 a 28/11/2012, obtidos na Embrapa Agropecuária Oeste, em Dourados, MS.



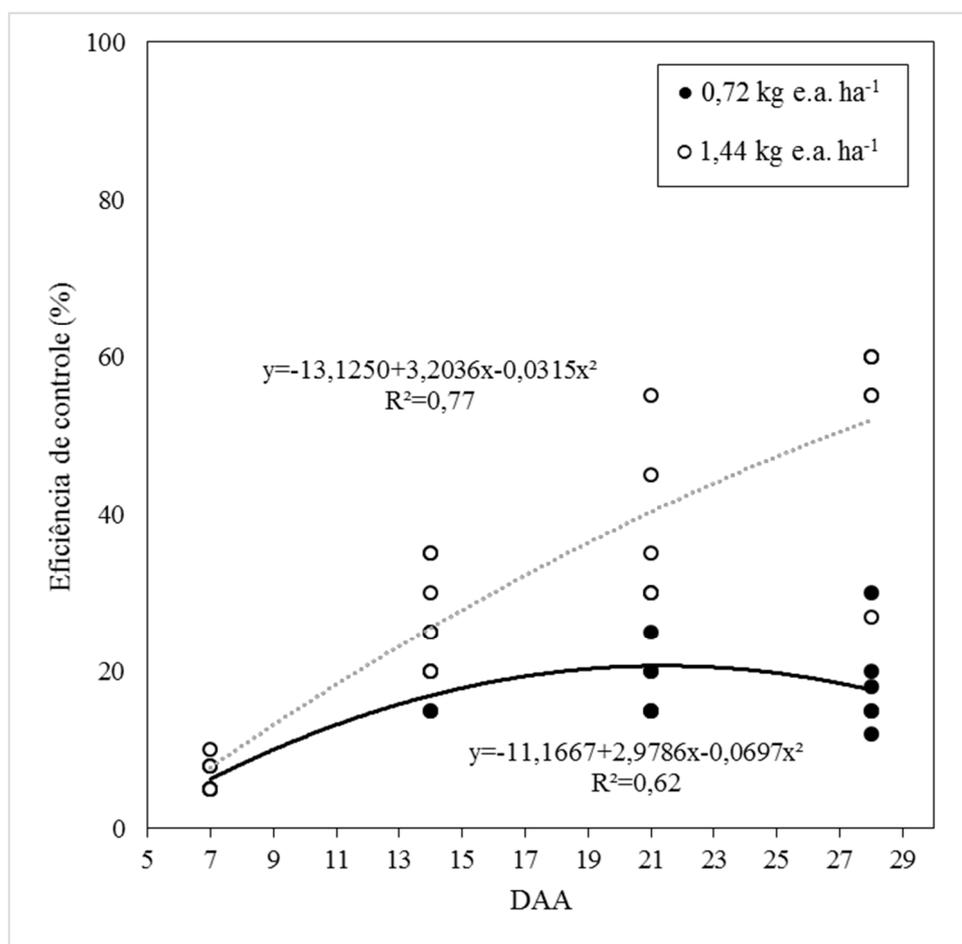
**Figura 2.** Percentagem de controle de plantas de *Urochloa ruziziensis* (R. German & Evrard) Crins em resposta a duas doses de herbicida glyphosate, aos 7, 14, 21 e 28 dias após a aplicação (DAA). Dourados, MS, 2012.



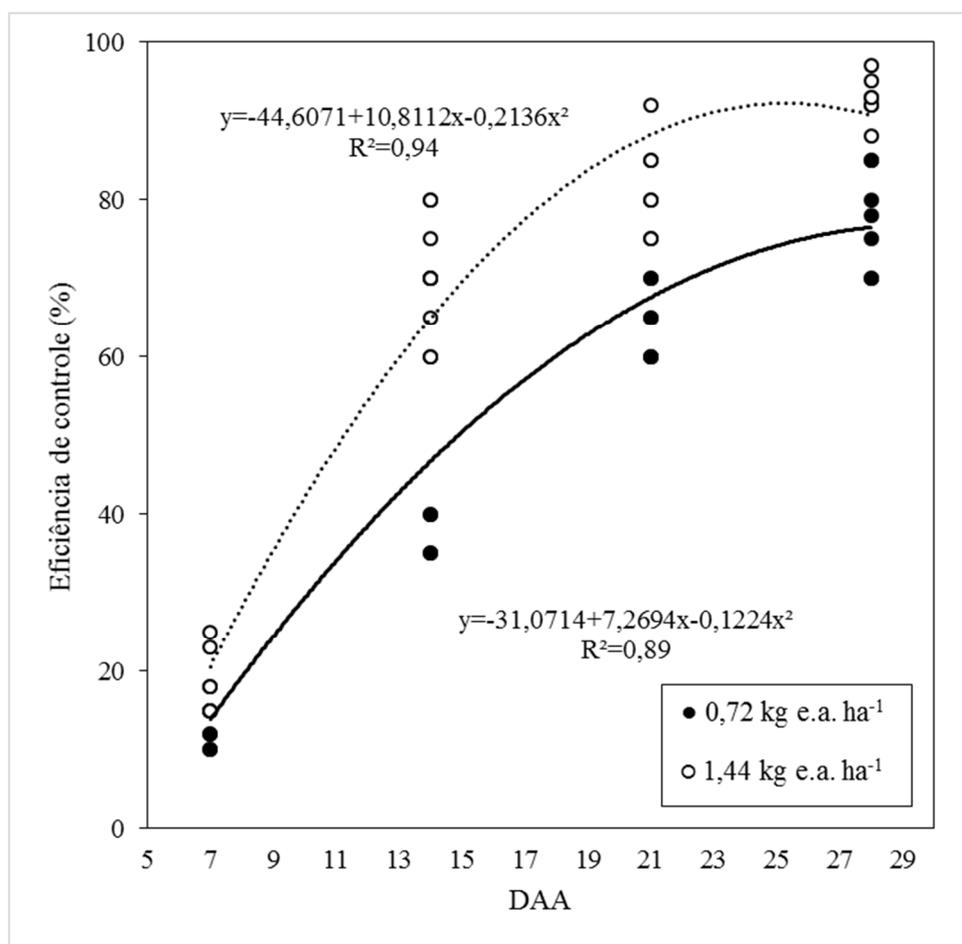
**Figura 3.** Percentagem de controle de plantas de *Urochloa decumbens* (STAPF) Webster em resposta a duas doses de herbicida glyphosate, aos 7, 14, 21 e 28 dias após a aplicação (DAA). Dourados, MS, 2012.



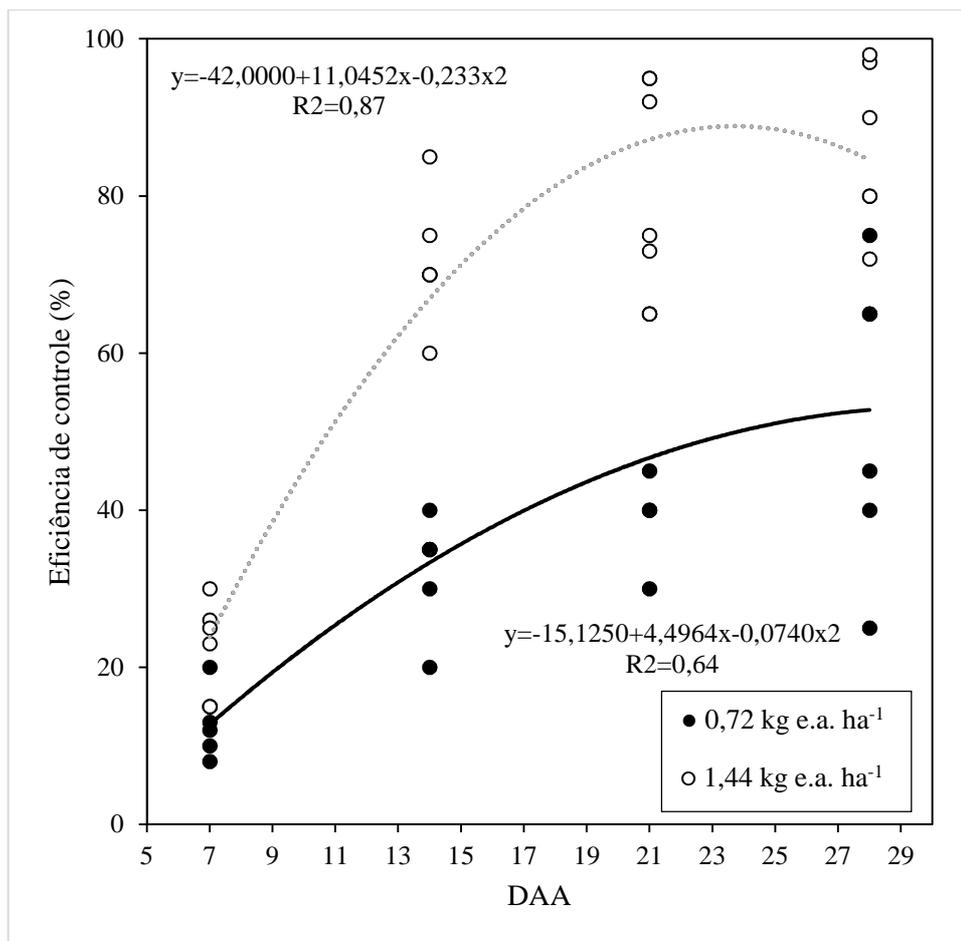
**Figura 4.** Percentagem de controle de plantas de *Urochloa brizantha* (Hochst. ex A.Rich.) R.Webster cv. Xaraés em resposta a duas doses de herbicida glyphosate, aos 7, 14, 21 e 28 dias após a aplicação (DAA), Dourados, MS, 2012.



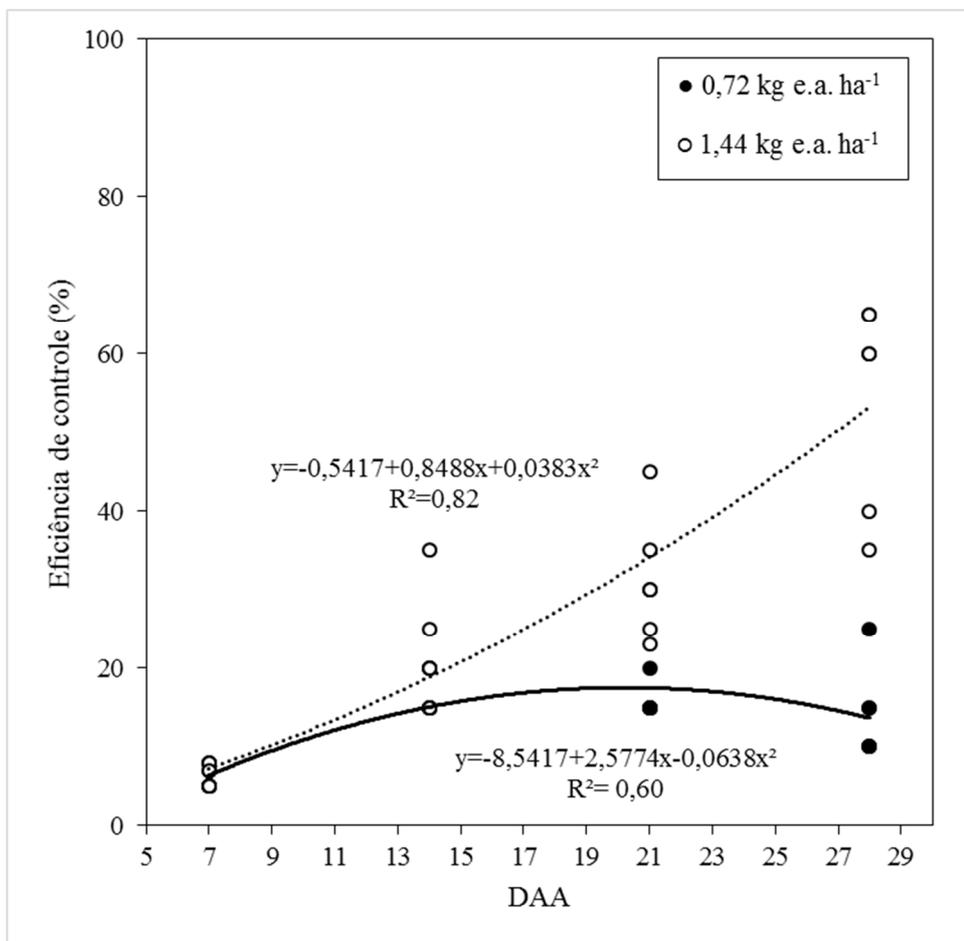
**Figura 5.** Percentagem de controle de plantas de *Urochloa brizantha* cv. BRS Piatã (Hochst. ex A.Rich.) R.Webster em resposta a duas doses de herbicida glyphosate, aos 7, 14, 21 e 28 dias após a aplicação (DAA). Dourados, MS, 2012.



**Figura 6.** Percentagem de controle de plantas de *Urochloa brizantha* (Hochst. ex A.Rich.) R.Webster cv. BRS Paiaguás em resposta a duas doses de herbicida glyphosate, aos 7, 14, 21 e 28 dias após a aplicação (DAA). Dourados, MS, 2012.



**Figura 7.** Percentagem de controle de plantas de *Megathyrus maximus* (Jacq.) Simon & Jacobs cv. Aruana em resposta a duas doses de herbicida glyphosate, aos 7, 14, 21 e 28 dias após a aplicação (DAA). Dourados, MS, 2012.



**Figura 8.** Percentagem de controle de plantas de *Megathyrus maximus* (Jacq.) Simon & Jacobs cv. BRS Tamani em resposta a duas doses de herbicida glyphosate, aos 7, 14, 21 e 28 dias após a aplicação (DAA). Dourados, MS, 2012.

**Tabela 1.** Biomassa da parte aérea, percentagem de massa seca e de controle de sete forrageiras aos 28 dias após a aplicação de 0,72 e 1,44 kg e. a. ha<sup>-1</sup> herbicida glyphosate, avaliadas em 14/11/2012.

Tratamentos	Biomassa aérea		Percentagem de massa seca		Percentagem de controle	
	0,72	1,44	0,72	1,44	0,72	1,44
	kg ha <sup>-1</sup>		..... % .....			
<i>U. ruziziensis</i>	1.277 d	1.209 d	61,1 a B	83,5 a A	76,0 a B	95,5 a A
<i>U. decumbens</i>	1.760 cd	1.691 bcd	42,9 bc B	64,5 b A	28,5 c B	73,2 b A
Xaraés	2.687 a	2.230 ab	37,9 c B	56,3 bc A	14,2 d B	58,0 c A
BRS Piatã	2.530 ab	2.692 a	41,8 bc B	52,3 c A	18,3 cd B	52,8 c A
BRS Paiaguás	2.031 abc	1.978 bc	68,1 a B	76,0 a A	77,5 a B	93,7 a A
Aruana	1.962 bc	1.534 cd	49,0 b A	65,4 b A	52,5 b B	86,2 a A
BRS Tamani	2.542 ab	2.297 ab	33,7 bc A	48,4 c A	14,2 d B	54,2 c A

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna ou de mesma letra maiúscula na linha, dentro da mesma variável, não diferem significativamente ( $p \leq 0,05$ ) pelo teste T.

## VI. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Forrageiras perenes como *Megathyrsus maximus* (Jacq.) Simon & Jacobs e *Urochloa brizantha* (Hochst. ex A.Rich.) R.Webster, principalmente as cultivares Aruana, BRS Tamani e BRS Paiaguás podem ser estabelecidas em consórcio com soja, seja pelo baixo risco de comprometerem o rendimento de grãos da cultura anual ou pela facilidade de manejo. Os resultados foram obtidos em parcelas e deverão ser validados em áreas comerciais, para tanto, é necessário adequar implementos para a semeadura da forrageira nas entrelinhas da soja. Se os resultados forem reproduzidos, poderão proporcionar ganho de tempo na formação de pastagens e aumento da produtividade animal e do índice de uso a terra.

É necessário avaliar o desempenho animal das pastagens estabelecidas em consórcio com soja para que seja possível estimar o custo/benefício, permitindo assim a comparação desta alternativa com outras práticas e culturas utilizadas em rotação nos sistemas de produção.

O consórcio de soja e forrageiras para produção de carne pode ser útil para diversificar a produção de grãos em áreas com maior potencial agrícola, além de proporcionar aumento da biodiversidade. As forrageiras contribuem para a melhoria das condições físicas do solo. Esta modalidade de cultivo poderá ser muito importante, também, nas áreas marginais ao cultivo da soja, em que esta oleaginosa é cultivada por uma safra, apenas, visando a reforma de pastagens degradadas. Para estas duas situações são necessitadas adequações, principalmente, envolvendo estudos visando identificar cultivares de soja de maior porte, com maior capacidade de competição e, para áreas marginais, plantas mais tolerantes a solos com limitações de fertilidade.

A utilização desta alternativa depende de conhecimentos a respeito do controle do crescimento das forrageiras durante o ciclo da soja, como medida de segurança para evitar que o rendimento da oleaginosa seja comprometido, caso ocorram condições favoráveis

ao desenvolvimento excessivo da gramínea. Para tanto, são necessários estudos visando identificar doses e princípios ativos de herbicidas mais adequados para cada forrageira.

O consórcio de forrageiras com soja contribui para supressão de plantas daninhas. Este aspecto pode ser interessante no momento, já que o número de plantas daninhas resistentes a herbicidas tem aumentado e é um sério problema para os agricultores.

Variações no rendimento de grãos da soja não pôde ser totalmente explicado pelo número ou massa seca de forrageiras e plantas daninhas no momento da colheita. Esta relação pode ser melhorada se a determinação destas variáveis ocorrer no estágio R6 da soja, quando ela atinge o ponto de maturação fisiológica e não há mais risco de competição. A partir deste momento, com a queda das folhas da soja, as forrageiras tem de 2 a 3 semanas de crescimento intenso, podendo dar uma falsa ideia do potencial de competição das forrageiras.

A trilha da soja pode ser prejudicada quando a massa de forragem for elevada. Embora esta variável não tenha sido avaliada e aparentemente não tenha sido observado perdas significativas, este tema pode ser melhor estudado em futuros estudos em experimentos voltados para este propósito, principalmente, em unidades experimentais maiores.

O capim BRS Paiaguás é dessecado com a mesma facilidade que *Urochloa ruziziensis* e pode ser utilizado nos sistemas integrados de produção agropecuário em substituição a esta espécie, com a vantagem de ser mais produtivo durante a estação seca.