

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

**DEFICIT HÍDRICO E COMPETIÇÃO DE *Urochloa* spp. COM SOJA
RR**

Autor: Jeovane Nascimento Silva
Orientador: Prof. Dr. Adriano Jakelaitis

Rio Verde - GO

Fevereiro - 2018

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

**DEFICIT HÍDRICO E COMPETIÇÃO DE *Urochloa* spp. COM SOJA
RR**

Autor: Jeovane Nascimento Silva
Orientador: Dr. Adriano Jakelaitis

Dissertação apresentada, como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS - AGRONOMIA, no Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias-Agronomia do Instituto Federal Goiano - Campus Rio Verde.

Rio Verde – GO
Fevereiro - 2018

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

Autor: Jeovane Nascimento Silva

Orientador: Dr. Adriano Jakelaitis

TITULAÇÃO: Mestre em Ciências Agrárias-Agronomia

APROVADA em 22 de Fevereiro de 2018.

Prof. Dr. Frederico Antônio
Loureiro Soares
Avaliador interno
IF Goiano/RV

Prof^a. Dr^a. Renata Pereira
Marques
Avaliador externo
IF Goiano/RV

Prof. Dr. Adriano Jakelaitis
Presidente da banca
IF Goiano/RV

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

Sd Silva , Jeovane Nascimento
Déficit hídrico e competição de Urochloa spp com
soja RR / Jeovane Nascimento Silva ; orientador
Adriano Jakelaitis ; co-orientador Frederico Antônio
Loureiro Soares. -- Rio Verde, 2018.
75 p.

Dissertação (Graduação em Ciências Agrárias -
Agronomia) -- Instituto Federal Goiano, Câmpus Rio
Verde, 2018.

1. Glycine max L. 2. competitividade. 3. subdose.
4. produtividade. I. Jakelaitis , Adriano, orient.
II. Antônio Loureiro Soares, Frederico , co-orient.
III. Título.

Agradecimentos

Primeiramente a Deus, pelas graças concedidas e pela força para superar todas as dificuldades encontradas durante esse período.

À minha família, meus pais Vilma Teodora e João Batista e minha irmã Jane Érica, pela convivência, pelo apoio em todos os momentos, pelo incentivo e por serem exemplos de determinação e dignidade.

Ao Prof. Dr. Adriano Jakelaitis (IFGoiano/PPGCA-AGRO), pelas oportunidades, ensinamentos, orientação, confiança, amizade e exemplo de vida, profissionalismo e muito grato por ter sido meu orientador.

Ao Prof. Dr. Frederico Antônio L. Soares (IFGoiano/PPGCA-AGRO), pelas oportunidades, ensinamentos, orientação e profissionalismo.

A todos os professores do Programa de Pós-Graduação em Agronomia (PPGCA-AGRO) do IFGoiano Campus Rio Verde-GO que contribuíram para minha formação em Ciências Agrárias-Agronomia.

A Vanilda Maria Campos, secretária do PPGCA-AGRO, pela dedicação, paciência, competência, profissionalismo e disponibilidade em nos atender e pelos valiosos conselhos.

Ao Prof. Dr. Márcio Fernandes Peixoto, pela paciência, ensinamentos durante esse período, pela amizade adquirida, exemplo de vida e pelas oportunidades concedidas.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela bolsa de estudos concedida para a execução deste trabalho.

À minha namorada Sabina Mesquita, pelo carinho, paciência e por sua capacidade de me ajudar em todos os momentos e por ser essa pessoa amável.

Aos bolsistas do Laboratório de Plantas Daninhas do IFGoiano Campus Rio Verde, Leandro Spíndola Pereira, Gustavo Dorneles de Sousa e Gustavo Silva de Oliveira, pelo auxílio e atenção em todas as atividades desenvolvidas no laboratório, principalmente aquelas relacionadas a este trabalho.

A todos os que fizeram ou fazem parte deste trabalho e que, de alguma forma, contribuíram para sua realização, em especial os colegas Einar Marques, Jéfte Figueredo, Brenno Zaggo, Fábio Bernadi, Alan Carlos, Henrique Menezes, Suzete, Vanessa Silva e Karol Marques.

À banca de avaliação da defesa de Dissertação na pessoa do Prof. Dr. Adriano Jakelaitis, Prof.^a Dr.^a Renata Pereira Marques e Prof. Dr. Frederico Antônio L. Soares.

Ao IF Goiano Campus Rio Verde, pelo financiamento da infraestrutura de pesquisa utilizada na realização do experimento.

Aos funcionários do IFGoiano Campus Rio Verde, que contribuíram de alguma forma para este trabalho, em especial aqueles que estiveram presentes no dia a dia.

E a todos os que contribuíram direta ou indiretamente para a realização deste trabalho, meus sinceros agradecimentos.

Biografia do autor

Jeovane Nascimento Silva, nascido de Palestina de Goiás, em 17 de fevereiro de 1993, filho de João Batista da Silva e Vilma Teodoro Nascimento Silva, técnico em Agropecuária pelo IFMT Campus São Vicente, graduado em Bacharelado em Agronomia pelo IFMT Campus Campo Novo do Parecis-MT. Em 2016, ingressou na pós-graduação stricto sensu, pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, no Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias - Agronomia, linha de pesquisa Tecnologias sustentáveis em sistemas de produção e uso do solo e água. Em fevereiro de 2018, defendeu sua dissertação, parte indispensável para a obtenção do diploma de Mestre em Ciências Agrárias – Agronomia.

Índice de tabelas

| | Página |
|---|--------|
| Tabela 1- Taxa fotossintética (A), condutância estomática (g_s), taxa transpiratória (E), relação C_i/C_a de plantas de soja RR cultivadas em convivência com densidades de <i>Urochloa ruziziensis</i> e de <i>Urochloa brizantha</i> cv. Marandu, tratadas ou não com glifosato, Rio Verde – GO, 2017..... | 32 |
| Tabela 2 – Altura de planta (AP), diâmetro do caule (DC), número médio de folhas (NMF), número médio de ramos laterais ($NMRL$), massa seca do total de folhas ($MSTF$), massa seca do caule (MSC), massa seca da raiz (MSR) e área foliar (AF) de plantas de soja RR cultivada em convivência com densidades de <i>Urochloaruziziensis</i> , tratadas ou não com glifosato, Rio Verde – GO, 2017..... | 34 |
| Tabela 3 – Altura de Planta (AP), diâmetro do caule (DC), número médio de folhas (NMF), número de ramos laterais ($NMRL$), massa seca do total de folhas ($MSTF$), massa seca do caule (MSC), massa seca da raiz (MSR) e área foliar (AF) de plantas de soja RR, cultivadas em convivência com densidades de <i>Urochloa brizantha</i> cv. Marandu, tratadas ou não com glifosato, Rio Verde – GO, 2017 | 36 |
| Tabela 4 - Número de perfilhos planta ⁻¹ (NPP), massa seca da parte aérea ($MSPA$), massa seca da raiz (MSR) de diferentes densidades plantas de <i>Urochloa ruziziensis</i> e <i>Urochloa brizantha</i> cv. Marandu competindo com soja RR com e sem glifosato, Rio Verde – GO, 2017..... | 38 |
| CAPÍTULO II – CONVIVÊNCIA ENTRE PLANTAS DE SOJA RR E DE <i>Urochloa</i> spp. EM FUNÇÃO DE SUBDOSE DE GLIFOSATO E DE DÉFICIT HÍDRICO | |
| 43 | |
| Tabela 1–Taxa fotossintética (A), condutância estomática (g_s), taxa transpiratória (E), relação C_i/C_a de plantas de soja RR cultivadas com e sem déficit hídrico, na ausência e presença de <i>Urochloa ruziziensis</i> (Ensaio 1) e <i>Urochloa brizantha</i> cv. Marandu (Ensaio 2), com e sem aplicação de subdose de glifosato, Rio Verde – GO, 2017..... | 52 |
| Tabela 2 – Interação entre herbicida (HE) x forrageira (FO) <i>Urochloa brizantha</i> cv. Marandu, herbicida x capacidade de campo (CC) e forrageira <i>U. brizantha</i> cv. Marandu x capacidade de campo para a variável relação C_i/C_a de plantas de soja RR, Rio Verde – GO, 2017 | 53 |

| | |
|--|----|
| Tabela 3– Altura de planta (AP), diâmetro do caule (DC), número médio de folhas (NMF), número médio de ramos laterais (NMRL), massa seca do total de folhas (MSTF), massa seca do caule (MSC), massa seca da raiz (MSR) e área foliar (AF) de plantas de soja RR cultivadas com e sem estresse hídrico, na presença e ausência de <i>Urochloa ruziziensis</i> , com e sem aplicação de aplicação de subdose de glifosato, Rio Verde – GO, 2017..... | 55 |
| Tabela 4– Altura de planta (AP), diâmetro do caule (DC), número médio de folhas (NMF), número médio de ramos laterais (NMRL), massa seca do total de folhas (MSTF), massa seca do caule (MSC), massa seca da raiz (MSR) e área foliar (AF) de plantas de soja RR cultivadas com e sem estresse hídrico, na presença e ausência de <i>Urochloa ruziziensis</i> , com e sem aplicação de aplicação de subdose de glifosato, Rio Verde – GO, 2017..... | 56 |
| Tabela 5- Altura de planta (AP), diâmetro do caule (DC), número médio de folhas (NMF), número médio de ramos laterais (NMRL), massa seca do total de folhas (MSTF), massa seca do caule (MSC), massa seca da raiz (MSR), área foliar (AF) e clorofila total (CT) de plantas de soja RR, cultivadas com e sem estresse hídrico, na presença e ausência de <i>Urochloa brizantha</i> cv. Marandu, com e sem aplicação de aplicação de subdose de glifosato, Rio Verde – GO, 2017 | 58 |
| Tabela 6 - Altura de planta (AP), diâmetro do caule (DC), número médio de folhas (NMF), número médio de ramos laterais (NMRL), massa seca do total de folhas (MSTF), massa seca do caule (MSC), massa seca da raiz (MSR), área foliar (AF) e clorofila total (CT) de plantas de soja RR cultivadas com e sem estresse hídrico, na presença e ausência de <i>Urochloa brizantha</i> cv. Marandu, com e sem aplicação de aplicação de subdose de glifosato, Rio Verde – GO, 2017 | 59 |
| Tabela 7 - Número de perfilhos planta ⁻¹ (NPP), massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca da raiz (MSR) de plantas de soja RR, cultivadas com e sem estresse hídrico, na presença e ausência de <i>Urochloa ruziziensis</i> e <i>Urochloa brizantha</i> cv. Marandu, com e sem aplicação de aplicação de subdose de glifosato, Rio Verde – GO, 2017 | 61 |

Resumo

SILVA, JEOVANE NASCIMENTO. Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde – GO, fevereiro de 2018. **Déficit hídrico e competição de *Urochloa* spp com soja RR.**Orientador: Prof. Dr. Adriano Jakelaitis, Coorientador: Prof. Dr. Frederico Antônio Loureiro Soares.

Atualmente é comum a utilização de consórcio entre milho e espécies forrageiras para a formação de pastagens. O consórcio soja com forrageiras tem sido pouco utilizado, pois a forrageira expressa alto potencial competitivo com a cultura da soja, mas o manejo com herbicidas pode evitar a interferência da forrageira na cultura. Nesta pesquisa, objetivou-se avaliar as características morfofisiológicas da cultura da soja em condições de interferência e déficit hídrico com *Urochloa* spp., manejada com glifosato. Dois ensaios foram conduzidos para avaliar os efeitos de densidade das plantas forrageiras manejadas ou não com glifosato sobre plantas de soja em arranjo fatorial 2x5. O primeiro fator foi representado pela ausência e pela aplicação de subdose de glifosato e o segundo fator, por cinco densidades de cada forrageira (0, 1, 2, 4 e 6 plantas vaso⁻¹) convivendo com a soja. A subdose de glifosato reduziu a competitividade entre as forrageiras *U. ruziziensis* e *U. brizantha* e a soja. O herbicida afeta o porte, o perfilhamento e o acúmulo de massa seca das forrageiras. Quando a supressão química não é feita, as forrageiras afetam o desempenho da soja, principalmente quando em convivência com *U. ruzizensis*, que se mostrou mais competitivo do que *U. brizantha*. O aumento da densidade de *U. ruziziensis* e *U. brizantha* aumenta o grau de interferência sobre a soja quando as forrageiras não são tratadas com glifosato. Noutra pesquisa, foram conduzidos dois ensaios em arranjo fatorial 2x2x2, sendo o primeiro fator representado pela presença e ausência da forrageira, o segundo fator, pela ausência e uso de subdose de glifosato, e o terceiro fator foi representado por 50% e 100% da capacidade de campo nos vasos. Similamente, o uso de glifosato suprimiu a capacidade competitiva das forrageiras, beneficiando a soja em convivência. Na ausência da supressão, as forrageiras afetaram as variáveis fisiológicas e morfológicas da soja. O déficit hídrico não provocou alterações no crescimento das forrageiras, afetando somente as características fisiológicas e morfológicas da soja, principalmente a massa seca das raízes. O glifosato afetou o crescimento das forrageiras.

Palavras-chave: *Glycine max* L., competitividade, subdose, produtividade.

Abstract

SILVA, JEOVANE NASCIMENTO. Instituto Federal Goiano (Goiano Federal Institute) – Rio Verde Campus, Goiás State (GO), Brazil, February 2018. **Water deficit and competition of *urochloa* spp. with RR. Soybean plants.** Advisor: Prof. Dr. Jakelaitis, Adriano. Co-Advisor: Prof. Dr. Soares, Frederico Antônio Loureiro.

It is currently common to intercrop corn with forage species for pasture formation. However, the soybean intercropped with forage has been little used, because the forage shows high competitive potential with the soybean crop; the use of herbicides can prevent the forage interference with the soybean crop. This research aims to evaluate the morphophysiological characteristics of the soybean crop under conditions of interference and water deficit with *Urochloa* spp. managed with glyphosate. Two experiments were carried out to evaluate the density effects of forage plants on soybean crop in a 2x5 factorial arrangement, managed or not with glyphosate. The first factor was represented by the absence and the application of glyphosate subdose, and the second factor, by five densities of each forage (0, 1, 2, 4, and 6-plant pot⁻¹) intercropped with soybean. Glyphosate subdose reduced competitiveness among the *U. ruziziensis* and *U. brizantha* forage species and soybean plants. The herbicide affects the size, tillering, and accumulation of forage dry mass. When chemical suppression is not done, the forage affects the soybean performance, especially when intercropped with *U. ruziziensis* that showed more competitive than *U. brizantha*. When forages are not treated with glyphosate, the increase of *U. ruziziensis* and *U. brizantha* density increases the interference degree on soybean. In another study carried out in a 2x2x2 factorial arrangement, the first factor was represented by the forage presence and absence; the second factor, by the absence and use of glyphosate subdose; and the third factor was represented by 50% and 100% of the field capacity in pots. Similarly, the use of glyphosate suppressed the forage competitive capacity, favoring the intercropped soybean. In the suppression absence, forages affected the soybean physiological and morphological variables. The water deficit did not cause changes in forage growth, affecting only the soybean physiological and morphological characteristics, mainly the root dry mass. Glyphosate affected forage growth.

Keywords: *Glycine max* (L.). Competitiveness. Subdose. Productivity.

Introdução

O Brasil se destaca como um dos maiores produtores de soja, principalmente pela grande área disponível para a semeadura. A estimativa de área plantada com soja [*Glycinemax* (L.) Merrill] no Brasil na safra 2017/18 é de 34.991,4 mil hectares e no estado de Goiás esta área compreende 3.390 mil hectares. O estado de Goiás tem sido um grande colaborador na produção de grãos do cenário nacional, principalmente de soja (CONAB, 2018). A produtividade de soja do estado de Goiás é superior à média nacional e estima-se que a produtividade da cultura da soja em 2017/2018 deve alcançar 3.180 kg ha⁻¹.

O município de Rio Verde tem importante participação na produção desse grão no Estado de Goiás, uma vez que produz soja geneticamente modificada para resistência ao glifosato (GMRG). Todavia, a produção de soja geneticamente modificada tem limitado o controle químico de plantas daninhas nessas culturas, feito quase que exclusivamente pelo herbicida glifosato, favorecendo, portanto, a ocorrência de resistência de plantas daninhas a esse herbicida. Dentro deste contexto, o emprego de culturas consorciadas com espécies forrageiras é uma alternativa de manejo por promover a diversificação e a rotação de culturas, visando à redução dos custos de produção, principalmente com adubação, preparo do solo e controle de plantas daninhas (MACHADO et al., 2017).

Ademais, para o sistema de plantio direto, a deficiência de palhada ou a pouca cobertura do solo tem contribuído para o aumento da infestação de plantas daninhas tolerantes e resistente ao glifosato. No Brasil, já foram registrados sete casos de plantas daninhas resistentes ao glifosato, levando a uma redução de até 50% da produtividade da cultura da soja em comparação com o plantio feito sobre a palhada de *Urochloa* spp. (ANDRADE et al., 2017; PICOLI JR et al., 2017; TAKANO et al., 2017).

O diferencial de tempo e espaço no acúmulo de biomassa entre as espécies permite a realização do consórcio entre culturas produtoras de grãos e forrageiras tropicais, contribuindo para formação da palhada e redução da infestação de plantas daninhas. Contudo, a competição existente entre as espécies em convivência se não manejadas adequadamente pode inviabilizar o cultivo consorciado. Tal competição pode ser amenizada pela adoção de práticas culturais, como a aplicação de subdose de glifosato, que inibirá a taxa de crescimento inicial da forrageira (SILVA et al., 2016).

Revisão de literatura

A soja é a cultura de maior representatividade no agronegócio brasileiro. O grão, farelo e o óleo geraram uma receita de aproximadamente US\$ 30 bilhões em exportações no ano de 2017 (BATTISTI et al., 2017; CONAB, 2018). Culturas como a soja ainda apresentam perdas significativas durante o seu ciclo, ocasionadas, entre outros fatores, pela interferência de plantas daninhas e pelos efeitos adversos de condições climáticas (FITA et al., 2015). No Brasil, os produtores têm queda na produção em virtude dessas duas condições adversas (HIRAKURI, 2016).

A introdução de plantas geneticamente modificadas (GM) no Brasil, resistentes aos insetos e tolerantes ao herbicida glifosato, foi um dos eventos que marcaram a agricultura. O déficit hídrico afeta o rendimento no mundo inteiro das culturas GM que ainda não se beneficiaram do melhoramento genético, representando um grande desafio para a agricultura (GRIFFITHS; PAUL, 2017). Sujeita a variações climáticas constantes, o déficit hídrico promove estresses, alterações na morfologia e na fisiologia da planta e constitui um dos principais fatores limitantes para a cultura, afetando sua produtividade. No Estado de Goiás, os períodos de estiagem podem ser estacionários, variáveis e de alta incidência errática, ocorrendo períodos curtos ou de longa duração de seca, acarretando prejuízos econômicos à cultura (CONAB, 2018).

Na ocorrência dessa eventualidade, as plantas de soja passam a apresentar dificuldade para extrair água da solução do solo e para balancear suas perdas pela transpiração, ocorrendo perda de turgor parcial, podendo até atingir o ponto de murcha permanente (TAIZ; ZEIGER, 2013). A falta de água compromete os processos fisiológicos, reduz o potencial de água na folha e a condutância estomática, promove o fechamento estomático, bloqueando o fluxo de CO₂ para as folhas, diminui a área foliar e o número de folhas, aumenta a taxa de senescência, aprofunda o sistema radicular e afeta o acúmulo de fotoassimilados (ACOSTA-MOTOS et al., 2016; DE FREITAS et al., 2017).

Plantas de soja apresentam metabolismo C₃ e com isto ocorrem restrições quanto à produtividade pela limitação de fatores de fotossíntese, condutância estomática e bioquímica da fotossíntese, incluindo todas as enzimas fotossintéticas e metabólitos do metabolismo da fotossíntese, quando comparadas com as plantas de metabolismo C₄ (FLEXAS., 2016). A eficiência fotossintética da cultura da soja pode ser aprimorada pelo melhoramento genético, com modificações da estrutura do dossel, permitindo

distribuição mais uniforme da luz entre as folhas da planta (ZHU et al., 2010) e na distribuição de raízes, com isto minimizando os efeitos da deficiência hídrica.

Na falta de água disponível para a absorção da planta, ocorre o processo de aclimação, possível graças aos ajustes no ciclo e no crescimento da planta, alterações fisiológicas, morfológicas, bioquímicas e moleculares, que podem ser consideradas estratégias de escape, de evitação e de tolerância à seca (SALEHI-LISAR; BAKHSHAESHAN-AGDAM, 2016).

No período de desenvolvimento e enchimento de grãos, a falta de água disponível para a planta reduz seu número e seu tamanho e promove o encurtamento dos estágios (KRISHMAN et al., 2014). Em caso de déficit hídrico, as primeiras alterações que ocorrem na folha da planta são o fechamento estomático. Esse processo ocorre quando as células-guarda perdem mais água para a atmosfera do que sua capacidade de absorver água das células vizinhas, a turgidez da célula vai diminuindo, provocando o fechamento estomático (TAIZ; ZEIGER, 2013). O fechamento estomático é a resposta final a uma cascata de sinalização que ocorre entre as raízes e a parte aérea da planta. Os sinalizadores presentes no solo detectam o baixo nível de água no solo e se comunicam com a parte aérea pela síntese de compostos químicos, como o ácido abscísico (ABA), que controla a abertura e o fechamento dos estômatos (MATHOBO et al., 2017).

No cenário de competição da cultura da soja com as plantas daninhas, torna-se necessário incluir os impactos das alterações climáticas, uma vez que as plantas daninhas são mais competitivas nesse ambiente. Embora seja relatada a interferência das plantas daninhas associada à cultura da soja, as mudanças climáticas são uma ameaça para a produção de grãos, seja com o aumento da temperatura, mudança do regime pluviométrico e níveis elevados de CO₂, e o conhecimento das interações destes efeitos, associados à convivência com plantas daninhas, é escasso (RAMESH et al., 2017).

A interferência das plantas daninhas na cultura da soja causa mudanças nas características morfológicas e fisiológicas que reduzem o potencial produtivo da cultura (SILVA et al., 2014), principalmente quando esta interferência é promovida por espécies de metabolismo C4. A braquiária é uma planta C4 com alta eficiência na transformação da radiação fotossinteticamente ativa em biomassa. As plantas do tipo C4 superam as do tipo C3 quanto à capacidade fotossintética. Nessas plantas, o maior nível de concentração de CO₂ na Rubisco permite uma menor taxa de fotossíntese/fotorespiração sob déficit hídrico do que a observada em plantas C3, apesar

de as forrageiras terem gastos específicos (GIMÉNEZ, 2017; TAIZ; ZEIGER, 2013). Em caso de competição de forrageiras com a soja em que ocorre redução de absorção de luz, ocorrem prejuízos na etapa fotoquímica da fotossíntese, na cadeia de transporte de elétrons e em parte da produção necessária à etapa bioquímica, e as reservas de CO₂ da planta são convertidas em açúcares (MENDES et al., 2013).

As forrageiras do gênero *Urochloa* pertencem à tribo Paniceae, família Poaceae, sendo plantas perenes ou anuais, herbáceas, eretas. Encontradas em regiões tropicais e subtropicais, principalmente do continente africano, essa família apresenta cerca de 100 espécies, com boa adaptação às condições climáticas no Brasil (ARROYAVE et al., 2013; FLORINDO et al., 2014). A cultivar Marandu, conhecida como brizantão, braquiarião ou capim-marandu, é planta com estabelecimento rápido e boa produtividade (VERZIGNASSI et al., 2012). A forma de crescimento da forrageira é definida pela orientação da planta em relação à superfície do solo, que pode ser ereta ou prostrada. Nesse aspecto, a orientação do crescimento da forrageira é uma característica importante para garantir maior interceptação de luz e fotossíntese (MEDICA et al., 2017).

Urochloa spp. produz grandes quantidades de biomassa, que podem ser utilizadas como palhada para sistemas de plantio direto ou como pastagem para pastoreio de animais após a colheita da cultura principal, além da possibilidade de aumentar a produtividade da área com as duas culturas (BORGHI et al., 2013). A taxa de crescimento das forrageiras do gênero *Urochloa* é crescente até aos 42 dias após sua emergência (DAE), sendo de 0,168 g/m²/dia para *U. brizantha* cv Marandu e de 0,170 g/m²/dia *U. brizantha* cv. Piatã na mesma idade (COSTA et al., 2012). Em condições de Cerrado brasileiro, o máximo índice de área foliar da maioria das forrageiras do gênero *Urochloa* é alcançado por volta dos 100 DAE. *U. brizantha* cv. Marandu atinge a máxima matéria seca total acima do solo aos 151 DAE e a maior taxa de crescimento aos 70 DAE (PORTES et al., 2017).

Plantas de *U. brizantha* também apresentam plasticidade fenotípica quanto às condições de estresse hídrico. Duas cultivares de *U. Brizantha* (Marandu e BRS Piatã) foram submetidas a déficit hídrico e houve diminuição da parte aérea e da área foliar, mas houve incrementos na porcentagem de raízes nas camadas abaixo de 40 cm. Isso mostra que essas duas cultivares apresentam mecanismos de adaptação ao estresse hídrico, como osmorregulação e aprofundamento do sistema radicular (SANTOS et al.,

2013). A cultivar Marandu aumenta a senescência da folha e, conseqüentemente, diminui sua área foliar como resposta ao déficit hídrico (SANTOS et al., 2013).

Competindo com a soja, plantas de *U. brizantha* são mais agressivas que outras espécies de plantas daninhas como a *Bidens pilosa*, pois afetam de forma significativa a taxa fotossintética, a condutância estomática e reduzem drasticamente a eficiência do uso da água e a temperatura da folha da cultura (FERREIRA et al., 2015). O aumento da densidade de *U. brizantha* promoveu incrementos na temperatura da folha da soja, e menor densidade de *U. brizantha* promoveu efeito mais agressivo quanto ao acúmulo de biomassa na soja, que a promovida pela espécie *B. pilosa* (FERREIRA et al., 2015). De acordo com Erasmo et al. (2017) e Horneburg et al. (2017), a cultura da soja é linearmente afetada pelo período de interferência com *U. brizantha* e quanto maior a densidade da forrageira e mais próxima a época de semeadura da cultura da soja, conseqüentemente, maior será a redução da produtividade da cultura.

Em sistema de sobressemeadura no estágio R5.3 sob diferentes espaçamentos nas entrelinhas (0,40; 0,45; 0,50; 0,55 e 0,60 m) e dois cultivares (P99R01 e M-Soy 9144 RR), Silva et al. (2013) verificaram que, independentemente do espaçamento e da cultivar, a *U. ruziziensis* não influenciou no peso de mil grãos, em contrapartida, observaram que, abaixo de 0,50 m entrelinhas, ambas as cultivares proporcionaram os maiores valores de índice de fechamento de linhas e maior interceptação da radiação fotossinteticamente ativa (RFA) (SILVA et al., 2013).

Em relação à produtividade da cultivar de soja M-8766 em consórcio com a *U. ruziziensis*, em diferentes densidades (0, 5, 10 kg de sementes ha⁻¹) e épocas de semeadura (12 e 24 DAE da soja), foi observado que, na densidade de 10 kg de sementes ha⁻¹, ela tem a produtividade reduzida em cerca de 13,42 e em 16,23% (SARAIVA et al., 2013).

No contexto de convivência de plantas daninhas com soja, diferentes abordagens poderiam ser utilizadas para aumentar a competitividade das culturas, como ajustes de espaçamento, taxa de semeadura, uso de genótipos com alta competitividade em relação a plantas daninhas e emprego de métodos químicos (DATTA et al., 2017). O manejo de plantas daninhas na cultura da soja resistente à molécula de glifosato pode alterar a competição com a cultura.

A utilização de herbicidas aplicados em pré-emergência (sulfentrazone, flumioxazin, imazethapyr, diclosulam, chlorimurone s-metolachlor) em cultivares de soja RR, complementados pela aplicação de glifosato sobre as plantas daninhas

Amaranthus viridis, *Urochloa plantaginea*, *Bidens pilosa*, *Commelina benghalensis*, *Eleusine indica*, *Euphorbia heterophylla* e *Raphanus raphanistrum*, apresentou controle regular e insatisfatório para *U. plantaginea*, com exceção do imazethapyr (LOPES OVEJERO et al., 2013). Quando utilizado na dose comercial em *U. ruziziensis*, com 15 dias após a aplicação, observou-se que a fluorescência de clorofila da espécie foi afetada pelo herbicida, em comparação com o controle (SILVEIRA et al., 2017).

O uso de subdose de herbicidas em pós-emergência facilita a supressão da planta daninha e diminui a competição com a cultura principal. *Urochloa ruziziensis* tem maior suscetibilidade em relação a determinadas moléculas de herbicidas. Glifosato, fluazifop-p-butilo+fomesafen, fluazifop-p-butilo, mesotriona, nicosulfuron têm efeito superior ao lactofen, fomesafen e clomazona (ANÉSIO et al., 2017).

O emprego de cinco doses (0,0, 62,5, 125,0, 187,5 e 250,0 g ha⁻¹) da molécula de fluazifop-p-butil no controle de *U. brizantha*, cultivar Marandu, na formação de pastagem Tifton 85 não foi eficiente. Doses a partir de 218,75 g ha⁻¹ controlaram acima de 50% plantas de *U. brizantha* (SANTOS et al., 2012). O uso de subdose para reduzir a competitividade da forrageira é uma alternativa interessante pelo fato de o herbicida ter o efeito generalizado, ocasionando mortalidade de perfilhos (CONCENCO et al., 2014).

Por outro lado, vários estudos de competição entre forrageiras e soja não mostraram relatos de alterações no rendimento da oleaginosa, quando consorciada com gramíneas (MACHADO et al., 2017; CRUSCIOL et al., 2014; FRANCHINI et al., 2015). A cultivar Sambaíba em consórcio com *U. ruziziensis*, no sistema de integração Lavoura-Pecuária-Floresta e Santa Fé, semeada durante a adubação de cobertura da leguminosa, não interferiu na altura de planta e inserção da primeira vagem e na produtividade de grãos por área e grãos por indivíduo, quando se comparou com a testemunha (SILVA et al., 2017).

Em duas safras consecutivas (2011 e 2012), no sul do estado do Mato Grosso do Sul, a cultivar BMX Potência foi intercalada com *Megathyrsus maximus*, cultivares Aruana e BRS Tamani (PM45), com *Urochloa brizantha*, cultivares Xaraés, BRS Piatã e BRS Paiaguás e *U. decumbens* e *U. ruziziensis*, semeadas 21 e 14 dias após o surgimento da cultura, na densidade de 25 e 15 plantas m⁻², não tendo sido verificadas diferenças significativas no rendimento de grãos (MACHADO et al., 2017).

Já Saraiva et al. (2014) avaliaram a influência de densidades (0, 3, 6, 9 e 12 kg ha⁻¹) e épocas de semeadura (20 e 30 DAE) de *U. brizantha* cv. BRS Piatã na

produtividade da soja M-8527 RR semeada em consórcio e verificaram que, independentemente, da época de semeadura, a partir de 3 kg de semente ha⁻¹ da forrageira, a produtividade da cultivar é comprometida.

Em outro estudo, a soja RR M-8766 foi avaliada em consórcio com a *U. brizantha* com o objetivo de avaliar o crescimento e a produção da forrageira semeada sob quatro densidades (0, 3, 6, 9, 12 kg ha⁻¹) e duas épocas de semeadura (20 e 30 DAE), tendo sido verificado que a presença da soja reduziu em média 50% na altura e no número de perfilhos da braquiária e quanto maior a densidade, menor foi o número de perfilhos (MATA et al., 2014).

Estudos conduzidos por Castagnara et al. (2014), com cultivo consorciado da *U. brizantha* cv. Marandu com a soja precoce NK7059 RR, no estado do Paraná, na condição de semeadura de forrageira antecipada (sete dias antes da semeadura da soja), conjunta (mesmo dia da semeadura da soja), e defasada (nos estádios V₃ e R₁ da soja), mostraram que a maior produtividade da forrageira de massa seca e a maior redução da produtividade da soja ocorreram somente com a semeadura antecipada da braquiária.

Objetivo

Avaliar as características morfofisiológicas e os índices produtivos da cultura da soja sob interferência e déficit hídrico com *Urochloa brizantha* e *U. ruziziensis* manejada com glifosato.

Referências Bibliográficas

ACOSTA-MOTOS, J. R.; ORTUÑO, M. F.; ÁLVAREZ, S.; LÓPEZ-CLIMENT, M. F.; GÓMEZ-CADENAS, A.; SÁNCHEZ-BLANCO, M. J. Changes in growth, physiological parameters and the hormonal status of *Myrtus communis* L. plants irrigated with different chemical compositions. **Journal of Plant Physiology**, v.191, p.12-21, 2016.

ANDRADE, C. A. O. DE.; BORGHI, E.; BORTOLON, L.; BORTOLON, E. S. O.; CAMARGO, F. P. DE.; AVANZI, J. C.; SIMON, J.; SILVA, R. R. DA.; FIDELIS, R. R. Straw production and agronomic performance of soybean intercropped with forage species in no-tillage system. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.52, n.10, p.861-868, 2017.

ANÉSIO, A. H. C.; SANTOS, M. V.; SILVEIRA, R. R.; FERREIRA, E. A.; BRAZ, T. G. S.; SANTOS, L. D. T.; SANTOS, J. B. Herbicide selectivity to signal Grass and congo grass. **Planta Daninha**, v.35, e017157521, 2017.

ARROYAVE, C.; TOLRÁ, R.; THUY, T.; BARCELÓ, J.; POSCHENRIEDER, C. Differential aluminum resistance in *Brachiaria species*. **Environmental and Experimental Botany**, v.89, p.11-18, 2013.

BATTISTI, R.; BASSO, C. J.; SENTELHAS, P. C.; BOOTE, K. J.; CÂMARA, G. M. DE S.; FARIAS, J. R. B. Assessment of soybean yield with altered water-related genetic improvement traits under climate change in Southern Brazil. **European Journal of Agronomy**, v.83, p.1-14, 2017.

BORGHI, É.; CRUSCIOL, C. A. C.; NASCENTE, A. S.; MATEUS, G. P.; MARTINS, P. O.; COSTA, C. Effects of row spacing and intercrop on maize grain yield and forage production of palisade Grass. **Crop and Pasture Science**, v.63, p.1106-1113, 2013.

CASTAGNARA, D. D.; BULEGON, L. G.; ZOZ, T.; ROSSOL, C. D.; BERTE, L. N.; OLIVEIRA, P. S. R. DE.; NERES, M. A. Cultivo consorciado de soja com braquiária. **Bioscience Journal**, v.30, n.1, p.168-177, 2014.

CONAB. **Acompanhamento da Safra Brasileira: 4º levantamento de grãos**. Safra 2017/2018. Brasília: Conab, 2018. v.5, n.4, 126p.

CONCENCO, G.; MACHADO, L. A. Z.; GALON, L.; CORRERIA, 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. **Revista Agrarian**, n.24, p.176-188, 2014.

COSTA, J. P. R.; BRITO, L. DE F.; VIEIRA, L. D. DO C.; MEISTER, N. C.; MACEDO, C. H. O.; ALVES, P. L. DA C. A.; RUGGIERI, A. C. Análise de crescimento de dois cultivares de *Brachiaria brizantha*(A. Rich.) Stapt. (Poaceae). **RevistaBiotemas**, v.25, n.1, p.17-22, 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.

DATTA, A.; ULLAH, H.; TURSUN, N.; PORNPROM, T.; KMEZEVIC, S. Z.; CHAUHAN, B. S. Managing weeds using crop competition in soybean [*Glycine max* (L.) Merr.]. **CropProtection**, v.95, p.60-68, 2017.

DE FREITAS, R. M. O.; DOMBROSKI, J. L. J.; DE FREITAS, F. C. L.; NOGUEIRA, N. W.; PINTO, J. R. DE SOUZA. Physiological responses of cowpea under stress and rewatering in no-tillage and conventional tillages systems. **RevistaCaatinga**, v.30, n.3, p.559-567, 2017.

ERASMO, E. A. L.; GONÇALVES, R. C.; MATA, J. F. DA.; OLIVEIRA, V. A.; BENÍCIO, L. P. F. Growth of *Brachiaria brizantha* planted at different densities and seasons in Santa Fé with a culture of soybean. **Emirates Journal of Food and Agriculture**, v.29, n.9, 2017.

FERREIRA, E. A.; MATOS, C. DA C. DE. BARBOSA, E. A.; MELO, C. A. D.; SILVA, D. V.; SANTOS, J. B. Aspectos fisiológicos de soja transgênica submetida à competição com plantas daninhas. **Revista de Ciências Agrárias/Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences**, v.58, n.2, p.115-121, 2015.

FITA, A.; RODRIGUEZ-BURRUEZO, A.; BOSCAIU, M.; PROHENS, J.; VICENTE, O. Breeding and domesticating crops adapted to drought and salinity: A new paradigm for increasing food production. **Frontiers in Plant Science**, v.6, n.978, p.1-14, 2015.

FLEXAS, J. Genetic improvement of leaf photosynthesis and intrinsic water use efficiency in C3 plants: Why so much little success?. **Plant Science**, v.251, p.155-161, 2016.

FLORINDO, J. B.; SILVA, N. R. DA.; ROMUALDO, L. M.; SILVA, F. DE F. DA.; LUZ, P. H. DE C.; HERLING, V. R.; BRUNO, O. M. *Brachiaria* species identification using imaging techniques based on fractal descriptors. **Computers and Electronics in Agriculture**, v.103, p.48-54, 2014.

FRANCHINI, J. C.; BALBINOT JR, A. A.; DEBIASI, H.; CONTE, O. Desempenho da soja em consequência de manejo de pastagem, época de dessecação e adubação nitrogenada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.50, n.12, p.1131-1138, 2015.

GIMÉNEZ, L. Respuesta Del maíz y la soja a diferentes disponibilidades hídrica em distintas etapas de desarrollo. **Agrociencia Uruguay**, v.21, n.2, 2017.

GRIFFITHS, C. A.; PAUL, M. J. Targeting carbon for crop yield and drought resilience. **Journal of the Science of food and agriculture**, v.97, n.14, p.4663-4671, 2017.

HIRAKURI, M. H. Impactos econômicos de estresses na produção de soja da safra 2015/16. **Circular Técnica 125-Embrapa**, 2016. 7p.

HORNEBURG, B.; SEIFFERT, S.; SCHMIDT, J.; MESSMER, M. M.; WILBOIS, KLAUS-PETER. Weed tolerance in soybean: a direct selection system. **Plant breeding**, v.136, p.372-378, 2017.

KRISHNAN, P.; SINGH, R.; VERMA, A. P. S.; JOSHI, D. K.; SINGH, S. Changes in seed water status as characterized by NMR in developing soybean seed grown under moisture stress conditions. **Biochemical and biophysical research communications**, v.444, n. 4, p.485-490, 2014.

LOPES OVEJERO, R. F.; SOARES, D. J.; OLIVEIRA, W. S.; FONSECA, L. B.; BERGER, G. U.; SOTERES, J. K.; CHRISTOFFOLETI, P. J. Residual herbicides in weed management for glyphosate-resistant soybean in Brazil. **Planta Daninha**, v.31, n.4, p.947-959, 2013.

MACHADO, L. A. Z.; CECATO, U.; COMUNELLO, E.; CONCENÇO, G.; CECCON, G. Estabelecimento de forrageiras perenes em consórcio com soja, para sistemas integrados de produção agropecuária. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, n.7, p.521-529, 2017.

MATA, J. F. DA.; DOTTO, M. C.; ERASMO, E. A. L.; SIEBENEICHLER, S. C.; SANTOS, G. R.; BIANCO, S. Crescimento de *Brachiaria brizantha* cv. BRS Piatã consorciada com a cultura da soja sob diferentes densidades e épocas de semeadura. **RevistaAgro@mbiente**, v.8, n.3, p.377-386, 2014.

MATHOBO, R.; MARAIS, D.; STEYN, J. M. The effect of drought stress on yield; leaf gaseous exchange and chlorophyll fluorescence of dry beans (*Phaseolus vulgaris* L.). **AgriculturalWater Management**, n.80, p.118-125, 2017.

MEDICA, J. A. DE SÁ.; SANTOS, M. E. R.; REIS, N. S.; DA SILVA, N. A. M.; NETO, J. G. F. Índice de horizontalidade e remoção de tecidos do capim-marandu. **Ciência Animal Brasileira**, v.18, e-43267, p.1-15, 2017.

MENDES, M. M. DE S.; DE LACERDA, C. F.; CAVALCANTE, A. C. R.; FERNANDES, F. É. P.; DE OLIVEIRA, T. S. Desenvolvimento do milho sob influência de árvores de pau-branco em sistema agrossilvipastoril. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.48, n.10, p.1342-1350, 2013.

PICOLI JR., G. J.; CARBONARI, C. A.; MATOS, A. K. A.; RODRIGUES, L. F. O. S.; VELINI, E. D. Influence of glifosato on susceptible and resistant ryegrass populations to herbicide. **Planta daninha**, v.35, e0171633991, 2017.

PORTES, T. DE A.; FERREIRA, A. DE M.; PEIXOTO, M. DE M.; DE MELO, H. C. Growth and senescence of *Urochloa brizantha* under Brazilian Cerrado conditions. **African Journal of Agricultural Research**, v.12, n.34, p.2625-2632, 2017.

RAMESH, K.; MATLOOB, A.; ASLAM, F.; FLORENTINE, S. K.; CHAUHAN, B. S. Weeds in changing and implications for future weed management. **Frontiers in Plant Science**, v.8, n.95, p.1-12, 2017.

SALEHI-LISAR, S. Y.; BAKHSHAYESHAN-AGDAM, H. Drought stress in plants: causes, consequences, and tolerance. **Drought stress tolerance in plants**, v.1, p.1-16, 2016.

SANTOS, M. V.; FERREIRA, F. A.; DE FREITAS, F. C. L.; DA FONSECA, D. M.; DE CARVALHO, A. J.; BRAZ, T. G. DOS S. *Brachiaria brizantha* control by using fluazifop-p-butyl on Tifton 85 pasture formation. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, n.2, p.281-285, 2012.

SANTOS, P. M.; CRUZ, P. G.; ARAUJO, L. C.; PEZZOPANE, J. R. M.; VALLE, C. B.; PEZZOPANE, C. G. Response mechanisms of *Brachiaria brizantha* cultivars to water déficit stress. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.42, n.11, p.767-773, 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, n.3, 2014.

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, n.3, p.569-576, 2013.

SILVA, A. R.; SALES, A.; VELOSO, C. A. C.; MIRANDA, B. M. Desempenho da soja em diferentes sistemas de manejo de um latossolo amarelo. **Tecnologia e Ciência Agropecuária**, v.11, n.4, p.43-48, 2017.

SILVA, D. V.; FREITAS, M. A. M.; SOUZA, M. F.; QUEIROZ, G. P.; MELO, C. A. D.; SILVA, A. A.; FERREIRA, L. R.; REIS, M. R. Glyphosate herbicide use in *Urochloa brizantha* management in intercropping with herbicide-resistant maize. **Planta daninha**, v.34, n.1, p.133-141, 2016.

SILVA, W. B.; PETTER, F. A.; LIMA, L. B. DE.; ANDRADE, F. R. Desempenho inicial de *Urochloa ruziziensis* e desempenho agronômico da soja em diferentes arranjos espaciais no cerrado Mato-Grossense. **Revista Bragantia**, v.72, n.2, p.146-153, 2013.

SILVEIRA, R. R.; SANTOS, M. V.; FERREIRA, E. A.; SANTOS, J. B.; SILVA, L. D. Chlorophyll fluorescence in *Brachiaria decumbens* and *Brachiaria ruziziensis* submitted to herbicides. **Planta daninha**, v.35, e017165099, 2017.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5ª edição. Porto Alegre: Artmed, 2013.

TAKANO, H. K.; OLIVEIRA JR, R. S.; CONSTANTINI, J.; BRAZ, G. B. P.; GHENO, E. A. Goose Grass resistant to glyphosate in Brazil. **Planta daninha**, v.35, e017163071, 2017.

VERZIGNASSI, J. R.; POLTRONIERI, L. S.; BENCHIMOL, R. L.; FRANÇA, S. K. S. DE.; CARVALHO, E. DE. A.; FERNANDES, C. D. *Pyricularia grisea*: novo patógeno em *Brachiaria brizantha* cv. Marandu no Pará. **Summa Phytopathologica**, v.38, n.3, 2012.

ZHU, X-G.; LONG, S. P.; ORT, D. R. Improving photosynthetic efficiency for greater yield. **Annual Review of PlantBiology**, v.61, p.235-261, 2010.

CAPÍTULO I – INFLUÊNCIA DA DENSIDADE DE PLANTAS DE FORRAGEIRA MANEJADA OU NÃO COM GLIFOSATO NO CULTIVO COM SOJA RR.

Resumo: O consórcio entre a cultura da soja e *Urochloa* spp. é uma alternativa para o aproveitamento de área, formação de palhada e renovação de pastagens. Em consórcio, o uso de subdose de herbicida para supressão da forrageira facilita o manejo e reduz a competitividade das espécies forrageiras com a soja. Objetivou-se avaliar a competitividade de diferentes densidades de *Urochloa* spp. manejada com subdose de glifosato com plantas de soja RR. Foram avaliados dois ensaios com as forrageiras *U. brizantha* e *U. ruziziensis*, competindo com plantas de soja em delineamento em blocos casualizados, com quatro repetições. Em ambos os ensaios, foi usado o arranjo fatorial 2x5, sendo o primeiro fator representado pela ausência e pela aplicação de subdose de glifosato e o segundo fator, por cinco densidades de cada forrageira (0, 1, 2, 4 e 6 plantas vaso⁻¹) convivendo com a soja. Glifosato na dose de 120 g e.aha⁻¹ reduziu a competitividade entre as forrageiras e a soja. O herbicida afeta o porte, o perfilhamento e o acúmulo de massa seca das forrageiras. Quando não foi aplicado o glifosato, as forrageiras afetaram o desempenho da soja, principalmente quando em convivência com *U. ruziziensis*. O aumento da densidade de *U. ruziziensis* e *U. brizantha* aumenta o grau de interferência sobre a soja quando as forrageiras não são tratadas com glifosato.

Palavras-chave: *Glycine max*(L.), planta daninha, herbicida, convivência.

Abstract: Soybean intercropped with *Urochloa* spp. is an alternative for area exploitation, straw formation, and pasture renewal. In intercropping system, the use of herbicide subdose to suppress forage favors the management and reduces the competitiveness of forage species with soybean. This study aimed to evaluate the competitiveness of different densities of *Urochloa* spp. with glyphosate subdose with RR. soybean plants. Two experiments were carried out with *U. brizantha* and *U. ruziziensis* forages intercropped with soybean plants in a randomized block design with four replicates. In both experiments, the 2x5 factorial arrangement was used, and the first factor was represented by absence and application of glyphosate subdose, and the second factor, by five densities of each forage (0, 1, 2, 4, and 6-plant pot⁻¹) intercropped with soybean. Glyphosate at a dose of 120 g e.aha⁻¹ reduced the competitiveness among forages and soybean. The herbicide affects the size, profile, and accumulation of forage dry mass. When no glyphosate was applied, forages affected soybean performance, especially when intercropped with *U. ruziziensis*. When forages are not treated with glyphosate, the increase of *U. ruziziensis* and *U. brizantha* density increases the interference degree on soybean.

Keywords: *Glycine max* (L.). Weed. Herbicide. Intercropping System.

Introdução

O Brasil é um dos maiores produtores mundiais de soja, em decorrência da grande área disponível para a semeadura. No país, a área cultivada com soja nessa safra 2017/18 foi, de aproximadamente, 34.991,4 milhões de hectares, com produtividade média de 3.156,00 kg ha⁻¹. É a principal cultura agrícola produzida no país em termos de quantidade e área semeada (CONAB, 2018).

O desenvolvimento da cultura da soja pode ser comprometido por vários fatores, destacando-se a competição com as plantas daninhas. As plantas daninhas competem com a cultura pelos recursos disponíveis no ambiente, ocasionando perdas na produtividade (LAMEGO et al., 2013; MATA et al., 2014).

O consórcio de soja e braquiárias tem sido um dos desafios, assim a forrageira se torna a principal planta concorrente competindo com a leguminosa (MACHADO et al., 2017). A interferência é muito variável e a forrageira suprimida com subdose de alguns herbicidas pode contribuir para a redução de perdas de produtividade (DAN et al., 2011; TIRONI et al., 2012).

O uso de subdose de herbicidas em forrageiras do gênero *Urochloa* tem viabilizado o consórcio entre a cultura da soja e da forrageira. O glifosato é uma das principais moléculas utilizadas no manejo de plantas daninhas na soja Roundup Ready (RR), pelo fato de apresentar baixo custo de aquisição e alta eficiência no controle de diversas plantas daninhas (GUSMÃO et al., 2011).

A redução do crescimento da forrageira pode estar relacionada com o sítio de ação em que atua o glifosato, pois ele interfere na rota do ácido chiquímico, que modifica de forma significativa o transporte de carbono para essa rota, que deveria ser direcionado para o crescimento da planta (NASCENTES et al., 2015). Diante disso, são necessários estudos que verifiquem a competição de espécies de forrageiras em relação à cultura da soja RR para desenvolver estratégias de manejo e garantir proporções que confirmem maior habilidade competitiva à cultura (AGOSTINETTO et al., 2013).

Com isso, objetivou-se avaliar a habilidade competitiva entre as plantas de soja geneticamente modificadas para tolerância ao herbicida glifosato convivendo em cinco densidades de *Urochloa ruziziensis* e *Urochloa brizantha* cv. Marandu, tratadas ou não com glifosato.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido em casa de vegetação do Instituto Federal Goiano Campus Rio Verde-GO, no período de 24 de setembro a 28 de novembro de 2017. As unidades experimentais consistiram de vasos plásticos com 6 dm^{-3} , perfurados, contendo Latossolo Vermelho Distroférrico, de textura média, na proporção 2:1 de solo e areia (EMBRAPA, 2013), e adubados conforme análise química. A adubação constou da aplicação de calcário dolomítico PRNT de 92,5% (360 mg dm^{-3}), termofosfato (228 mg dm^{-3}) e cloreto de potássio ($66,6 \text{ mg dm}^{-3}$).

Foram conduzidos dois ensaios sobre a convivência das forrageiras com a soja: primeiro ensaio, convivência com *U. ruziziensis*, e segundo ensaio, convivência com *U. brizantha*. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com quatro repetições. Os tratamentos foram arrançados em esquema fatorial 2×5 , sendo o primeiro fator representado pela ausência e pela aplicação da subdose de glifosato sobre a forrageira e o segundo fator, pelas diferentes densidades da planta forrageira (0, 1, 2, 4, 6 plantas vaso⁻¹). No dia 24 de setembro de 2017, a cultivar de soja Guaiá 7487 RR (7.5) foi tratada e inoculada com 62,5 g de clorantraniliprole para 100 kg^{-1} de sementes e 80 g de *Bradyrhizobium japonicum* para 50 kg^{-1} de sementes.

Em cada unidade experimental, foram semeadas quatro sementes de soja e o dobro para a densidade da planta forrageira. Nove dias após a emergência (DAE) das plantas, foi feito o desbaste, deixando-se duas plantas de soja no centro do vaso e o número variável de densidades de plantas forrageiras, conforme tratamento (0, 1, 2, 4 e 6 plantas vaso⁻¹).

Aos 9 DAE, foi feita a aplicação do inseticida piriproxifem, 25 g i.a ha^{-1} , para o controle de *Bemisia tabaci*, raça B. Aos 24 DAE, procedeu-se à aplicação de $120 \text{ g e.a ha}^{-1}$ de glifosato, por meio de pulverizador pressurizado com CO_2 , equipado com barra de 2,0 m, bico tipo leque AXI 110 02 e volume de calda de 160 L ha^{-1} . No momento da aplicação, a velocidade do vento era de 1 m s^{-1} , umidade relativa de 54,7 % e temperatura do ar de $28,3^\circ\text{C}$.

Aos 30 DAE, foi feita a adubação de cobertura com cloreto de potássio (50 mg dm^{-3}). No início do florescimento (36 DAE), foi feita a aplicação de micronutrientes. Foram feitas duas aplicações de fungicida: a primeira com 70 g de trifloxistrobina + 60 g protioconazol no dia 25 de outubro e a segunda aplicação no dia 10 de novembro com 58,45 g de fluxapiroxade + 116,55 g de piraclostrobina para controle de *Septoria glycines*.

Foram avaliadas as trocas gasosas das plantas de soja para registro das taxas fotossintéticas (A , $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) e transpiratória (E , $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), da condutância estomática (g_s , $\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$) e da relação entre a concentração interna e externa de CO_2 (C_i/C_a). Estas avaliações foram feitas utilizando um analisador automático de fotossíntese, modelo LI-6400XTR (Licor®, Nebraska, Estados Unidos) com temperatura do bloco de 24 °C e densidade de fluxo de fótons igual a 1000 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$. As avaliações foram feitas aos 60 dias após o início da convivência entre as plantas de soja e as espécies forrageiras, especificamente, entre as 08:30 e 10:30 horas.

Aos 60 DAE da cultura da soja, por ocasião da colheita, foram determinados também a altura de plantas, massa seca do caule, massa seca das folhas, número médio de ramos laterais e folhas, diâmetro médio do caule, área foliar e massa seca da raiz da soja. A altura de plantas foi obtida pela média das duas plantas de cada vaso mensuradas com régua graduada em centímetros. A parte aérea foi cortada rente ao solo e contabilizado o número de ramos e folhas de cada planta, mensurados o comprimento e a largura de 10 folíolos (RITCHER et al., 2014). Mediu-se o diâmetro do caule das duas plantas, com o auxílio de paquímetro automático. As raízes da soja foram separadas das raízes da plantas forrageiras e levadas para a estufa a 65°C durante 72 horas e pesadas.

Nesse instante, também foram mensurados a altura das plantas forrageiras, massa seca total da parte aérea, número médio de perfilhos e massa seca da raiz. A altura de plantas foi obtida pela média da proporção de plantas em cada vaso, mensuradas com régua graduada em centímetros. No momento da colheita, a parte aérea foi cortada rente ao solo e contabilizado o número médio de perfilhos. As raízes da planta forrageiras foram separadas das raízes da soja e levadas para a estufa a 65°C durante 72 horas e pesadas.

As análises estatísticas foram feitas utilizando o programa estatístico SISVAR (versão 5.6) (FERREIRA, 2014). Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância ($p < 0,05$) e, quando significativos, ajustados modelos de regressão com ênfase para a equação sigmoidal de 3 parâmetros, regressão linear e equação exponencial, obtidas por meio do programa Sigmaplot, versão 10.0.

Resultados e Discussão

Não foram observadas interações significativas para os parâmetros fisiológicos (A , g_s , E e Ci/Ca) avaliados na soja em função da aplicação da subdose de glifosato e das densidades de 0, 1, 2, 4 e 6 plantas vaso⁻¹ das forrageiras *U. ruziziensis* e *U. brizantha* cv. Marandu (Tabela 1). Houve efeito da aplicação do glifosato para as variáveis A , g_s e E avaliadas nas plantas de soja convivendo com *U. ruziziensis* (Tabela 1). Para essas variáveis, foi observado que as plantas de soja que conviveram com *U. ruziziensis* e que não receberam glifosato apresentaram maior interferência na soja, expressando menores valores para taxa fotossintética, condutância estomática e taxa transpiratória, exceto para relação Ci/Ca , que não apresentou diferença estatística. As plantas de soja que conviveram com a espécie *U. ruziziensis* foram mais afetadas pela interferência em relação à espécie *U. brizantha* cv. Marandu (Tabela 1).

A habilidade competitiva é determinada pelas características intrínsecas de cada espécie concorrente presente no ambiente da cultura principal (JAKELAITIS et al., 2010). Dessa forma, as plantas de soja, convivendo com plantas de *U. ruziziensis* suprimidas por glifosato, foram beneficiadas pela permissão de maior eficiência fotossintética (BASTINI et al., 2016). Independentemente da densidade e do manejo com glifosato nas plantas de *U. brizantha* cv. Marandu, as trocas gasosas das plantas de soja que conviveram com a espécie forrageira não foram afetadas (Tabela 1). No entanto, vale ressaltar que o manejo correto da forrageira pode minimizar o potencial competitivo com a cultura da soja (MACHADO et al., 2017), haja vista que, em outras condições ambientais, *U. brizantha* em convivência reduziu a capacidade produtiva da soja (MATA et al., 2014; SARAIVA et al., 2014).

Tabela 1- Taxa fotossintética (A), condutância estomática (g_s), taxa transpiratória (E), relação Ci/Ca de plantas de soja RR, cultivadas em convivência com densidades de *Urochloa ruziziensis* e de *Urochloa brizantha* cv. Marandu, tratadas ou não com glifosato, Rio Verde – GO, 2017

| Experimento 1 – Convivência soja RR x <i>Urochloa ruziziensis</i> | | | | |
|---|--|---------------------------------------|--|----------------------------|
| Herbicida | A | g_s | E | Ci/Ca |
| | ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) | ($\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) | ($\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) | |
| Sem glifosato | 10,02 b | 0,19 b | 3,61 b | 0,75 a |
| Com glifosato | 13,15 a | 0,27 a | 4,76 a | 0,77 a |
| Densidade | | | | |
| 0 | 13,97 | 0,28 | 5,00 | 0,76 |
| 1 | 13,65 | 0,28 | 4,88 | 0,76 |
| 2 | 9,74 | 0,18 | 3,49 | 0,76 |
| 4 | 10,55 | 0,21 | 3,94 | 0,76 |
| 6 | 10,01 | 0,20 | 3,62 | 0,77 |
| Regressão | $\hat{V} = \bar{V} = 11,58$ | $\hat{V} = \bar{V} = 0,23$ | $\hat{V} = \bar{V} = 4,19$ | $\hat{V} = \bar{V} = 0,76$ |
| CV (%) | 36,35 | 41,42 | 34,12 | 4,60 |
| Experimento 2 – Convivência soja RR x <i>Urochloa brizantha</i> cv. Marandu | | | | |
| Herbicidas | A | g_s | E | Ci/Ca |
| | ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) | ($\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) | ($\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) | |
| Sem glifosato | 10,56 a | 0,23 a | 4,21 a | 0,77 a |
| Com glifosato | 10,77 a | 0,23 a | 4,36 a | 0,77 a |
| Densidade | | | | |
| 0 | 11,29 | 0,24 | 4,43 | 0,78 |
| 1 | 10,84 | 0,22 | 4,14 | 0,75 |
| 2 | 11,04 | 0,25 | 4,46 | 0,77 |
| 4 | 9,34 | 0,20 | 3,92 | 0,77 |
| 6 | 10,82 | 0,23 | 4,49 | 0,78 |
| Regressão | $\hat{V} = \bar{V} = 10,67$ | $\hat{V} = \bar{V} = 0,23$ | $\hat{V} = \bar{V} = 4,29$ | $\hat{V} = \bar{V} = 0,77$ |
| CV (%) | 40,99 | 52,18 | 39,58 | 5,36 |

* Médias seguidas pela mesma entre as linhas são estatisticamente iguais pelo teste F ($p < 0,05$)

Em relação às variáveis altura de planta (AP), diâmetro do caule (DC), número médio de folhas (NMF), número médio de ramos laterais (Nº MRL), massa seca do total de folhas (MSTF), massa seca do caule (MSC) e área foliar (AF), foram observadas interações entre densidade de plantas da forrageira *U. ruziziensis* e o manejo feito com glifosato na supressão da forrageira (Tabela 2). Não houve interação entre os fatores testados para densidade na massa seca da raiz da soja (MSR).

A aplicação da subdose de glifosato suprimindo *U. ruziziensis* beneficiou a AP, DC, MSTF, MSC e AF nas plantas de soja que conviveram nas densidades 4 e 6 plantas vaso⁻¹ da planta forrageira, bem como as variáveis NMF e NMRL nas densidades de 2, 4 e 6 plantas vaso⁻¹ em relação às densidades da forrageira que não foi tratada com

glifosato (Tabela 2). Quanto à AP da soja Guaiá 7487 RR (7.5), ela tem porte baixo e essa característica facilita o crescimento das plantas concorrentes, principalmente das braquiárias, que têm crescimento rápido (PORTES et al., 2017).

Analisando as densidades da planta forrageira com a soja, verificou-se que quando a espécie *U. ruziziensis* foi submetida à aplicação do herbicida não houve efeitos da densidade de plantas sobre as variáveis avaliadas na soja (Tabela 2). Brighenti et al. (2011), em pesquisa sobre a suscetibilidade de espécies de *Urochloa* spp. ao glifosato, verificaram variabilidade entre a tolerância das espécies e que a *U. ruziziensis* foi a mais sensível, seguida de *U. decumbens* e *U. brizantha*.

Quando a forrageira *U. ruziziensis* não foi tratada com glifosato, seu aumento da densidade no vaso provocou reduções lineares de 1,55 cm, 0,38 mm e de 0,85 na AP, DC e no NMRL, respectivamente, para cada aumento de uma planta da forrageira convivendo com a soja (Tabela 2). Já para o NMF, MSTF, MSC e AF, as reduções nestas variáveis foram explicadas pelo modelo sigmoidal de três parâmetros, em que as densidades que proporcionaram 50% de redução na resposta foram de 1,72; 1,05; 1,57 e de 1,11 plantas por vaso de *U. ruziziensis* convivendo com a soja, respectivamente, para NMF, MSTF, MSC e AF, Tabela 2, apontando que plantas de soja são sensíveis à interferência desta forrageira.

Estudos mostram que podem ocorrer prejuízos para o crescimento das culturas e das plantas concorrentes quando elas estiverem em competição numa determinada comunidade, sendo o efeito competitivo peculiar a cada espécie (GALON et al., 2011). Diferenças morfológicas, fisiológicas e capacidade de extração de recursos pela *U. ruziziensis* podem ter contribuído para sua interferência sobre a soja. Como exemplo, o sistema radicular fasciculado de *U. ruziziensis* permite que a planta explore com maior facilidade o volume de solo em relação às plantas de sistema radicular axial, caso da soja (MACHADO et al., 2017).

Tabela 2 – Altura de planta (AP), diâmetro do caule (DC), número médio de folhas (NMF), número médio de ramos laterais (NMRL), massa seca do total de folhas (MSTF), massa seca do caule (MSC), massa seca da raiz (MSR) e área foliar (AF) de plantas de soja RR, cultivadas em convivência com densidades de *Urochloa ruziziensis*, tratadas ou não com glifosato, Rio Verde – GO, 2017

| Experimento 1 – Convivência soja RR x <i>Urochloa ruziziensis</i> | | | | | | | | |
|---|---|----------|-----------|-----------|-----------|---------|--|----------------|
| Herbicidas | Densidade (plantas vaso ⁻¹) | | | | | Médias | Regressão | R ² |
| | 0 | 1 | 2 | 4 | 6 | | | |
| AP (cm) | | | | | | | | |
| Sem glifosato | 32,06 a | 28,33 a | 26,60 a | 23,95 b | 22,04 b | 26,59 | $\hat{Y} = 30,6502 - 1,5597x$ | 93,05* |
| Com glifosato | 30,55 a | 26,94 a | 26,84 a | 28,39 a | 30,25 a | 28,59 | $\hat{Y} = \bar{Y} = 26,60$ | -- |
| CV (%) | | | | | | 10,17 | | |
| DC (mm) | | | | | | | | |
| Sem glifosato | 6,55 a | 5,11 a | 4,71 a | 4,26 b | 3,89 b | 4,91 | $\hat{Y} = 5,897 - 0,381x$ | 80,00* |
| Com glifosato | 5,64 a | 5,30 a | 5,14 a | 5,55 a | 5,65 a | 5,46 | $\hat{Y} = \bar{Y} = 5,46$ | -- |
| CV (%) | | | | | | 12,44 | | |
| N° MF | | | | | | | | |
| Sem glifosato | 48,38 a | 27,13 a | 24,88 b | 16,25 b | 18,38 b | 27,00 | $1 + \left(\frac{x}{1,7207}\right)^{0,5086}$ | 97,95* |
| Com glifosato | 41,88 a | 29,75 a | 38,75 a | 34,38 a | 39,50 a | 36,85 | $\hat{Y} = \bar{Y} = 36,85$ | -- |
| CV (%) | | | | | | 24,61 | | |
| N° MRL | | | | | | | | |
| Sem glifosato | 10,88 a | 8,38 a | 7,13 b | 5,88 b | 5,25 b | 7,50 | $\hat{Y} = 9,72 + 0,856x$ | 85,13* |
| Com glifosato | 11,00 a | 9,25 a | 9,50 a | 10,00 a | 9,88 a | 9,93 | $\hat{Y} = \bar{Y} = 9,93$ | -- |
| CV (%) | | | | | | 16,95 | | |
| MSTF (g vaso ⁻¹) | | | | | | | | |
| Sem glifosato | 3,58 a | 1,76 a | 1,52 a | 0,82 b | 0,80 b | 1,70 | $1 + \left(\frac{x}{1,0496}\right)^{0,7516}$ | 99,04* |
| Com glifosato | 3,16 a | 1,97 a | 2,25 a | 2,53 a | 2,86 a | 2,55 | $\hat{Y} = \bar{Y} = 2,55$ | -- |
| CV (%) | | | | | | 31,48 | | |
| MSC (g vaso ⁻¹) | | | | | | | | |
| Sem glifosato | 6,57 a | 3,73 a | 3,20 a | 2,01 b | 1,91 b | 3,48 | $1 + \left(\frac{x}{1,5691}\right)^{0,7187}$ | 99,31* |
| Com glifosato | 4,98 a | 3,96 a | 3,82 a | 4,65 a | 5,18 a | 4,52 | $\hat{Y} = \bar{Y} = 4,52$ | -- |
| CV (%) | | | | | | 28,62 | | |
| MSR (g vaso ⁻¹) | | | | | | | | |
| Sem glifosato | 4,05 | 2,91 | 3,20 | 4,43 | 4,02 | 3,71 a | | |
| Com glifosato | 5,10 | 3,06 | 3,01 | 3,33 | 3,87 | 3,67 a | $\hat{Y} = \bar{Y} = 3,70$ | -- |
| CV (%) | | | | | | 31,76 | | |
| AF (cm ²) | | | | | | | | |
| Sem glifosato | 1681,43 a | 854,20 a | 688,32 a | 395,81 b | 336,60 b | 791,27 | $1 + \left(\frac{x}{1,1105}\right)^{0,8308}$ | 99,64* |
| Com glifosato | 1488,56 a | 896,22 a | 1039,91 a | 1018,77 a | 1174,67 a | 1123,63 | $\hat{Y} = \bar{Y} = 1123,63$ | -- |
| CV (%) | | | | | | 33,16 | | |

* Médias seguidas pela mesma letra entre as linhas são estatisticamente iguais pelo teste F (p<0,05)

Convivendo com *U. brizantha* cv. Marandu, foram verificadas interações significativas entre o uso do herbicida e as densidades da forrageira para DC, NMF, NMRL, MSTF, MSC, MSR e AF, exceto para AP de plantas de soja RR, não tendo sido observados efeitos significativos (Tabela 3). Dentro das densidades testadas, o uso de glifosato foi necessário para o incremento das variáveis DC, MSTF, MSC e MSR da soja, nas densidades de 4 e 6 plantas de *U. brizantha* por vaso em convivência com a soja, e para NMF e NMRL na densidade de 6 plantas por vaso (Tabela 3). Nestes tratamentos, a ausência de supressão no crescimento da forrageira afetou o crescimento da soja.

Considerando a convivência das plantas de soja com a forrageira sem a supressão promovida pelo glifosato, foram observadas reduções lineares para DC, NMF, MSTF e MSR da ordem de 0,18mm, 3,76 folhas, 0,25 e 0,34 g, respectivamente (Tabela 3). Assim, contrastando a competição entre *U. ruziziensis* e soja com *U. brizantha* e soja denota-se, pelo número de variáveis da soja afetada pelas forrageiras, pelos modelos que explicam o fenômeno biológico (sigmoidal e linear) e pelos regressores dos modelos, que *U. ruziziensis* interferiu mais com a soja do que *U. brizantha* cv. Marandu (Tabelas 2 e 3).

Plantas de soja também têm capacidade competitiva frente a algumas plantas daninhas, conforme verificado por Fortes et al. (2017) para as variedades BMX AlvoRR e Fundacep 55RR, que mostraram maior capacidade competitiva que a *Bidens pilosa* e *Euphorbia heterophylla*. Todavia, para a *Urochloa plantaginea*, sua capacidade competitiva foi menor, e a *Commelina benghalensis* foi similar à da soja (DIAS et al., 2010).

Tabela 3 – Altura de Planta (AP), diâmetro do caule (DC), número médio de folhas (NMF), número de ramos laterais (NMRL), massa seca do total de folhas (MSTF), massa seca do caule (MSC), massa seca da raiz (MSR) e área foliar (AF) de plantas de soja RR, cultivadas em convivência com densidades de *Urochloa brizantha* cv. Marandu, tratadas ou não com glifosato, Rio Verde – GO, 2017

| Experimento 2 – Convivência soja RR x <i>Urochloa brizantha</i> cv. Marandu | | | | | | | | |
|---|---|-----------|-----------|-----------|-----------|----------------------|-------------------------------|----------------|
| Herbicidas | Densidade (plantas vaso ⁻¹) | | | | | Médias | Regressão | R ² |
| | 0 | 1 | 2 | 4 | 6 | | | |
| AP (cm) | | | | | | | | |
| Sem glifosato | 30,13 | 30,96 | 29,82 | 29,51 | 29,74 | 29,74 a ¹ | $\hat{Y} = \bar{Y} = 29,23$ | -- |
| Com glifosato | 27,27 | 27,45 | 28,90 | 30,98 | 28,70 | 28,70 a | | |
| CV (%) | | | | | | 8,04 | | |
| DC (mm) | | | | | | | | |
| Sem glifosato | 5,27 a | 5,48 a | 5,25 a | 4,53 b | 4,43 b | 4,99 | $\hat{Y} = 5,4687 - 0,1812x$ | 84,12* |
| Com glifosato | 5,47 a | 5,36 a | 5,35 a | 5,97 a | 6,28 a | 5,68 | $\hat{Y} = \bar{Y} = 5,68$ | -- |
| CV (%) | | | | | | 10,71 | | |
| N° MF | | | | | | | | |
| Sem glifosato | 39,12 a | 45,50 a | 38,62 a | 27,50 a | 21,12 b | 34,37 | $\hat{Y} = 44,1670 - 3,7662x$ | 84,98* |
| Com glifosato | 44,12 a | 44,87 a | 32,37 a | 39,87 a | 45,25 a | 41,30 | $\hat{Y} = \bar{Y} = 41,30$ | -- |
| CV (%) | | | | | | 24,45 | | |
| N° MRL | | | | | | | | |
| Sem glifosato | 9,25 a | 10,00 a | 9,87 a | 8,50 a | 7,37 b | 9,00 | $\hat{Y} = \bar{Y} = 9,00$ | -- |
| Com glifosato | 10,12 a | 9,62 a | 9,00 a | 9,75 a | 10,50 a | 9,80 | $\hat{Y} = \bar{Y} = 9,80$ | -- |
| CV (%) | | | | | | 14,07 | | |
| MSTF (g vaso ⁻¹) | | | | | | | | |
| Sem glifosato | 2,59 a | 2,91 a | 2,69 a | 1,78 b | 1,41 b | 2,28 | $\hat{Y} = 2,9242 - 0,2464x$ | 84,51* |
| Com glifosato | 3,17 a | 2,80 a | 2,30 a | 3,02 a | 3,96 a | 3,05 | $\hat{Y} = \bar{Y} = 3,05$ | -- |
| CV (%) | | | | | | 27,67 | | |
| MSC (g vaso ⁻¹) | | | | | | | | |
| Sem glifosato | 4,66 a | 5,15 a | 5,00 a | 3,77 b | 3,62 b | 4,44 | $\hat{Y} = \bar{Y} = 4,44$ | -- |
| Com glifosato | 5,05 a | 4,15 a | 4,51 a | 5,06 a | 6,04 a | 4,96 | $\hat{Y} = \bar{Y} = 4,96$ | -- |
| CV (%) | | | | | | 18,53 | | |
| MSR (g vaso ⁻¹) | | | | | | | | |
| Sem glifosato | 3,28 a | 2,40 a | 2,36 a | 1,43 b | 1,17 b | 2,13 | $\hat{Y} = 3,0101 - 0,3363x$ | 91,81* |
| Com glifosato | 4,36 a | 3,20 a | 2,70 a | 3,91 a | 4,08 a | 3,65 | $\hat{Y} = \bar{Y} = 2,13$ | -- |
| CV (%) | | | | | | 29,57 | | |
| AF (cm ²) | | | | | | | | |
| Sem glifosato | 1237,69 a | 1200,99 a | 1229,88 a | 780,18 a | 633,37 b | 1016,42 | $\hat{Y} = \bar{Y} = 1016,42$ | -- |
| Com glifosato | 1337,83 a | 1164,99 a | 999,89 a | 1269,49 a | 1773,27 a | 1309,09 | $\hat{Y} = \bar{Y} = 1309,09$ | -- |
| CV (%) | | | | | | 32,42 | | |

¹Médias seguidas pela mesma letra entre as linhas são estatisticamente iguais pelo teste F (p<0,05). * Significativo pelo teste F (p<0,05).

Em relação à forrageira *U. ruziziensis* convivendo com a soja, foram verificadas interações significativas para AP, MSPA e MSR das plantas (Tabela 4). Para NPP,

foram observados somente efeitos da supressão do glifosato, que reduziu o número de perfilhos nas plantas tratadas (Tabela 4). A subdose de glifosato de 120 g e.a ha⁻¹ afetou AP, MSPA e MSR da forrageira, reduzindo sua capacidade competitiva com a soja. Os resultados desta pesquisa concordam com Concenco et al. (2014), que afirmam que doses acima de 96 g e.a de glifosato são suficientes para reduzir a massa fresca e seca e causar a mortalidade de perfilhos de *Panicum maximum*. De forma geral, sem a supressão feita pelo glifosato, foi observado que, com o aumento da densidade, houve aumento linear no acúmulo de massa seca da forrageira *U. ruziziensis* proveniente da maior aquisição de recursos do ambiente, resultando na redução das variáveis de crescimento observado na soja (Tabelas 2 e 4).

Para *U. brizantha* cv. Marandu, foram observadas interações significativas entre o uso do glifosato e a densidade de plantas para MSPA e MSR, não tendo ocorrido interações para AP e NPP (Tabela 4). Para AP e NPP, foram observados apenas efeitos isolados, tendo o glifosato reduzido ambas as variáveis, em comparação com a ausência da aplicação do produto; e com o aumento da densidade, houve reduções de 2,1 cm e de 0,17 perfilho por planta nos vasos. Considerando os efeitos dentro de cada densidade da forrageira, o glifosato foi eficaz na supressão da MSPA e MSR da forrageira em relação à ausência da aplicação do produto (Tabela 4). Na ausência da aplicação de glifosato, foram observados acréscimos lineares no acúmulo de MSPA e MSR, da ordem de 0,73 e 0,89 g por vaso, resultando em maior capacidade competitiva da forrageira em relação à soja, com aumento da densidade (Tabela 3).

Tabela 4 - Número de perfilhos planta⁻¹ (NPP), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca da raiz (MSR) de diferentes densidades plantas de *Urochloa ruziziensis* e *Urochloa brizantha* cv. Marandu, competindo com soja RR com e sem glifosato, Rio Verde – GO, 2017

| Experimento 1 – Convivência soja RR x <i>Urochloa ruziziensis</i> | | | | | | | |
|---|--|---------|---------|---------|---------|---|----------------|
| Herbicidas | Densidades (plantas vaso ⁻¹) | | | | Médias | Regressão | R ² |
| | 1 | 2 | 4 | 6 | | | |
| AP (cm) | | | | | | | |
| Sem glifosato | 42,20 a ¹ | 33,75 a | 31,58 a | 31,26 a | 34,70 | $\hat{Y} = 31,3528 + 48,7584 \exp^{-1,5032x}$ | 99,97* |
| Com glifosato | 13,30 b | 19,64 b | 17,83 b | 17,34 b | 17,03 | $\hat{Y} = \bar{Y} = 17,03$ | -- |
| CV (%) | | | | | 15,07 | | |
| NPP (n° planta ⁻¹) | | | | | | | |
| Sem glifosato | 4,25 | 3,13 | 3,13 | 2,79 | 3,32 a | $\hat{Y} = \bar{Y} = 2,49$ | -- |
| Com glifosato | 1,75 | 1,63 | 1,50 | 1,79 | 1,67 b | | |
| CV (%) | | | | | 25,13 | | |
| MSPA (g vaso ⁻¹) | | | | | | | |
| Sem glifosato | 2,30 a | 2,39 a | 3,91 a | 4,86 a | 3,36 | $\hat{Y} = 1,5749 + 0,5509x$ | 97,11* |
| Com glifosato | 0,06 b | 0,15 b | 0,36 b | 0,81 b | 0,34 | $\hat{Y} = \bar{Y} = 0,34$ | -- |
| CV (%) | | | | | 28,03 | | |
| MSR (g vaso ⁻¹) | | | | | | | |
| Sem glifosato | 1,04 a | 1,71 a | 2,77 a | 3,69 a | 2,30 | $\hat{Y} = 0,5993 + 0,5245x$ | 99,53* |
| Com glifosato | 0,02 b | 0,10 b | 0,24 b | 0,52 b | 0,22 | $\hat{Y} = \bar{Y} = 0,22$ | -- |
| CV (%) | | | | | 46,21 | | |
| Experimento 2 – Convivência soja RR x <i>Urochloa brizantha</i> cv. Marandu | | | | | | | |
| AP (cm) | | | | | | | |
| Sem glifosato | 48,30 | 40,68 | 39,41 | 37,91 | 41,57 a | $\hat{Y} = 39,5772 - 2,1041x$ | 76,75* |
| Com glifosato | 31,88 | 23,64 | 20,68 | 18,07 | 23,46 b | | |
| CV (%) | | | | | 21,98 | | |
| NPP (n° planta ⁻¹) | | | | | | | |
| Sem glifosato | 4,00 | 4,25 | 3,56 | 3,37 | 3,80 a | $\hat{Y} = 3,4205 - 0,1727x$ | 76,72* |
| Com glifosato | 2,75 | 1,87 | 1,31 | 1,75 | 1,92 b | | |
| CV (%) | | | | | 20,45 | | |
| MSPA (g vaso ⁻¹) | | | | | | | |
| Sem glifosato | 2,51 a | 3,17 a | 5,34 a | 6,00 a | 4,26 | $\hat{Y} = 1,8590 + 0,7383x$ | 95,29* |
| Com glifosato | 0,47 b | 0,77 b | 0,65 b | 0,79 b | 0,67 | $\hat{Y} = \bar{Y} = 0,67$ | -- |
| CV (%) | | | | | 24,03 | | |
| MSR (g vaso ⁻¹) | | | | | | | |
| Sem glifosato | 3,12 a | 4,09 a | 6,21 a | 7,52 a | 5,24 | $\hat{Y} = 2,3292 + 0,8954x$ | 98,89* |
| Com glifosato | 0,27 b | 1,24 b | 0,52 b | 0,62 b | 0,67 | $\hat{Y} = \bar{Y} = 0,66$ | -- |
| CV (%) | | | | | 35,48 | | |

¹Médias seguidas pela mesma letra entre as linhas são estatisticamente iguais pelo teste F (p<0,05). * Significativo pelo teste F (p<0,05).

Conclusões

A subdose de glifosato suprime o crescimento das forrageiras e diminui sua capacidade competitiva com a soja.

As plantas de soja em convivência com 6 plantas vaso⁻¹ de *Urochloa* spp. sem aplicação de 120 g e. a ha⁻¹ não interferem nas trocas gasosas das plantas de soja.

As densidades de 4 e 6 plantas vaso⁻¹ reduz os índices produtivos, exceto para altura de plantas de soja em convivência com *U. brizantha* cv. Marandu, quando não são tratadas com glifosato.

Jeovane – reescreva o parágrafo em verde, que está confuso.

Referências Bibliográficas

- AGOSTINETTO, D.; CAMPONOGARA, L. F.; VARGAS, L.; MARKUS, C.; OLIVEIRA, E. Habilidade competitiva relativa de milhã em convivência com arroz irrigado e soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, n.10, p.1315-1322, 2013.
- BASTINI, M. O.; LAMEGO, F. P.; AGOSTINETTO, D.; LANGARO, A. C.; SILVA, D. C. DA. Competitividade relativa de cultivares de soja com capim-arroz. **Bragantia**, v.75, n.4, p.435-445, 2016.
- BRIGHENTI, A. M.; SOBRINHO, F. DE S.; ROCHA, W. S. D. DA.; MARTINS, C. E.; DEMARTINI, D.; COSTA, T. R. Suscetibilidade diferencial de espécies de braquiária ao herbicida glifosato. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, n.10, v.46, p.1241-1246, 2011.
- CONAB. **Acompanhamento da Safra Brasileira: 4º levantamento de grãos**. Safra 2017/2018. Brasília: Conab, 2018. v.5, n.4, 126p.
- CONCENCO, G.; MACHADO, L. A. Z.; GALON, L.; CORRERIA, 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. **Revista Agrarian**, n.24, p.176-188, 2014.
- DAN, H. A.; BARROSO, A. L. L.; DAN, L. G. M.; PROCÓPIO, S. O.; OLIVEIRA JR, R. S.; CONSTANTIN, J.; FELDKIRCHER, C. Supressão imposta pelo mesotrione a *Brachiaria brizantha* em sistema de integração lavoura-pecuária. **Planta daninha**, v.29, n.4, p.861-867, 2011.
- DIAS, A. C. R.; CARVALHO, S. J. P.; MARCOLINI, L. W.; MELO, M. S. C.; CHRISTOFFOLETI, P. J. Competitividade de capim-marmelada ou trapoeraba com soja. **Planta daninha**, v.28, n.3, p.515-522, 2010.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a guide for its bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e Agrotecnologia**, v.38, n.2, 2014.

FORTE, C. T.; BASSO, F. J. M.; GALON, L.; AGAZZI, L. R.; NONEMACHER, F.; CONCENÇO, G. Habilidade competitiva de cultivares de soja transgênica convivendo com plantas daninhas. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.12, n.2, p.185-193, 2017.

GALON, L.; TIRONI, S. P.; ROCHA, P. R. R.; CONCENÇO, G.; SILVA, A. F.; VARGAS, L.; SILVA, A. A.; FERREIRA, E. A.; MINELLA, E.; SOARES, E. R.; FERREIRA, F. A. Habilidade competitiva de cultivares de cevada convivendo com azevém. **Planta daninha**, v.29, n.4, p.771-781, 2011.

GUSMÃO, G. A.; RONDON NETO, R. M.; YAMASHITA, O. M. Deriva simulada de glyphosate em plantas jovens de jenipapo (*Genipa americana* L.). **Revista Brasileira de Herbicidas**, n.1, p.13-19, 2011.

JAKELAITIS, A.; GIL, J. DE O.; SIMÕES, L. S.; SOUZA, K. V. DE.; LUDTKE, J. Efeitos da interferência de plantas daninhas na implantação de pastagem de *Brachiaria brizantha*. **Revista Caatinga**, v.23, n.1, p.8-14, 2010.

LAMEGO, F. P.; RUCHEL, Q.; KASPARY, T. E.; GALLON, M.; BASSO, C. J.; SANTI, A. L. Habilidade competitiva de cultivares de trigo com plantas daninhas. **Planta Daninha**, n.3, p.521-531, 2013.

MACHADO, L. A. Z.; CECATO, U.; COMUNELLO, E.; CONCENÇO, G.; CECCON, G. Estabelecimento de forrageiras perenes em consórcio com soja, para sistemas integrados de produção agropecuária. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, n.7, p.521-529, 2017.

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 Agroambiente**, v.8, n.3, p.377-386, 2014.

NASCENTES, R. F.; FAGAN, E. B.; SOARES, L. H.; DE OLIVEIRA, C. B.; BRUNELLI, M. C. Hormesis de glyphosate em *Bachiaria brizantha* cv. Marandu. **Cerrado Agrociências**, n.6, p. 55-64, 2015.

PORTES, T. DE A.; FERREIRA, A. DE M.; PEIXOTO, M. DE M.; DE MELO, H. C. Growth and senescence of *Urochloa brizantha* under Brazilian Cerrado conditions. **African Journal of Agricultural Research**, v.12, n.34, p.2625-2632, 2017.

RICHTER, G. L.; JÚNIOR, A. Z.; STRECK, A. N.; GUEDES, J. V. C.; KRAULICH, B.; DA ROCHA, T. S. M.; WINCH, J. E. M.; CERA, J. C. Estimativa da área de folhas de cultivares antigas e modernas de soja por método não destrutivo. **Bragantia**, v.73, n.4, p.416-425, 2014.

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, n.3, 2014.

TIRONI, S. P.; GALON, L.; FARIA, A. T.; BELO, A. F.; SILVA, A. A.; BARBOSA, M. H. P. Eficiência de uma taxa de herbicida reduzida para controle de *Brachiaria brizantha* em cana-de-açúcar. **Planta daninha**, v.30, n.4, p.791-798, 2012.

CAPÍTULO II – CONVIVÊNCIA ENTRE PLANTAS DE SOJA RR E DE *Urochloa* spp. EM FUNÇÃO DE SUBDOSE DE GLIFOSATO E DO DÉFICIT HÍDRICO

Resumo: Nos últimos anos, as variações climáticas no Brasil têm provocado perdas significativas na produtividade da soja. Associado a isto, problemas decorrentes da interferência de plantas concorrentes têm contribuído para alcançar valores instáveis de produtividade. Com isso, objetivou-se avaliar as respostas morfofisiológicas da soja RR em convivência com *Urochloa* spp., tratada com subdose de glifosato e déficit hídrico, em vasos. Foram conduzidos dois ensaios com as forrageiras *U. ruziziensis* e *U. brizantha* cv. Marandu convivendo com a soja, em blocos ao acaso, com cinco repetições. Os ensaios foram montados em arranjo fatorial 2x2x2: o primeiro fator representado pela presença e ausência da forrageira; o segundo fator, pela ausência e uso de subdose de glifosato; e o terceiro fator representado por 50% e 100% da capacidade de campo nos vasos. O uso de glifosato suprimiu a capacidade competitiva das forrageiras, beneficiando a soja em convivência. Na ausência da supressão com o glifosato, as forrageiras afetaram as variáveis fisiológicas e morfológicas da soja, sendo que a *U. ruziziensis* foi mais competitiva em relação à espécie *U. brizantha*. O déficit hídrico não provocou alterações no sistema radicular da *Urochloa* spp., afetando somente as características fisiológicas e morfológicas da soja, principalmente a massa seca das raízes. O glifosato afetou o crescimento das forrageiras.

Palavras-chave: interferência, *Glycine max*(L.), consórcio, herbicida.

Abstract: In recent years, climatic variations in Brazil have caused significant losses in soybean yield. In addition, the problems caused by weed interference have helped to achieve unstable productivity values. This study aimed to evaluate the morphophysiological responses of RR. soybean plants intercropped with *Urochloa* spp. under glyphosate subdose and water deficit in pots. Two experiments were carried out

with the forage *U. ruziziensis* and *U. brizantha* cv. Marandu intercropped with soybean plants in randomized blocks with five replicates. Essays were fitted in 2x2x2 factorial arrangement; the first factor was represented by the forage presence and absence; the second factor, by the absence and use of glyphosate subdose; and the third factor was represented by 50% and 100% of the field capacity in pots. The use of glyphosate suppressed the forage competitive capacity, favoring the soybean in intercropping system. In the suppression absence with glyphosate, forages affected the soybean physiological and morphological variables, and *U. ruziziensis* was more competitive than *U. brizantha*. The water deficit did not cause changes in the root system of *Urochloa* spp., affecting only the soybean physiological and morphological characteristics, mainly the root dry mass. The glyphosate affected the forage growth.

Keywords: Interference. *Glycine max* (L.). Intercropping System. Herbicide.

Introdução

A instabilidade climática dos últimos anos tem afetado significativamente a produção de diversas culturas, dentre elas a soja. De acordo com Hirakuri (2016), no Brasil, o levantamento das últimas seis safras referentes à soja, feito em quase todos estados, mostra perdas acima de 10%, ocasionadas por longos e severos períodos de estiagem ocorridos durante o ciclo da cultura.

A eficiência no uso da água nos próximos anos deve aumentar para garantir a segurança da alimentação da população humana. Grandes áreas no mundo têm limitação de áreas agricultáveis, em contrapartida, outras áreas devem suprir a carência de produção para alimentar a população mundial, que aumenta consideravelmente, e para que isso ocorra deve-se aumentar a produtividade das culturas, inclusive da soja (ABEBOYE et al., 2017).

Efeitos de vários fatores ambientais podem afetar o desempenho da cultura da soja, como os impactos do estresse hídrico que podem reduzir a produtividade da soja em até 50% (GAVA et al., 2018). Nessas condições, as plantas sob estresse apresentam mudanças em sua morfologia e fisiologia, afetando negativamente a produtividade (LISAR et al., 2012). O déficit hídrico é uma condição anormal para as culturas, em que há falta suficiente de água para satisfazer as necessidades normais da planta, o que prejudica o desenvolvimento da cultura (DE FREITAS et al., 2017).

De acordo com Rodrigues et al. (2017), as cultivares de soja precoce têm a produtividade afetada, principalmente no florescimento e enchimento de grãos, quando submetidas ao déficit hídrico. O acúmulo, rendimento e produção de matéria seca geralmente são reduzidos com maior intensidade pelo estresse entre R₁ até atingir a maturidade fisiológica da planta. Segundo esses autores, a deficiência de água nesse período pode acentuar o abortamento de flores, a abscisão de folhas e a fixação de estruturas reprodutivas.

O uso da soja consorciada com forrageiras tem sido preconizada com o desafio de formação de palhada para o sistema de plantio direto, renovação de pastagens e controle fitossanitário, incluindo o controle de plantas daninhas. Todavia, o consórcio de soja e braquiárias tem sido um dos desafios, assim a forrageira se torna a principal planta competidora com a soja (MACHADO et al., 2017). Porém, por apresentar metabolismo C₄, as forrageiras consortes apresentam maior capacidade competitiva,

sendo necessária sua supressão com subdose de alguns herbicidas para contribuir para a redução das perdas de produtividade (DAN et al., 2011; TIRONI et al., 2012).

O glifosato é um dos principais herbicidas utilizadas no manejo de plantas daninhas na soja Roundup Ready (RR) pelo fato de apresentar baixo custo de compra e elevada eficiência no controle de diversas plantas daninhas (GUSMÃO et al., 2011), apresentando potencial de ser usado com a finalidade de suprimir espécies forrageiras consorciadas, quando usado em baixas doses.

Compreender os processos fisiológicos quando as plantas passam por respostas de déficit hídrico, competição com forrageiras com e sob efeitos de subdose de herbicidas torna-se fundamental para predizer os impactos no crescimento da cultura da soja RR consorciada com espécies forrageiras. Assim, objetivou-se avaliar as respostas morfofisiológicas da soja RR em convivência com *Urochloa* spp., tratadas com subdose de glifosato e sob déficit hídrico.

Material e Métodos

Foram conduzidos dois ensaios em casa de vegetação no Instituto Federal Goiano Campus Rio Verde-GO, no período de 24 de setembro a 28 de novembro de 2017. As unidades experimentais consistiram de vasos plásticos com 6 dm³ perfurados, contendo Latossolo Vermelho distroférrico de textura média na proporção 2:1 de solo e areia (EMBRAPA, 2013) e adubado conforme análise química. A adubação constou da aplicação de calcário dolomítico PRNT de 92,5% (360 mg dm⁻³), termofosfato (228 mg dm⁻³) e cloreto de potássio (66,6 mg dm⁻³).

Em ambos os ensaios, o delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados com quatro repetições. O primeiro ensaio referiu-se à convivência de *Urochloa ruziziensis* com plantas de soja e o segundo, à convivência de *Urochloa brizantha* cv. Marandu com a soja. Os tratamentos foram arranjos em esquema fatorial 2x2x2: o primeiro fator representado pela ausência e presença das forrageiras *U. ruziziensis* e *Urochloa brizantha* cv. Marandu, convivendo com a soja; o segundo fator, pelo uso ou não de subdose de glifosato para suprimir a forrageira; e o terceiro fator, pela condição de déficit hídrico representado por 50% e 100% da capacidade de campo nos vasos.

No dia 24 de setembro de 2017, a cultivar de soja Guaiá 7487 RR (7.5) foi tratada e inoculada com 62,5 g de clorantraniliprole para 100 kg⁻¹ de sementes e 80 g de *Bradyrhizobium japonicum* para 50 kg⁻¹ de sementes. Nos vasos, foram semeadas quatro sementes de soja e seis das forrageiras. Aos nove DAE das plantas, foram feitos os desbastes, deixando duas plantas de soja no centro do vaso e três plantas forrageiras por vaso.

Aos nove dias após a emergência (DAE), foi feita a aplicação do inseticida piriproxifem na dose de 25 gi.a ha⁻¹ para o controle de *Bemisia tabaci*, raça B. Aos 24 DAE, procedeu-se à aplicação de 120 g e.a ha⁻¹ de glifosato por meio de um pulverizador pressurizado a CO₂, equipado com barra de 2,0 m, bico tipo leque AXI 110 02 e volume de calda de 160 L ha⁻¹. No momento da aplicação, as condições ambientais eram de velocidade do vento de 1 m s⁻¹, umidade relativa de 54,7 % e temperatura de 28,3°C.

Aos 30 DAE, foi feita adubação de cobertura com cloreto de potássio (50 mg dm⁻³). No início do florescimento (36 DAE), foi feita a aplicação de micronutrientes. Foram feitas duas aplicações de fungicida: a primeira utilizando 70 g ha⁻¹ de

trifloxistrobina + 60 g ha⁻¹ de protioconazol no dia 25 de outubro e a segunda, no dia 10 de novembro de 2017, aplicando 58,45 g ha⁻¹ de fluxapirroxade + 116,55 g ha⁻¹ de piraclostrobina para controle de *Septoria glycines*.

A capacidade de campo foi determinada pela pesagem do vaso perfurado com 6 kg de solo seco. No final do dia, o solo foi saturado com água até a formação de uma lâmina de água acima do solo, feita a pesagem novamente, coberto o vaso com filme PVC e aguardadas 12 horas, sendo a pesagem feita no dia seguinte. A quantidade de água acumulada na bandeja foi pesada, subtraída pela quantidade fornecida, determinando-se a quantidade de água suficiente para saturar o substrato (BUSKE et al., 2013).

As plantas no estágio reprodutivo R3 (início da frutificação) tiveram a irrigação suspensa (46 DAE), o peso dos vasos foi monitorado durante quatro dias para atingir peso constante (50% da capacidade de campo) e os demais vasos foram mantidos sempre úmidos (100% da capacidade de campo). Após esse período, as plantas foram mantidas por durante 10 dias nessas condições.

Aos 60 DAE, as avaliações foram feitas na sexta ramificação da planta de soja, na folha completamente expandida, compreendendo as medições de trocas gasosas para estimar as variáveis de taxa fotossintética (A , $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), condutância estomática (g_s , $\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), taxa transpiratória (E , $\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) e a relação entre a concentração interna e externa de CO_2 (C_i/C_a). As medições foram feitas utilizando analisador de gases ao infravermelho (LI-6400XTR, Licor®, Lincoln, Nebraska, EUA). As medições foram feitas entre 8 e 12 h, em campo, utilizando radiação fotossinteticamente ativa (PAR) constante ($1000 \mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), concentração atmosf\u00e9rica de CO_2 (C_a) ($\sim 409 \mu\text{mol mol}^{-1}$), temperatura ($\sim 25 \text{ }^\circ\text{C}$) e umidade ambiente (46 – 67 %).

Ap\u00f3s as avalia\u00e7\u00f5es fisiol\u00f3gicas, por ocasi\u00e3o da colheita, foram determinados a altura de plantas, massa seca do caule, massa seca das folhas, massa seca, n\u00famero m\u00e9dio de ramos laterais e folhas, di\u00e2metro do caule, \u00e1rea foliar e massa seca da raiz da soja. A altura de plantas foi obtida pela m\u00e9dia das duas plantas de cada vaso, mensuradas com r\u00e9gua graduada em cent\u00edmetros, aos 60 DAE. No momento da colheita, a parte a\u00e9rea foi cortada rente ao solo, contabilizado o n\u00famero de ramos e de folhas de cada planta, mensurados o comprimento e a largura de 10 fol\u00edolos (RITCHER et al., 2014) para determina\u00e7\u00e3o da \u00e1rea foliar. Mediu-se o di\u00e2metro do caule das duas

plantas, com o auxílio de paquímetro automático. As raízes da soja foram separadas das raízes da *Urochloa* spp. e levadas para a estufa a 65°C durante 72 horas e pesadas.

Também foram mensurados altura das plantas forrageiras, massa seca total da parte aérea, número médio de perfilhos e massa seca da raiz. A altura das plantas foi obtida pela média da proporção de plantas cada vaso, mensuradas com régua graduada em centímetros aos 60 DAE. No momento da colheita, a parte aérea foi cortada rente ao solo e contabilizado o número médio de perfilhos. As raízes da planta forrageira foram separadas das raízes da soja e levadas para a estufa a 65°C, durante 72 horas, sendo posteriormente pesadas.

As análises estatísticas foram feitas utilizando o programa estatístico SISVAR, versão 5.6, pela submissão dos resultados à análise de variância e, quando significativos, comparados pelo teste de F a 5% de probabilidade (FERREIRA, 2014).

Resultados e Discussão

Convivendo com *U. ruziziensis*, foram observadas interações entre as variáveis fisiológicas avaliadas na soja em função do uso de glifosato em subdose e a presença da forrageira para as variáveis taxa fotossintética (A), condutância estomática (g_s), taxa transpiratória (E) e relação C_i/C_a (Tabela 1). A subdose de glifosato suprimiu a interferência da planta forrageira, tendo as plantas de soja apresentado maiores valores para estas variáveis em comparação com a soja que conviveu com a forrageira na ausência de glifosato (Tabela 1). A aplicação do herbicida sobre a forrageira favorece o aproveitamento de recursos pela soja, como a água, luz e nutrientes (VIVIAN et al., 2013). Além disso, o comportamento fisiológico da soja sob competição está ligado à densidade populacional da cultura e da planta concorrente, ao período de convivência, ao tipo de espécie infestante e ao seu potencial competitivo com a cultura (FERREIRA et al., 2015).

Não houve interação entre o fator capacidade de campo, herbicida e planta forrageira, mas, analisando os fatores isolados, nota-se que houve efeitos para g_s em função da capacidade de campo e para g_s , E e relação C_i/C_a em função da aplicação da subdose de glifosato (Tabela 1). A competição da planta forrageira com a soja foi restringida pelo uso do herbicida, com isso evitou-se a ocorrência dos efeitos deletérios do déficit hídrico sobre a cultura. A maior capacidade de extração de água de algumas espécies de plantas daninhas aumenta suas chances de se estabelecer em áreas de cultivo (CRAINE; DYBZINSKI, 2013), podendo limitar a disponibilidade hídrica para a cultura, afetando seu crescimento e desenvolvimento, pela inibição da fotossíntese (LIMA et al., 2016).

Valores de g_s mais baixos para a condição de água na capacidade de campo em relação à condição de deficiência hídrica podem estar associados à competição da forrageira não suprimida com glifosato sobre a soja, podendo a deficiência hídrica também ter afetado a capacidade competitiva da forrageira quanto a esta variável. Deste modo, pode-se considerar que a competitividade da planta forrageira com a soja varia com a disponibilidade hídrica no solo. Contrariamente, algumas espécies podem causar mais danos à cultura sob déficit hídrico do que em condições hídricas adequadas (MACHADO et al., 2017).

Houve interação entre o uso do glifosato e níveis de água no solo para as variáveis A , g_s e E , avaliadas na soja que conviveu com *U. brizantha* cv. Marandu

(Tabela 1). Para a condição de água na capacidade de campo, observou-se que, nas condições em que a forrageira não foi suprimida pelo herbicida, menores valores de A , g_s e E foram encontrados na soja em comparação com a condição de convivência em que a forrageira foi suprimida. Sob condições de estresse, este comportamento não foi verificado, mostrando que o menor nível de água no solo afetou também a capacidade competitiva da forrageira. Plantas de soja convivendo com a forrageira apresentaram menor g_s em relação ao crescimento, livre de competição (Tabela 1).

A intensidade dos efeitos do déficit hídrico depende da espécie e dos diferentes mecanismos de adaptação, sendo que as espécies mais sensíveis competem menos por água do que as mais tolerantes, que têm maior capacidade de competição com a cultura (LIMA et al., 2016). Sendo assim, a capacidade de adaptação da espécie ao déficit hídrico é determinante para a manutenção da atividade fotossintética (VIVIAN et al., 2013). Em condições de competição, plantas que têm um eficiente controle estomático são mais competitivas em situações de restrição hídrica (FERREIRA et al., 2015).

Tabela 1–Taxa fotossintética (A), condutância estomática (g_s), taxa transpiratória (E), relação C_i/C_a de plantas de soja RR, cultivadas com e sem déficit hídrico, na ausência e presença e *Urochloa ruziziensis* (Ensaio 1) e *Urochloa brizantha* cv. Marandu (Ensaio 2) sem e com aplicação de subdose de glifosato, Rio Verde – GO, 2017

| Ensaio 1 – Estresse hídrico soja RR x <i>Urochloa ruziziensis</i> | | | | | | |
|---|----------------|----------------|--------|---------------------|----------|--------|
| Herbicidas | Forrageira | | Médias | Capacidade de Campo | | Médias |
| | Sem forrageira | Com forrageira | | 50% | 100% | |
| A (μmol m ⁻² s ⁻¹) | | | | | | |
| Sem Herbicida | 18,02aA | 15,30bA | 16,65 | 17,78 | 15,53 | 16,65b |
| Com herbicida | 17,40aA | 19,56aA | 18,48 | 18,45 | 18,51 | 18,48a |
| Médias | 17,71 | 17,43 | | 18,11 | 17,02 | |
| CV(%) | | | 17,82 | | | |
| G _s (mol m ⁻² s ⁻¹) | | | | | | |
| Sem Herbicida | 0,33aA | 0,26bA | 0,30 | 0,35 | 0,24 | 0,30b |
| Com herbicida | 0,32aA | 0,40aA | 0,36 | 0,38 | 0,34 | 0,36a |
| Médias | 0,32 | 0,33 | | 0,36A | 0,30B | |
| CV(%) | | | 27,31 | | | |
| E (mmol m ⁻² s ⁻¹) | | | | | | |
| Sem Herbicida | 3,64aA | 3,04bA | 3,34 | 3,80 | 2,88 | 3,34b |
| Com herbicida | 3,51aB | 4,33aA | 3,92 | 4,09 | 3,75 | 3,92a |
| Médias | 7,15 | 3,68 | | 3,94 | 3,31 | |
| CV(%) | | | 21,85 | | | |
| C _i /C _a | | | | | | |
| Sem Herbicida | 0,75aA | 0,72bA | 0,73 | 0,76 | 0,71 | 0,73b |
| Com Herbicida | 0,74aB | 0,77aA | 0,76 | 0,77 | 0,74 | 0,76a |
| Médias | 0,74 | 0,74 | | 0,76 | 0,72 | |
| CV(%) | | | 4,17 | | | |
| Ensaio 2 – Estresse hídrico soja RR x <i>Urochloa brizantha</i> cv. Marandu | | | | | | |
| A (μmol m ⁻² s ⁻¹) | | | | | | |
| Sem Herbicida | 16,14 | 12,93 | 14,53 | 15,41 aA | 13,66 bA | 14,53 |
| Com Herbicida | 16,42 | 16,14 | 16,28 | 14,81 aA | 17,75 aA | 16,28 |
| Médias | 16,28 | 14,53 | | 15,11 | 15,70 | |
| CV(%) | | | 21,12 | | | |
| G _s (mol m ⁻² s ⁻¹) | | | | | | |
| Sem Herbicida | 0,31 | 0,21 | 0,26 | 0,27 aA | 0,24 bA | 0,26 |
| Com Herbicida | 0,28 | 0,27 | 0,27 | 0,33aA | 0,22aB | 0,27 |
| Médias | 0,29 A | 0,24 B | | 0,30 | 0,23 | |
| CV(%) | | | 28,56 | | | |
| E (mmol m ⁻² s ⁻¹) | | | | | | |
| Sem Herbicida | 3,42 | 2,59 | 3,01 | 3,18 aA | 2,83 bA | 3,01 |
| Com Herbicida | 3,31 | 3,31 | 3,31 | 2,77 aB | 3,85 aA | 3,31 |
| Médias | 3,36 | 2,95 | | 2,97 | 3,34 | |
| CV(%) | | | 24,78 | | | |

¹Médias seguidas pela mesma letra minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas são estatisticamente iguais pelo teste F (p<0,05).

No caso das plantas de soja que conviveram com *Urochloa brizantha* cv. Marandu, houve interação entre os fatores glifosato, planta forrageira e capacidade de campo para a relação C_i/C_a(Figura 1). Observou-se também que a dose utilizada do herbicida foi capaz de suprimir a interferência da forrageira sobre a cultura na relação C_i/C_a(Tabela2). Resposta contrária foi observada por Ferreira et al. (2015), que

verificaram que a interferência de *Urochloa brizantha* foi mais prejudicial às características fisiológicas das plantas de soja BRS 243RR, assim como o aumento da densidade da planta daninha, que afetaram negativamente a atividade fotossintética da cultura.

A relação Ci/Ca foi superior quando as plantas de soja não estavam competindo com *U. brizantha* e não receberam aplicação de glifosato, diferentemente daquele resultado encontrado naquelas plantas que estavam na presença da planta forrageira e sem o glifosato e com 100% de capacidade de campo, que apresentaram valores estatísticos inferiores. Ainda nessas condições de capacidade de campo, com a presença da planta forrageira e a aplicação do glifosato, os resultados foram superiores na comparação das plantas que não receberam aplicação de glifosato. A aplicação de glifosato interferiu na competitividade da forrageira, tendo as plantas mantidas na capacidade de campo mostrado como resultado valores maiores. Pelo que foi observado, a presença déficit hídrico com três plantas vaso⁻¹ foi suficiente para afetar a fisiologia da planta (Tabela 2).

O incremento da relação Ci/Ca, quando as plantas de soja foram submetidas à competição com a forrageira, mostra a tentativa da planta de escapar da alteração dos recursos ambientais. A alteração nos componentes fisiológicos indica que o aparato fotossintético está em pleno funcionamento, sendo a redução da taxa fotossintética consequência da redução da concentração de CO₂ na câmara subestomática. Como forma de evitar o estresse, a planta promoveu maior fechamento estomático (FERREIRA et al., 2015).

Tabela 2 – Interação entre herbicida (HE) x forrageira (FO) *Urochloa brizantha* cv. Marandu, herbicida x capacidade de campo (CC) e forrageira *U. brizantha* cv. Marandu x capacidade de campo para a variável relação Ci/Ca de plantas de soja RR, Rio Verde – GO, 2017

| Herbicida | Forrageira | Capacidade de Campo | | Médias |
|---------------|----------------|-------------------------------|------------------|--------|
| | | 50% | 100% | |
| Sem glifosato | Sem forrageira | α 0,74 aA ¹ | α 0,77 aA | 0,75 |
| | Com forrageira | α 0,73 aA | α 0,68 bB | 0,71 |
| | Médias | 0,73 | 0,73 | 0,73 |
| Com glifosato | Sem forrageira | β 0,69 aB | α 0,75 aA | 0,72 |
| | Com forrageira | α 0,70 aA | β 0,76 aA | 0,73 |
| | Médias | 0,69 | 0,75 | 0,72 |

¹Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de F ($p < 0,05$). Médias seguidas das mesmas letras gregas (α ou β) não diferem estatisticamente entre si

pelo teste de F ($p < 0,05$), quando se comparam as médias da ausência e da presença de herbicida dentro dos fatores forrageira x capacidade de campo.

Na convivência de *U. ruziziensis* com soja, foi observada interação entre os fatores herbicida e planta forrageira para o NMF e NMRL e a AF (Tabela 3). Isoladamente, foram observados efeitos significativos da MSC e MSTF de soja quando a forrageira foi suprimida pela ação do herbicida, e MSR e AF, independentemente da ação dos demais fatores, foram influenciadas pelos níveis de água no solo (Tabela 3 e 4).

A presença de três plantas por vaso de *U. ruziziensis* convivendo com a soja sem supressão reduziu o NMF e o NMRL e, conseqüentemente, a AF, diminuindo a capacidade fotossintética das plantas de soja. *Urochloa ruziziensis* é uma espécie de fisiologia C_4 , que requer mais energia que a soja no processo carboxilativo, e como toda a energia é proveniente da luz, a redução do acesso da soja à luz favoreceu a forrageira. A AP e o DC não foram influenciados pelos tratamentos.

De acordo com Fioreze et al. (2011), o rendimento da soja é altamente afetado pela deficiência de água no solo. Segundo os autores, o déficit hídrico afetou de maneira distinta as variedades de soja, e a cultivar CD 202 apresentou melhor comportamento em relação ao CD 201 e 217, e para estas variedades a queda acentuada foi verificada nos primeiros três dias de estresse e com pouca recuperação após a reidratação. O período mais sensível ao déficit hídrico é no estágio de formação e enchimento das vagens e menos sensível no estágio vegetativo e floração (PEJIC et al., 2011). Nesta pesquisa, o estresse ocorrido na fase reprodutiva afetou significativamente a AF e a MSR da soja em relação às plantas desenvolvidas na capacidade de campo (Tabela 4). De acordo com He et al. (2017), cerca de 30 % do estresse hídrico nas plantas de soja provocou redução de 31% no total de raízes da cultura (HE et al., 2017). No entanto, a massa seca de raiz não é considerada bom traço para avaliar a tolerância à seca (THU et al., 2014).

Tabela 3– Altura de planta (AP), diâmetro do caule (DC), número médio de folhas (NMF), número médio de ramos laterais (NMRL), massa seca do total de folhas (MSTF), massa seca do caule (MSC), massa seca da raiz (MSR) e área foliar (AF) de plantas de soja RR, cultivadas com e sem estresse hídrico, na presença e ausência de *Urochloa ruziziensis*, com e sem aplicação de aplicação de subdose de glifosato, Rio Verde – GO, 2017

| Experimento 1 – Estresse hídrico soja RR x <i>Urochloa ruziziensis</i> | | | |
|--|----------------|----------------|---------|
| Herbicidas | Forrageira | | Médias |
| | Sem forrageira | Com forrageira | |
| AP (cm) | | | |
| Sem Herbicida | 29,01 | 26,89 | 27,95 |
| Com herbicida | 29,29 | 28,03 | 28,66 |
| Médias | 29,15 | 27,46 | |
| CV (%) | | 10,52 | |
| DC (mm) | | | |
| Sem Herbicida | 5,33 | 4,90 | 5,12 |
| Com herbicida | 5,33 | 5,48 | 5,41 |
| Médias | 5,33 | 5,19 | |
| CV (%) | | 13,09 | |
| NMF | | | |
| Sem Herbicida | 43,90aA | 28,40bB | 36,15 |
| Com herbicida | 45,60aA | 47,05aA | 46,32 |
| Médias | 44,75 | 37,72 | |
| CV (%) | | 26,50 | |
| NMRL | | | |
| Sem Herbicida | 12,00aA | 8,90aB | 10,45a |
| Com herbicida | 10,30aA | 10,05aA | 10,18a |
| Médias | 11,15 | 9,47 | |
| CV (%) | | 19,98 | |
| MSTF (g vaso ⁻¹) | | | |
| Sem Herbicida | 2,80 | 1,77 | 2,28 |
| Com herbicida | 2,90 | 2,95 | 2,92 |
| Médias | 2,85 | 2,36 | |
| CV (%) | | 34,94 | |
| MSC (g vaso ⁻¹) | | | |
| Sem Herbicida | 4,30 | 3,32 | 3,80 |
| Com herbicida | 4,49 | 4,61 | 4,54 |
| Médias | 4,39 | 3,96 | |
| CV (%) | | | |
| MSR (g vaso ⁻¹) | | | |
| Sem Herbicida | 2,72 | 3,11 | 2,92 |
| Com herbicida | 2,83 | 2,89 | 2,86 |
| Médias | 2,77 | 3,00 | |
| CV (%) | | 33,05 | |
| AF (cm ²) | | | |
| Sem Herbicida | 1674,70aA | 763,80bB | 1219,30 |
| Com herbicida | 1401,20aA | 1440,10aA | 1420,60 |
| Médias | 1537,95 A | 1101,95 B | 1319,95 |
| CV (%) | | 37,27 | |

¹Médias seguidas pela mesma letra minúsculas entre linhas e maiúsculas entre colunas são estatisticamente iguais pelo teste F (p<0,05).

Tabela 4– Altura de planta (AP), diâmetro do caule (DC), número médio de folhas (NMF), número médio de ramos laterais (NMRL), massa seca do total de folhas (MSTF), massa seca do caule (MSC), massa seca da raiz (MSR) e área foliar (AF) de plantas de soja RR, cultivadas com e sem estresse hídrico, na presença e ausência de *Urochloa ruziziensis*, com e sem aplicação de subdose de glifosato, Rio Verde – GO, 2017

| Experimento 1 – Estresse hídrico soja RR x <i>Urochloa ruziziensis</i> | | | | | | |
|--|---------------------|----------|----------|---------------------|----------|----------|
| Herbicidas | Capacidade de Campo | | Médias | Capacidade de Campo | | Médias |
| | Sem Forrageira | | | Com Forrageira | | |
| | 50% | 100% | | 50% | 100% | |
| AP (CM) | | | | | | |
| Sem Herbicida | 28,34 | 29,69 | 29,01a | 25,58 | 28,20 | 26,89a |
| Com Herbicida | 29,16 | 29,42 | 29,29a | 26,74 | 29,33 | 28,03a |
| Médias | 28,75A | 29,55A | | 26,16A | 28,76A | |
| CV(%) | | | | | | 10,52 |
| DH (MM) | | | | | | |
| Sem Herbicida | 5,22 | 5,44 | 5,33a | 4,69 | 5,12 | 4,90a |
| Com Herbicida | 5,26 | 5,40 | 5,33a | 5,35 | 5,61 | 5,48a |
| Médias | 5,24A | 5,42A | | 5,02A | 5,36A | |
| CV(%) | | | | | | 13,09 |
| NMF | | | | | | |
| Sem Herbicida | 44,10 | 43,70 | 43,90a | 23,30 | 33,50 | 28,40b |
| Com Herbicida | 42,90 | 48,30 | 45,60a | 39,00 | 55,10 | 47,05a |
| Médias | 43,50A | 46,00A | | 31,15A | 44,30A | |
| CV(%) | | | | | | 26,50 |
| NMRL | | | | | | |
| Sem Herbicida | 11,90 | 12,10 | 12,00a | 7,90 | 9,90 | 8,90a |
| Com Herbicida | 9,90 | 10,70 | 10,30a | 9,30 | 10,80 | 10,05a |
| Médias | 10,90A | 12,40A | | 8,60A | 10,35A | |
| CV(%) | | | | | | 19,98 |
| MSTF (g vaso ⁻¹) | | | | | | |
| Sem Herbicida | 2,74 | 2,86 | 2,80a | 1,24 | 2,30 | 1,77b |
| Com Herbicida | 2,79 | 3,01 | 2,90a | 2,23 | 3,68 | 2,95a |
| Médias | 2,76A | 2,93A | | 1,73B | 2,99A | |
| CV(%) | | | | | | 34,94 |
| MSC (g vaso ⁻¹) | | | | | | |
| Sem Herbicida | 4,27 | 4,32 | 4,29a | 2,81 | 3,83 | 3,32b |
| Com Herbicida | 4,32 | 4,65 | 4,48a | 3,87 | 5,36 | 4,61a |
| Médias | 4,29A | 4,48A | | 3,34B | 4,59A | |
| CV(%) | | | | | | 25,51 |
| MSR (g vaso ⁻¹) | | | | | | |
| Sem Herbicida | 2,53 | 2,92 | 2,72a | 2,31 | 3,91 | 3,11a |
| Com Herbicida | 2,64 | 3,02 | 2,83a | 2,25 | 3,53 | 2,89a |
| Médias | 2,58A | 2,97A | | 2,28B | 3,72A | |
| CV(%) | | | | | | 33,05 |
| AF (cm ²) | | | | | | |
| Sem Herbicida | 1581,70 | 1767,74 | 1674,72a | 524,08 | 1003,48 | 763,78a |
| Com Herbicida | 1345,39 | 1456,95 | 1401,17a | 1076,62 | 1803,51 | 1440,06a |
| Médias | 1463,54A | 1612,34A | | 800,35B | 1403,49A | |
| CV(%) | | | | | | 37,27 |

¹Médias seguidas pela mesma letra minúsculas entre linhas e maiúsculas entre colunas são estatisticamente iguais pelo teste F (p<0,05).

Na convivência de *U. brizantha* cv. Marandu com plantas de soja, foi observada interação significativa somente para NMF em relação à convivência da planta forrageira e ao uso de glifosato (Tabela 5). Isoladamente, o uso de subdose de glifosato proporcionou na soja maiores valores de AF, MSR, MSC, MSTF e NMF em função do retardo ocasionado na forrageira (Tabela 5). A presença da forrageira convivendo com a soja afetou o NMF e a MSR, enquanto o déficit hídrico afetou a MSR e a MSTF das plantas de soja.

Tabela 5- Altura de planta (AP), diâmetro do caule (DC), número médio de folhas (NMF), número médio de ramos laterais (NMRL), massa seca do total de folhas (MSTF), massa seca do caule (MSC), massa seca da raiz (MSR), área foliar (AF) e clorofila total (CT) de plantas de soja RR, cultivadas com e sem estresse hídrico, na presença e ausência de *Urochloa brizantha* cv. Marandu, com e sem aplicação de subdose de glifosato, Rio Verde – GO, 2017

| Experimento 2 – Estresse hídrico soja RR x <i>Urochloa brizantha</i> cv. Marandu | | | |
|--|----------------|----------------|---------|
| Herbicidas | Forrageira | | Médias |
| | Sem forrageira | Com forrageira | |
| AP (cm) | | | |
| Sem Herbicida | 29,35 | 29,22 | 29,28 |
| Com herbicida | 31,53 | 30,00 | 30,77 |
| Médias | 30,44 | 29,61 | |
| CV (%) | | 8,60 | |
| DC (mm) | | | |
| Sem Herbicida | 5,12 | 4,74 | 4,93 |
| Com herbicida | 5,29 | 5,27 | 5,28 |
| Médias | 5,20 | 5,00 | |
| CV (%) | | 12,09 | |
| NMF | | | |
| Sem Herbicida | 42,95bA | 32,15bB | 37,55 |
| Com herbicida | 48,85aA | 51,00aA | 49,92 |
| Médias | 44,95 | 41,57 | |
| CV(%) | | 21,34 | |
| NMRL | | | |
| Sem Herbicida | 10,35 | 9,45 | 9,90 |
| Com herbicida | 10,80 | 10,50 | 10,65 |
| Médias | 10,57 | 9,97 | |
| CV(%) | | 16,86 | |
| MSTF (g vaso ⁻¹) | | | |
| Sem Herbicida | 2,88 | 2,17 | 2,52 |
| Com Herbicida | 3,58 | 3,44 | 3,51 |
| Médias | 3,23 | 2,80 | |
| CV(%) | | 30,61 | |
| MSC (g vaso ⁻¹) | | | |
| Sem Herbicida | 4,48 | 3,81 | 4,14 |
| Com Herbicida | 5,39 | 4,90 | 5,14 |
| Médias | 4,93 | 4,35 | |
| CV(%) | | 25,07 | |
| MSR (g vaso ⁻¹) | | | |
| Sem Herbicida | 3,69 | 2,52 | 3,10 |
| Com Herbicida | 3,93 | 3,50 | 3,71 |
| Médias | 3,81 A | 3,01 B | |
| CV(%) | | 24,98 | |
| AF (cm ²) | | | |
| Sem Herbicida | 1469,25 | 1175,30 | 1322,27 |
| Com Herbicida | 1784,30 | 2055,13 | 1919,97 |
| Médias | 1626,77 | 1615,21 | |
| CV(%) | | 38,85 | |

¹Médias seguidas pela mesma letra minúsculas entre linhas e maiúsculas entre colunas são estatisticamente iguais pelo teste F (p<0,05).

Tabela 6 - Altura de planta (AP), diâmetro do caule (DC), número médio de folhas (NMF), número médio de ramos laterais (NMRL), massa seca do total de folhas (MSTF), massa seca do caule (MSC), massa seca da raiz (MSR), área foliar (AF) e clorofila total (CT) de plantas de soja RR, cultivadas com e sem estresse hídrico, na presença e ausência de *Urochloa brizantha* cv. Marandu, com e sem aplicação de subdose de glifosato, Rio Verde – GO, 2017

| Experimento 2 – Estresse hídrico soja RR x <i>Urochloa brizantha</i> cv. Marandu | | | | | | |
|--|---------------------|---------|---------|---------------------|---------|---------|
| Herbicidas | Capacidade de Campo | | Médias | Capacidade de Campo | | Médias |
| | Sem Forrageira | | | Com Forrageira | | |
| | 50% | 100% | | 50% | 100% | |
| AP (CM) | | | | | | |
| Sem Herbicida | 28,75 | 29,96 | 29,35 | 27,76 | 30,68 | 29,22 |
| Com Herbicida | 32,20 | 30,87 | 31,53 | 28,91 | 31,10 | 30,00 |
| Médias | 30,47 | 30,41 | | 28,33 | 30,89 | |
| CV(%) | 8,60 | | | | | |
| DC (MM) | | | | | | |
| Sem Herbicida | 5,05 | 5,12 | 5,085 | 4,38 | 5,11 | 4,74 |
| Com Herbicida | 5,47 | 5,19 | 5,33 | 5,10 | 5,44 | 5,27 |
| Médias | 5,26 | 5,16 | | 4,74 | 5,27 | |
| CV(%) | 12,09 | | | | | |
| NMF | | | | | | |
| Sem Herbicida | 41,00 | 44,90 | 42,95 | 31,60 | 32,70 | 32,15 |
| Com Herbicida | 49,50 | 48,20 | 48,85 | 46,10 | 55,90 | 51,00 |
| Médias | 45,25 | 46,55 | | 38,85 | 44,30 | |
| CV(%) | 21,34 | | | | | |
| NMRL | | | | | | |
| Sem Herbicida | 10,20 | 10,50 | 10,35 | 9,00 | 9,90 | 9,45 |
| Com Herbicida | 11,10 | 10,50 | 10,80 | 10,10 | 10,90 | 10,50 |
| Médias | 10,65 | 10,50 | | 9,55 | 10,40 | |
| CV(%) | 16,86 | | | | | |
| MSTF (g vaso ⁻¹) | | | | | | |
| Sem Herbicida | 6,93 | 8,97 | 7,95 | 5,76 | 7,33 | 6,54 |
| Com Herbicida | 10,13 | 9,08 | 9,60 | 7,66 | 10,09 | 8,87 |
| Médias | 8,53 | 9,02 | | 6,71 | 8,71 | |
| CV(%) | 30,61 | | | | | |
| MSC (g vaso ⁻¹) | | | | | | |
| Sem Herbicida | 3,93 | 5,03 | 4,48 | 3,33 | 4,29 | 3,81 |
| Com Herbicida | 5,83 | 4,95 | 5,39 | 4,22 | 5,58 | 4,90 |
| Médias | 4,88 | 4,99 | | 3,77 | 4,93 | |
| CV(%) | 25,07 | | | | | |
| MSR (g vaso ⁻¹) | | | | | | |
| Sem Herbicida | 3,35 | 4,05 | 3,70 | 2,20 | 2,83 | 2,51 |
| Com Herbicida | 3,82 | 4,04 | 3,93 | 3,05 | 3,94 | 3,49 |
| Médias | 3,58 | 4,04 | | 2,62 | 3,38 | |
| CV(%) | 24,98 | | | | | |
| AF (cm ²) | | | | | | |
| Sem Herbicida | 1370,94 | 1567,55 | 1469,24 | 1191,53 | 1159,06 | 1175,29 |
| Com Herbicida | 1864,73 | 1704,92 | 1784,82 | 1479,25 | 2631,01 | 2055,13 |
| Médias | 1617,83 | 1636,23 | | 1335,39 | 1895,03 | |
| CV(%) | 38,85 | | | | | |

¹Médias seguidas pela mesma letra minúsculas entre linhas e maiúsculas entre colunas são estatisticamente iguais pelo teste F (p<0,05).

A aplicação de glifosato foi eficaz na supressão de ambas as forrageiras consorciadas com plantas de soja, em decorrência da redução da AP, NPP, MSPA e MSR (Tabela 7). Não foi observado para estas variáveis efeito da interação entre uso do produto e níveis de água no solo. Pezzopane et al. (2015), avaliando vários genótipos de *U. brizantha* quanto à deficiência hídrica, observaram que a cultivar Marandu foi a mais afetada, com redução de 34% na produção desta espécie. Kroth et al. (2015) e Santos et al. (2013) afirmaram que *U. brizantha* cv. Marandu é sensível ao déficit hídrico e, nesta condição, ela desenvolve um sistema radicular profundo como mecanismo de adaptação de plantas tolerantes ao estresse hídrico.

Tabela 7 - Número de perfilhos planta⁻¹ (NPP), massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca da raiz (MSR) de plantas de soja RR, cultivadas com e sem estresse hídrico, na presença e ausência de *Urochloa ruziziensis* e *Urochloa brizantha* cv. Marandu, com e sem aplicação de subdose de glifosato, Rio Verde – GO, 2017

| Experimento 1 – Estresse hídrico soja RR x <i>Urochloa ruziziensis</i> | | | |
|--|---------------------|-------|---------|
| Herbicidas | Capacidade de Campo | | Médias |
| | 50 % | 100 % | |
| AP (cm) | | | |
| Sem Herbicida | 37,45 | 39,61 | 38,53 a |
| Com herbicida | 16,47 | 19,07 | 17,77 b |
| Média | 26,96 | 29,34 | |
| CV(%) | 17,01 | | |
| NPP (n° planta ⁻¹) | | | |
| Sem Herbicida | 2,73 | 2,40 | 2,56a |
| Com herbicida | 1,33 | 1,26 | 1,30b |
| Média | 2,03 | 1,83 | |
| CV(%) | 26,43 | | |
| MSPA (g vaso ⁻¹) | | | |
| Sem Herbicida | 2,68 | 3,06 | 2,87 a |
| Com herbicida | 0,23 | 0,23 | 0,23 b |
| Média | 1,46 | 1,64 | |
| CV(%) | 39,63 | | |
| MSR (g vaso ⁻¹) | | | |
| Sem Herbicida | 1,93 | 2,00 | 1,97 a |
| Com herbicida | 0,14 | 0,12 | 0,13 b |
| Média | 1,03 | 1,06 | |
| CV(%) | 55,94 | | |
| Experimento 2 – Estresse hídrico soja RR x <i>Urochloa brizantha</i> cv. Marandu | | | |
| AP (cm) | | | |
| Sem Herbicida | 41,59 | 45,81 | 43,70 a |
| Com herbicida | 17,98 | 18,4 | 18,19 a |
| Média | 29,79 | 32,11 | |
| CV(%) | 24,19 | | |
| NPP (n° planta ⁻¹) | | | |
| Sem Herbicida | 3,07 | 3,27 | 3,17 a |
| Com herbicida | 1,67 | 1,87 | 1,77 b |
| Média | 2,37 | 2,57 | |
| CV(%) | 17,87 | | |
| MSPA (g vaso ⁻¹) | | | |
| Sem Herbicida | 3,35 | 4,37 | 3,86 a |
| Com herbicida | 0,33 | 0,53 | 0,43 b |
| Média | 1,84 | 2,45 | |
| CV(%) | 40,77 | | |
| MSR (g vaso ⁻¹) | | | |
| Sem Herbicida | 2,84 | 3,52 | 3,18 a |
| Com herbicida | 0,25 | 0,42 | 0,34 b |
| Média | 1,55 | 1,97 | |
| CV(%) | 54,72 | | |

¹Médias seguidas pela mesma letra entre aslinhas são estatisticamente iguais pelo teste F (p<0,05).

Conclusões

O uso de glifosato suprimiu a capacidade competitiva das forrageiras, beneficiando a soja em convivência. Na ausência da supressão, as forrageiras afetaram as variáveis fisiológicas e morfológicas da soja, sendo a *U. ruziziensis*, a mais competitiva.

O déficit hídrico afetou somente as características fisiológicas e morfológicas da soja, principalmente a massa seca das raízes, sem interferir no crescimento das forrageiras.

Considerações Finais

A aplicação de 120 g de e. a ha⁻¹ reduziu a competição da forrageira com a cultura da soja RR. Na ausência da supressão, as forrageiras afetaram as variáveis fisiológicas e morfológicas da soja.

As densidades de 4 e 6 plantas vaso⁻¹ promoveram alterações na maioria dos índices produtivos da soja.

Com 10 dias de déficit hídrico, foram notadas alterações nas características morfológicas e fisiológicas da cultura da soja RR.

Referências Bibliográficas

ABEBOYE, O. B.; SCHULTZ, B.; ADEKALU, K. O.; PRASAD, K. Soil water storage, yield, water productivity, and transpiration efficiency of soybeans (*Glyxine max L. Merr*) as effected by soil surface management in Ile-Ife, Nigeria. **International Soil and Water Conservation Research**, n.2, p.141-150, 2017.

BUSKE, T. C.; ROBAINA, A. D.; PEITER, M. X.; NUNES, M. S. Avaliação do desempenho do método das pesagens para a determinação da umidade do solo. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v.7, n.6, p.340-348, 2013.

CRAINE, J.M.; DYBZINSKI, R. Mechanisms of plan competition for nutrients, water and light. **Functional Ecology**, v.27, p.833-840, 2013.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a guide for its bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e Agrotecnologia**, v.38, n.2, 2014.

FERREIRA, E. A.; ASPIAZÚ, I.; GALON, L.; CONCENÇO, G.; SILVA, A. F.; REIS, L. A. C. Características fisiológicas da soja em relação a espécies de plantas daninhas. **Revista Trópica - Ciências Agrárias e Biológicas**, v.5, n.1, p.39, 2011.

FERREIRA, E. A.; MATOS, C. DA C. DE.; BARBOSA, E. A.; MELO, C. A. D.; SILVA, D. V.; SANTOS, J. B. Aspectos fisiológicos de soja transgênica submetida à competição com plantas daninhas. **Revista de Ciências Agrárias/Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences**, v.58, n.2, p.115-121, 2015.

DE FREITAS, R. M. O.; DOMBROSKI, J. L. J.; DE FREITAS, F. C. L.; NOGUEIRA, N. W.; PINTO, J. R. DE SOUZA. Physiological responses of cowpea under stress and rewatering in no-tillage and conventional tillages systems. **Revista Caatinga**, v.30, n.3, p.559-567, 2017.

GAVA, R.; LIMA, S. DE.; SANTOS, O. F. DOS.; ANSELMO, J. L.; COTRIM, M. F.; KUHN, I. E. Waterdepths for different soybean cultivars in Center pivot. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, n.1, p.10-15, 2018.

GUSMÃO, G. A.; RONDON NETO, R. M.; YAMASHITA, O. M. Deriva simulada de glyphosate em plantas jovens de jenipapo (*Genipa americana* L.). **Revista Brasileira de Herbicidas**, n.1, p.13-19, 2011.

HE, J.; JIN, Y.; DU, Y-L.; WANG, T.; TURNER, N. C.; YANG, R-P.; SIDDIQUE, K. H. M.; LI, F-M. Genotypic variation in yield, yield components, root morphology and architecture, in soybean in relation to water and phosphorus supply. **Frontiers in Plant Science**, v.8, p.1-11, 2017.

HIRAKURI, M. H. Impactos econômicos de estresses na produção de soja da safra 2015/16. **Circular Técnica 125-Embrapa**, 2016. 7p.

KROTH, B. E.; BONFIM-SILVA, E. M.; DA SILVA, T. J.; KOETZ, T. J. A.; KOETZ, M.; SCHLICHTING, A. F. Cultivares de *Brachiaria brizantha* sob diferentes disponibilidades hídricas em Neossolo Flúvico. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.19, n.5, p.464-469, 2015.

LIMA, M.F.P.; DOMBROSKI, J.L.D.; FREITAS, F.C.L.; PINTO, J.R.S.; SILVA, D.V. Weed growth and dry matter partition under water restriction. **Planta Daninha**, v.34, n.4, p.701-707, 2016.

LISAR, S. Y. S.; MOTAFAKKERAZAD, R.; HOSSAIN, M. M.; RAHMAN, I. M. M (2012). Water stress in Plants: Causes, effects and responses. Em: Rahaman, I. M. M and Hasegawa, H. *Water Stress*, InTech, Croácia, p. 01-14.

MACHADO, L. A. Z.; CECATO, U.; COMUNELLO, E.; CONCENÇO, G.; CECCON, G. Estabelecimento de forrageiras perenes em consórcio com soja, para sistemas integrados de produção agropecuária. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, n.7, p.521-529, 2017.

PEJIC, B.; MAKSIMOVIC, L.; CIMPEANU, S.; BUCUR, D.; MILIC, S.; CUPINA, B. Response of soybean to water stress at specific growth stages. **Journal of food, agriculture and environment**, v.9, n.1, p.280-284, 2011.

PEZZOPANE, C. G.; SANTOS, P. M.; CRUZ, P. G.; ALTOÉ, J.; RIBEIRO, F. A.; VALLE, C. B. Estresse por deficiência hídrica em genótipos de *Brachiaria brizantha*. **Ciência Rural**, v.45, n.5, p.871-876, 2015.

RICHTER, G. L.; JÚNIOR, A. Z.; STRECK, A. N.; GUEDES, J. V. C.; KRAULICH, B.; DA ROCHA, T. S. M.; WINCH, J. E. M.; CERA, J. C. Estimativa da área de folhas de cultivares antigas e modernas de soja por método não destrutivo. **Bragantia**, v.73, n.4, p.416-425, 2014.

RODRIGUES, T. R.; CASAROLI, D.; EVANGELISTA, A. W. P.; JÚNIOR, J. A. Water availability to soybean crop as a function of the least limiting water range and evapotranspiration. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, n.2, p.161-167, 2017.

SANTOS, P. M.; DA CRUZ, P. G.; DE ARAUJO, L. C.; PEZZOPANE, J. R. M.; DO VALLE, C. B.; PEZZOPANE, C. DE GASPARI. Response mechanisms of *Brachiaria brizantha* cultivars to water deficit stress. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.42, n.11, p.767-773, 2013.

THU, N. B. A.; NGUYEN, Q. T.; HOANG, X. L. T.; THAO, N. P.; TRAN, L-S. P. Evaluation of drought tolerance of the Vietnamese soybean cultivars provides potential resources for soybean production and genetic engineering. **Bio Med Research International**, v.2014, p.1-10, 2014.

TIRONI, S. P.; GALON, L.; FARIA, A. T.; BELO, A. F.; SILVA, A. A.; BARBOSA, M. H. P. Eficiência de uma taxa de herbicida reduzida para controle de *Brachiaria brizantha* em cana-de-açúcar. **Planta daninha**, v.30, n.4, p.791-798, 2012.

VIVIAN, R.; DOURADO-NETO, D.; FILHO, R.V.; SILVA, A.A.; FRANCO, R.B.; CORREA, S.T.R. Interactions between soybean and weeds in a replacement series system, considering the effects of water stress. **Planta Daninha**, v.31, n.4, p.749-763, 2013.