

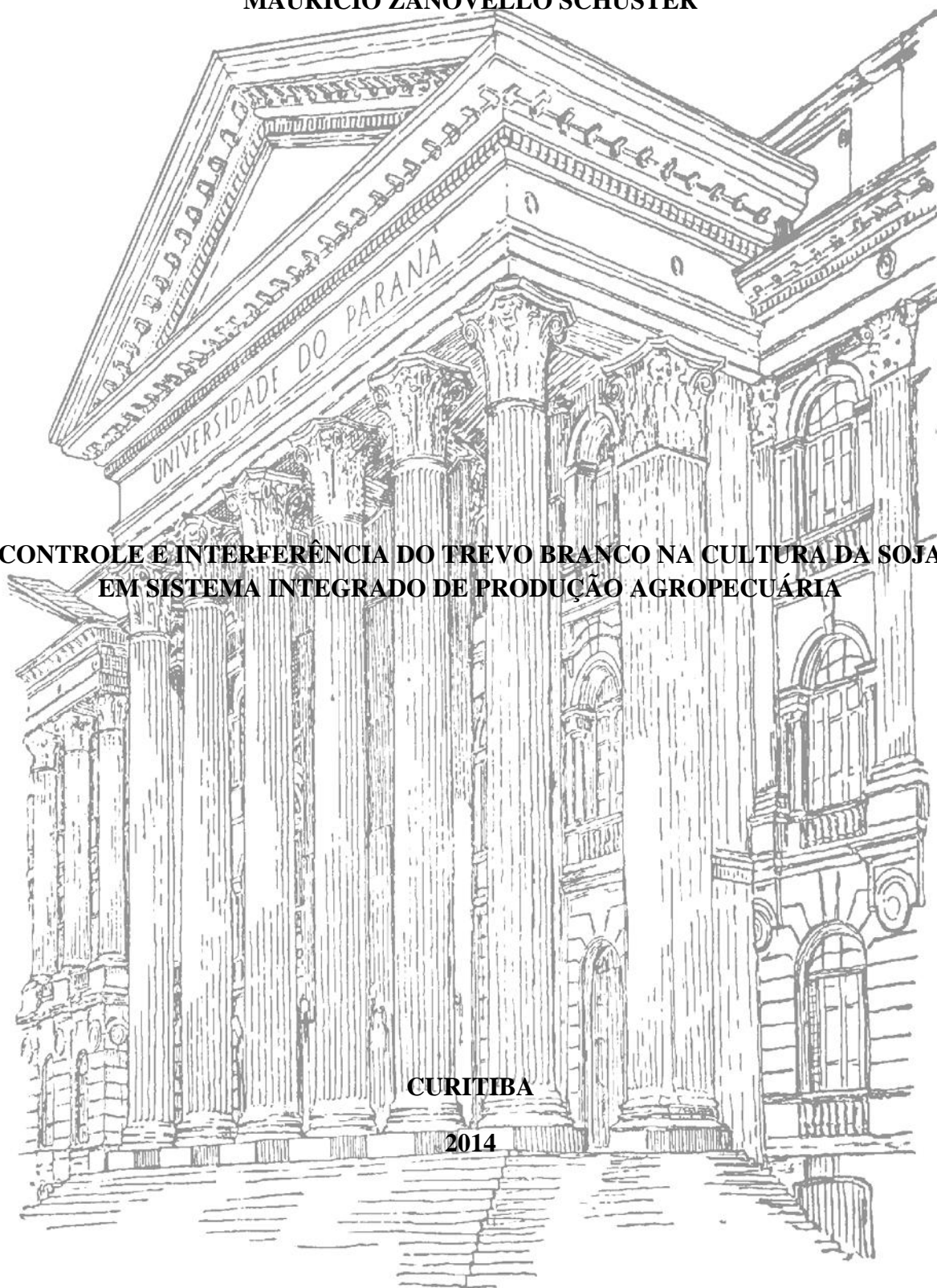
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

MAURÍCIO ZANOVELLO SCHUSTER

**CONTROLE E INTERFERÊNCIA DO TREVO BRANCO NA CULTURA DA SOJA
EM SISTEMA INTEGRADO DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA**

CURITIBA

2014



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA E FITOSSANITARISMO
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA - PRODUÇÃO VEGETAL

Maurício Zanovello Schuster

CONTROLE E INTERFERÊNCIA DO TREVO BRANCO NA CULTURA DA SOJA EM
SISTEMA INTEGRADO DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA

Curitiba, 2014

Maurício Zanovello Schuster

CONTROLE E INTERFERÊNCIA DO TREVO BRANCO NA CULTURA DA SOJA EM
SISTEMA INTEGRADO DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Área de Concentração em Produção Vegetal, Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Ciências.

Comitê de orientação: Dr. Adelino Pelissari, Dr. Sebastião Brasil Campos Lustosa, Dr. Anibal de Moraes e Dr. Edilson Batista de Oliveira

Curitiba, 2014



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
AGRONOMIA - PRODUÇÃO VEGETAL





PARECER


Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Agronomia - Produção Vegetal, reuniram-se para realizar a arguição da Dissertação de MESTRADO, apresentada pelo candidato **MAURICIO ZANOVELLO SCHUSTER**, sob o título "**CONTROLE E INTERFERÊNCIA DO TREVO BRANCO NA CULTURA DA SOJA EM SISTEMAS INTEGRADOS DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA**", para obtenção do grau de Mestre em Ciências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia - Produção Vegetal do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná.


Após haver analisado o referido trabalho e arguido o candidato são de parecer pela "**APROVAÇÃO**" da Dissertação.

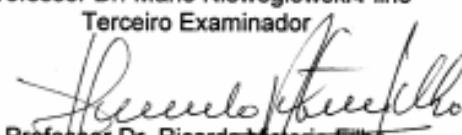
Curitiba, 08 de Agosto de 2014.


Professor Dr. Cícero Deschamps
Coordenador do Programa


Professor Dr. Sebastião Brasil Campos Lustosa
Primeiro Examinador


Professor Dr. Henrique Soares Koehler
Segundo Examinador


Professor Dr. Mario Nieweglowski Filho
Terceiro Examinador


Professor Dr. Ricardo Victoria Filho
Quarto Examinador


Professor Dr. Abelino Pelissari
Presidente da Banca e Orientador

Dedicatória: Dedico este trabalho a Deus, aos meus pais João Eloi e Jandira e a minha irmã Larissa.

AGRADECIMENTO

Agradeço, acima de tudo, a Deus.

Aos meus Pais João Eloi Schuster e Jandira Zanovello Schuster e a minha irmã Larissa Zanovello Schuster pelo amor e apoio incondicional.

Ao professor Dr. Adelino Pelissari pela amizade, orientação e por me ensinar a arte e beleza da docência.

Ao professor Dr. Sebastião Brasil Campos Lustosa pela amizade, confiança e orientação.

Ao professor Dr. Anibal de Moraes pela amizade e orientação.

Ao Dr. Gilles Lemaire por me mostrar a importância da construção do verdadeiro conhecimento.

Ao comitê de orientação, a Universidade Federal do Paraná e ao Programa de pós-graduação em Produção Vegetal, ao Dr. Edilson Batista, Dr. Luciano Farinha Watzlawick e Dr. Henrique Soares Koehler pelas valiosas discussões sobre o delineamento e análises estatísticas. Dr. Gaëtan Louarn pela ajuda na interpretação dos resultados. A CAPES pela concepção de bolsa e a Universidade Estadual do Centro Oeste, em nome da Dra. Deonisia Martinichen, pela estrutura física para execução do experimento, aos estagiários Bruno Sasso e Thayls Noro Vargas Lima pela ajuda na execução do experimento a campo e a todos que de uma maneira ou outra contribuíram para a execução deste trabalho.

Aos amigos Kaio Roger de Oliveira Ramalho, Leonardo Silvestri Symcak, Marcelo Welck, Antonio Marcos, Edegar Luiz Ianesko, pela amizade incondicional, confiança e por permitirem fugir da vida acadêmica nos momentos necessários.

Aos colegas de pós-graduação Leonardo Silvestri Symcak, Leonardo Deiss, Tiago Baldissera, Carlos Henrique Coimbra, Marcos Paladini, Gilmar Triches, Thales Portugal, Paulo Marques, Breno Menezes, Rúbia Dominschek, Aline Utima, Tatyanna Kaminski e Delma Silva pela amizade, apoio e convívio.

Muito obrigado!

"Educai as crianças, para que não seja necessário punir os adultos."

(Pitágoras)

CONTROLE E INTERFERÊNCIA DO TREVO BRANCO NA CULTURA DA SOJA EM SISTEMA INTEGRADO DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA

RESUMO

A busca por alternativas de produção sustentável na agricultura levou ao aparecimento dos sistemas integrados de produção agropecuária (SIPA). Estes sistemas têm uma característica marcante que é a sucessão entre culturas forrageiras e agrícolas. Contudo, as principais espécies forrageiras utilizadas, além de atender a alimentação animal, também podem se tornar plantas daninhas potenciais. Assim, para estabelecer um sistema adequado de produção, o monitoramento e controle de espécies forrageiras são essenciais. No clima subtropical, o SIPA com pastagens no inverno e cultivo de grãos no verão tem sido amplamente apontado como um modelo de produção agrícola importante. As Poáceas são as principais forrageiras hibernais nesses sistemas e sua combinação com Fabáceas é uma alternativa para aumentar a qualidade nutricional de pastagens de inverno, além da contribuição da fixação biológica de nitrogênio no sistema. O trevo branco (*Trifolium repens* L.) – TB, é uma Fabácea que pode ser utilizada amplamente na composição destes sistemas, no entanto, o ciclo de vida perene do TB e sua tolerância a uma ampla gama de herbicidas torna difícil o seu controle e cria a possibilidade de coexistência com a cultura de grãos subsequente, sendo seu controle necessário para evitar a redução de rendimento de grãos. Tendo por base a hipótese de que diferentes ingredientes ativos geram níveis diversos de controle do TB, um experimento foi conduzido em Guarapuava no estado do Paraná, Brasil (25 ° 23'36 "S, 51 ° 27'19" W), para avaliar sete herbicidas de aplicação em pós-emergentes, com ou sem aplicação sequencial de glifosato, mais dois tratamentos testemunhas (sem controle e controle completo do TB). Os tratamentos foram dispostos em esquema fatorial 7 x 2 + 2 em delineamento em blocos casualizados com três repetições. O objetivo foi gerar um gradiente de controle do TB, de modo a (i) compreender a interferência do TB no desenvolvimento e na produção de soja e (ii) identificar possíveis herbicidas em pós-emergência da soja, que controlam TB. O menor controle do TB resultou em menor nodulação da soja, o que afetou o desenvolvimento da cultura, e de forma significativa a redução na massa seca da parte aérea e radicular da planta. A redução do número de nós m⁻² afetou diretamente a produção de soja. Os herbicidas pós-emergentes glifosato (com duas aplicações sequenciais), chlorimuron-ethyl e lactofen, apresentaram um controle satisfatório do TB.

Palavras chave: Consórcio; *Trifolium repens* L.; *Glycine max* L.(Merrill); Herbicidas

WHITE CLOVER CONTROL AND INTERFERENCE IN SOYBEAN IN INTEGRATED CROP-LIVESTOCK SYSTEM

ABSTRACT

The search for more sustainable alternatives in agriculture led to an increase in the adoption of Integrated Crop-Livestock Systems (ICLS) and a striking feature of these systems is the succession between grasses and crops, and the main forage species used, besides the great forage potential, also have great potential as weeds. Thus, to establish an adequate system of production, monitoring and control of forage species is essential. In subtropical climates, ICLS with grazing in winter and grain production in summer have been widely adopted as an important agricultural model. Forages of the Poacea plant family are the main winter forage in those systems and their combination with white clover (*Trifolium repens* L.) (WC) is an alternative for increasing the nutritional quality of winter pastures in addition to the contribution of biological nitrogen fixation in the system. However, the perennial life cycle of WC and its tolerance to a wide range of herbicides turns difficult its control, creating the possibility of its coexistence with the subsequent grain crop, but its control is necessary to prevent grain yield reduction in the subsequent summer crop. Assuming that different active ingredients have generated levels of WC control, an experiment was conducted at Guarapuava in Paraná state, Brasil (25°23'36"S, 51°27'19"W) to evaluate even post-emergent herbicides, with or without sequential applications of glyphosate plus two control treatments (without WC control and complete WC control). Treatments were arranged in a 7 x 2 + 2 factorial in randomized complete block design with 3 replications. The aim was to generate a gradient of WC control so as to (i) understand the interference of WC on the development and production of soybean and (ii) identify possible post-emergence herbicides for soybeans that control WC. Less control of white clover resulted in lower soybean nodulation, which affected the crop development, and significantly decreased dry mass of the above ground plant and roots. The reduced number of nodes m⁻² directly affected the soybean production. The postemergence glyphosate herbicide chlorimuron-ethyl (with two sequential applications), and lactofen showed satisfactory control of WC.

key-words: Intercropping; *Trifolium repens* L.; *Glycine max* L.(Merrill); herbicide;

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL.....	13
CAPÍTULO 1 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
FORAGEIRAS NA INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA: ORA CULTURA, ORA PLANTA DANINHA!	15
1. Introdução	15
2. Forrageiras e plantas daninhas: entendendo os conceitos	16
3. Implicações da inserção das forrageiras no SIPA	17
4. Controle de plantas daninhas e forrageiras no SIPA: cuidados necessários	21
5. Considerações finais	23
6. Agradecimentos	24
7. Referência	24
CAPÍTULO 2 - ARTIGO CIENTÍFICO.....	30
Controle do trevo branco no sistema integrado de produção agropecuária: impacto na nodulação, desenvolvimento e produção da cultura da soja	30
Introdução	31
Material e métodos	33
Resultados e discussão	37
Conclusões	44
Agradecimentos	45
Referências	45
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	49
ANEXOS.....	51
REFERÊNCIAS GERAIS.....	55

LISTA DE FIGURAS

Capítulo 1

Figura 1 - Produtividade de (●, ○) milho, (◆, ◇) trigo, (▲, △) soja, (✱) aveia, (□, ■) feijão, com controle de plantas daninhas (●, ◆, ▲, ■, ✱) e sem controle de plantas daninhas (○, ◇, △, □) comparado ao uso de cobertura viva com diferentes forragens (Azevém perene, azevém anual, trevo branco, trevo vermelho, trevo persian, amendoim forrageiro, grama batatais, cornichão e trevo ambigum). A partir de dados de: Carruthers et al. (2000), Oliveira et al. (2006), Hiltbrunner et al. (2007), Llnicki and Enache (1992), Feip et al. (1997), Smith et al. (2011), Malik et al. (2008), Thorted et al. (2002), Thorsted et al. (2006a), Mohammadi (2009), Romaneckas et al. (2012). 18

Figura 2 - Ganho relativo de produção de milho (□) e soja (■) em áreas com aveia e azevém pastejadas em relação as sem pastejo. Modificado de Moraes et al. 2014 a partir de dados de: 1- Ruedell, (1996); 2 - Nicoloso et al. (2006); 3 - Flores et al. (2007); 4 - Ferreira et al. (2009); 5 - Conte et al. (2011); 6 - Assmann et al. (2003); 7 - Sandini et al. (2011); 8 - Silva et al. (2012). 19

Figura 3 - Modelo conceitual do controle de plantas daninhas nos Sistemas Integrados de Produção Agropecuária (SIPA). 21

Capítulo 2

Figura 1 - Desenvolvimento da soja em R2: Índice de área foliar (IAF), área foliar específica (AFE), matéria seca (MS) de raiz e parte aérea e relação entre matéria seca de raiz/MS total em função da eficiência de controle do trevo branco. 39

Figura 2 - Nodulação da soja em R2: Número de nódulos, matéria seca (MS) de nódulos e relação número de nódulos/MS de raiz, MS da planta/MS nódulo em função da eficiência de controle do trevo branco. 41

Figura 3 - Produtividade da soja: Número de vagens, sementes por vagem, peso de 100 sementes, produtividade e índice de colheita em função da eficiência de controle do trevo branco. 42

Figura 4 - (A) Matéria seca de plantas daninhas na soja em função da eficiência do controle do trevo branco (Legenda na figura 1) e (B) densidade relativa, dominância relativa, frequência relativa, índice de valor de importância (IVI) e importância relativa (IR) das plantas daninhas presentes na área experimental no estágio R2 da soja. 43

Figura 5 - Análise de trilha dos componentes da produtividade da soja afetados pelas diferentes eficiências de controle do trevo branco. Coeficiente Path do efeito direto (P), coeficiente de correlação (r) e efeito indireto do coeficiente Path ($r_{xy}P_{xv}$ = efeito indireto de r_{xy} via P_{xv}). A importância da característica que afeta a resposta da variável é determinada pelo maior valor (negativo ou positivo) de P em relação as outras variáveis. 44

Anexos

Figura 1 - Comparação climática das safras dos anos 2001-2011 (---○---) com a safra de 2012/2013 (—■—) no campo experimental: a) Temperatura b) Precipitação c) Radiação solar. 52

LISTA DE TABELAS

Capítulo 2

Tabela 1 - Herbicidas de aplicação em pós-emergentes (formulação comercial) e dose aplicada durante o experimento.....	34
Tabela 2 - Condições e data da aplicação dos herbicidas.....	34
Table 3 - Eficiência de controle do trevo branco, matéria seca do trevo branco e outras plantas daninhas (g m^{-2}) e coeficiente angular de controle do trevo branco ($\text{g m}^{-2} \text{dia}^{-1}$) aos 70 dias após a aplicação (Estádio R2 da soja) em função do herbicida pós-emergente combinado (+) ou não (-) com uma aplicação sequencial de glifosato.	38

Anexos

Tabela 1 - Resultado da análise química e física do solo da área experimental.....	51
--	----

INTRODUÇÃO GERAL

A agricultura moderna, que tem como base o monocultivo, utiliza de forma intensiva máquinas e insumos, práticas essas responsáveis pela degradação dos solos, comprometimento dos recursos naturais e elevada emissão de gases de efeito estufa (BINDRABAN et al., 2012).

A necessidade de aumentar a produção agropecuária de maneira sustentável (FAO, 2013) sinaliza para a adoção de sistemas de produção de maneira integrada e equilibrada. Nesse contexto, a busca por estratégias para alcançar concomitantemente o aumento da produção agropecuária e qualidade ambiental é mister. Em resposta às novas demandas da sociedade, os sistemas integrados de produção agropecuária (SIPA) surgiram com o propósito de diversificar e integrar os diversos sistemas de produção promovendo, desta maneira, maior eficiência no uso de insumos, na ciclagem de nutrientes e na ativação do potencial dos agroecossistemas (LEMAIRE et al., 2013).

No subtropico brasileiro o modelo de cultivos exclusivos de cereais de verão e inverno representa, segundo a CONAB (2013), 13,8 milhões de hectares. A principal questão aplicada envolvida refere-se ao fato de que essas áreas se tornam apenas 4,7 milhões de hectares de lavouras com cereais de inverno. O restante permanece no período entre safras sem produzir riqueza alguma. O principal argumento para não fazer cultivos de cereais de inverno é que o risco de frustração é muito elevado, enquanto que aquele para não fazer pecuária refere-se ao efeito negativo dos animais em áreas de plantio direto. Resultando em milhões de hectares sem uso no período de inverno.

Um importante modelo de SIPA tem sido difundido no subtropico brasileiro, com pastejo no inverno de Poáceas e produção de grãos no verão a fim de ocupar os milhões de hectares ociosos no inverno. Porém, ainda existe uma grande resistência por parte dos produtores que adotam o sistema de realizar adubações nitrogenadas nessas pastagem, sendo que essas adubações são primordiais para adequada produção de forragem. Nesse sentido, o trevo branco é uma leguminosa em potencial para entrar na composição desse modelo de SIPA contribuindo para o aumento da qualidade nutricional das pastagem de inverno além da fixação biológica de nitrogênio, sendo essa apontada por trabalhos científicos na ordem de 70-90 kg ha⁻¹ ano⁻¹ (ASSMANN et al., 2003). Vale ressaltar que os trevos são as leguminosas mais difundidas no mundo e apresentam boa adaptação ao clima temperado e subtropical que é encontrado no subtropico brasileiro.

Uma das características marcantes do SIPA é a sucessão entre culturas forrageiras e agrícolas. Quando utilizado o trevo branco na composição das pastagem deve-se lembrar que se trata de uma leguminosa perene. Portanto, se não controlado, após a utilização permanece na área tornando-se planta daninha da cultura subsequente, competindo por nutrientes, água, luz.

Com o objetivo geral de estudar a influência do trevo branco na cultura da soja, gerando subsídios para a adequada utilização do trevo branco na composição dos SIPA no subtropico brasileiro, e tendo por base a hipótese de que diferentes ingredientes ativos geraram níveis diversos de controle do trevo branco. A dissertação foi organizada em dois capítulos. O primeiro na forma de revisão com o objetivo de fundamentar o controle das forrageiras no SIPA. O segundo capítulo buscou-se entender a interferência do trevo branco no desenvolvimento e produção da cultura da soja, assim como identificar os possíveis herbicidas pós-emergentes seletivos a soja para o controle de trevo branco.

CAPÍTULO 1 - Revisão Bibliográfica

Forrageiras na integração lavoura-pecuária: ora cultura, ora planta daninha!

Forage in integrated crop-livestock systems: sometimes a culture and sometimes a weed!

RESUMO - Apresenta-se revisão e discussão sobre os impactos da presença concomitante de espécies forrageiras, cultivos agrícolas e plantas daninhas em sistemas integrados de produção agropecuária (SIPA), visando subsidiar o melhor entendimento desta temática. Nestes sistemas, o controle de plantas daninhas é tido como de alta complexidade especialmente por incluir forrageiras com potencial ação como planta daninha. Estas forrageiras, se manejadas inadequadamente, podem expressivamente diminuir a capacidade produtiva dos cultivos agrícolas a elas associados no sistema integrado.

Palavras-chave: Consorciação; cultura viva; controle químico; estabelecimento; manejo;

ABSTRACT - Presents review and discussion of the impacts of the concomitant presence of forage species, agricultural crops and weeds in integrated crop-livestock systems (ICLS), aiming to support the better understanding of this topic. In these systems, the weed control is considered high complexity especially to include forage with potential action as weed. These forages, if handled improperly, can significantly reduce the productive capacity of agricultural associated with these crops in the integrated system.

Keywords: Intercropping; living culture; chemical control; establishment; management;

1. Introdução

O sistema integrado de produção agropecuária (SIPA) agrega sistemas produtivos diversificados (madeira, grãos, fibras, carne e leite) implantados numa mesma área em consórcio, sucessão ou rotação, buscando explorar sinergismos e propriedades emergentes, frutos de interações nos compartimentos solo-planta-animal-atmosfera. Esse sistema, que visa o mínimo distúrbio no solo assim como a cobertura permanente do solo, procura também minimizar e otimizar a utilização de produtos químicos, aumentando a eficiência no uso de máquinas, equipamentos e mão de obra (MORAES et al., 2014). Desta forma, possibilita a

redução de custos de produção originando produtores mais capitalizados, geração de empregos diretos e indiretos, associados a garantia da sustentabilidade socioeconômica e ambiental do setor rural (LEMAIRE et al., 2014).

O manejo de plantas cultivadas com plantas forrageiras em sistemas consorciados como o SIPA é bastante complexo. Estudos envolvendo o consórcio de culturas anuais com forrageiras revelam que, em média, a presença da forrageira reduz a produtividade da lavoura em 5% (ALVARENGA, 2006), podendo chegar a valores de perda bem elevados (KLUTHCOUSKI et al., 2003). Esta complexidade é altamente incrementada quando se insere a questão do manejo das plantas daninhas nestes sistemas, dado que várias espécies forrageiras podem também se comportar como plantas daninhas (PELLISSARI et al., 2013).

Com a crescente adoção do SIPA como uma resposta as preocupações ambientais e também devido aos benefícios de ordem econômica e social, diversos trabalhos tem sido publicados gerando subsídios para o sistema (ASSMANN et al., 2003; BALBINOT JUNIOR et al., 2011; CARVALHO et al., 2010; FLORES et al., 2007; LUSTOSA et al., 2011; NICOLOSO et al., 2006; SANDINI et al., 2011; SILVA et al., 2012), porém os trabalhos sobre controle de plantas daninhas tem apontado apenas para as características peculiares às pastagens e às culturas, como mencionado por Pelissari et al. (2013). Sendo o controle de plantas daninhas (CPD) no SIPA, está fundamentado no CPD em plantio direto com ótica no banco de sementes e CPD em pastagem, pela adequada pressão de pastejo. Uma vez que se trabalha com sistemas integrados é necessário que o conhecimento do manejo de plantas daninhas de cada sistema seja aplicado ao SIPA. Entretanto, devido a invariabilidade da forma de abordagem do CPD na pecuária e lavoura para com o SIPA, tem-se negligenciado que o controle de plantas daninhas no SIPA deve basear-se no que diferencia esse sistema da pecuária e agricultura tradicionais, que, neste caso, é a inserção do componente forrageiro em cultivos agrícolas.

Neste contexto, apresenta-se revisão e discussão sobre os impactos da presença concomitante de espécies forrageiras, cultivos agrícolas e plantas daninhas em sistemas integrados de produção agrícola e pecuária, visando subsidiar o melhor entendimento desta temática.

2. Forrageiras e plantas daninhas: entendendo os conceitos

Planta daninha pode ser conceituada como toda planta cujas vantagens não têm sido ainda descobertas ou como a planta que interfere com os objetivos do homem (FISHER,

1973). Ashton & Mônaco (1991) definem planta daninha como sendo a planta que cresce onde não é desejada. As espécies daninhas podem germinar, crescer, desenvolver-se e reproduzir em condições ambientais pouco favoráveis, como em estresse hídrico, umidade excessiva, temperaturas pouco propícias, fertilidade desfavorável, elevada salinidade, acidez ou alcalinidade (AZEVEDO, 2002)

Espécie forrageira, em termos genéricos, refere-se à espécie utilizada como fonte alimentar animal. As características esperadas para as espécies forrageiras registra-se a adaptabilidade aos diferentes tipos de solo; tolerância a diferentes graus de encharcamento do solo; resposta à fertilização; tolerância a baixo índice pluviométrico; tolerância às pragas e doenças; potencial e distribuição de produção de forragem ao longo do ano; adaptabilidade alta para as diferentes espécies e categorias de animais (MITTELMANN, 2006).

Várias destas características que conferem rusticidade às forrageiras são as mesmas observadas em muitas das espécies consideradas plantas daninhas. Assim a forrageira após a utilização se torna planta daninha potencial para culturas subsequentes no SIPA.

3. Implicações da inserção das forrageiras no SIPA

- Cultivo consorciado

No SIPA quando da presença simultânea da cultura forrageira e agrícola, estas estarão competindo pelos recursos do ambiente. Seja em um curto espaço de tempo, geralmente compreendendo o período da sementeira da cultura até o controle da forrageira, ou ao longo de todo ciclo da cultura, também conhecido como cultivo consorciado com coberturas vivas (CV). Que consiste de uma espécie forrageira previamente semeada com uma cultura principal, de modo a servir como uma cobertura do solo, o que contribui, entre outras coisas, para a supressão de plantas daninhas (TEASDALE, 1996; THEUNISSEN, 1997; DEN HOLLANDER et al., 2007a,b), promovendo a proteção contra a erosão e a melhoria da estrutura do solo.

CV são bastante difundidas em algumas culturas perenes tais como vinhais (HARTWIG e AMOM, 2002). CV também foram realizadas em culturas como o milho, trigo, centeio e aveia (WHITE e SCOTT, 1991; JONES e CLEMENTS, 1993; THORSTED et al, 2002) e apesar dos benefícios ambientais, (THORSTED et al., 2006a), são dificilmente

praticadas em culturas anuais principalmente devido ao risco de rendimentos mais baixos em comparação com os sistemas tradicionais de cultivo.

Essa redução no rendimento fica evidente no levantamento realizado nessa revisão que é apresentado na figura 1, onde foram coletados os dados de produção dos cultivos agrícolas anuais com cobertura viva utilizando forrageiras em comparação ao controle total e sem controle de plantas daninhas. Esta redução de rendimento é causada pela competição por luz, água e nutrientes entre a forrageira e a cultura principal (THORSTED et al, 2006b).

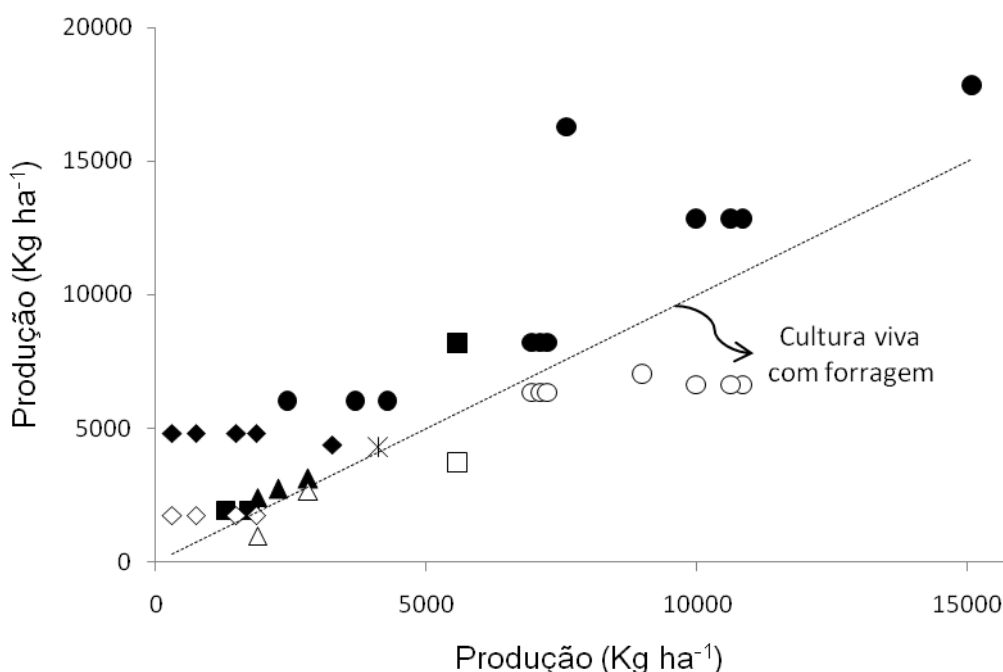


Figura 1 - Produtividade de (●, ○) milho, (◆, ◇) trigo, (▲, △) soja, (✱) aveia, (□, ■) feijão, com controle de plantas daninhas (●, ◆, ▲, ■, ✱) e sem controle de plantas daninhas (○, ◇, △, □) comparado ao uso de cobertura viva com diferentes forrageiras (Azevém perene, azevém anual, trevo branco, trevo vermelho, trevo persian, amendoim forrageiro, grama batatais, cornichão e trevo ambigum). A partir de dados de: Carruthers et al. (2000), Oliveira et al. (2006), Hiltbrunner et al. (2007), Llnicki and Enache (1992), Feip et al. (1997), Smith et al. (2011), Malik et al. (2008), Thorted et al. (2002), Thorsted et al. (2006a), Mohammadi (2009), Romaneckas et al. (2012).

A CV proporciona, na maior parte das vezes, maior produção do que quando não se adota manejo de plantas daninhas, porém, sempre é inferior do que quando realizado o controle das mesmas (Figura 1). Assim, deve-se realizar o controle da forrageira para altos níveis de produtividade. O ganho de produção com utilização de coberturas vivas em relação

a não realizar controle das plantas daninhas se dá devido ao fato que a planta forrageira já estabelecida possui grande habilidade competitiva, impedindo a emergência de outras plantas daninhas (DEN HOLLANDER et al., 2007a,b).

- Efeito do pastejo na produção agrícola

Como o objetivo do componente forrageiro no sistema é servir de alimentação animal, o efeito do pastejo é inerente ao SIPA, e quando realizado o correto controle da forrageira esse pastejo tem gerado resultados positivos no incremento da produção das culturas agrícolas subsequentes como verificado no levantamento apresentado na figura 2, onde foi realizado a coleta de dados sobre a produção relativa das áreas pastejadas em relação às áreas sem pastejo. Este incremento tem sido atribuído a intensificação no acúmulo de matéria orgânica e na ciclagem de nutrientes (ASSMANN et al., 2003; CARVALHO et al., 2010). De forma expressiva só houve redução no rendimento na cultura da soja e milho no trabalho realizado por Nicoloso et al. (2006) e essa redução ocorreu devido a imposição de altas pressões de pastejo.

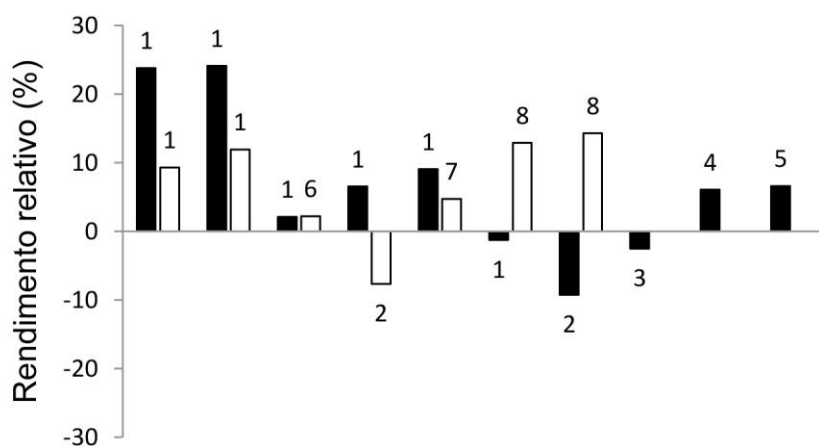


Figura 2 - Ganho relativo de produção de milho (□) e soja (■) em áreas com aveia e azevém pastejadas em relação às áreas sem pastejo. Modificado de Moraes et al. 2014 a partir de dados de: 1- Ruedell, (1996); 2 - Nicoloso et al. (2006); 3 - Flores et al. (2007); 4 - Ferreira et al. (2009); 5 - Conte et al. (2011); 6 - Assmann et al. (2003); 7 - Sandini et al. (2011); 8 - Silva et al. (2012).

- Sementes de forrageiras contaminadas

Na implantação das forrageiras a utilização de sementes sem certificação oriunda do mercado clandestino tem acarretado a introdução de plantas daninhas. Como é o caso do capim-annoni (*Eragrostis plana* Nees) que foi introduzido acidentalmente pela contaminação de lotes de sementes de outra forrageira na década de 1950 no Brasil e atualmente é a principal planta daninha das pastagens no sul da América latina (MEDEIROS e FOCHT, 2007).

- Forrageiras com comportamento de plantas daninhas

Outra questão importante associada a inserção das forrageiras no SIPA, relaciona-se à potencialidade destas se comportarem como plantas daninhas. Com exemplo, cita-se *Cynodon dactylon* (L.) Pers. espécie forrageira tida como a segunda planta daninha mais perigosa do mundo (LABRADA et al., 1994).

Nas culturas forrageiras e agrícolas, a fonte inicial para o surgimento de plantas daninhas é o banco de semente, ou seja a reserva de sementes viáveis no solo, em profundidade e na sua superfície (ROBERTS, 1981). A definição das espécies e respectivas quantidades de sementes que compõe o banco é o resultado do balanço entre a entrada de novas sementes e perdas por germinação, deterioração, parasitismo, predação e dispersão (CARMONA, 1992). Os principais meios de enriquecimento do banco de sementes são: produção de novas sementes por plantas remanescentes após controle e dispersão de sementes por meio de maquinários, animais, vento, água e o homem (MONQUERO & CHRISTOFFOLETI, 2005).

No SIPA, além dos processos já mencionados de retroalimentação do banco de sementes, inclui-se a semeadura de forrageiras potencialmente daninhas. Anuais ou perenes, após atingirem a maturidade, estas espécies também podem produzir sementes incrementando ainda mais sua presença no banco de sementes, como sugerido no modelo apresentado na figura 3. As forrageiras após a utilização no SIPA tornam-se diretamente plantas daninhas adultas no cultivo de culturas agrícolas, sendo que o pastejo é fator que influencia a persistência e reprodução dessas forrageira e atua no controle biológico de plantas daninhas pelo consumo ou pisoteio (Figura 3). Desta forma, estas espécies requerem controle específico de modo a evitar perdas expressivas de produtividade frente ao seu desenvolvimento indesejado.

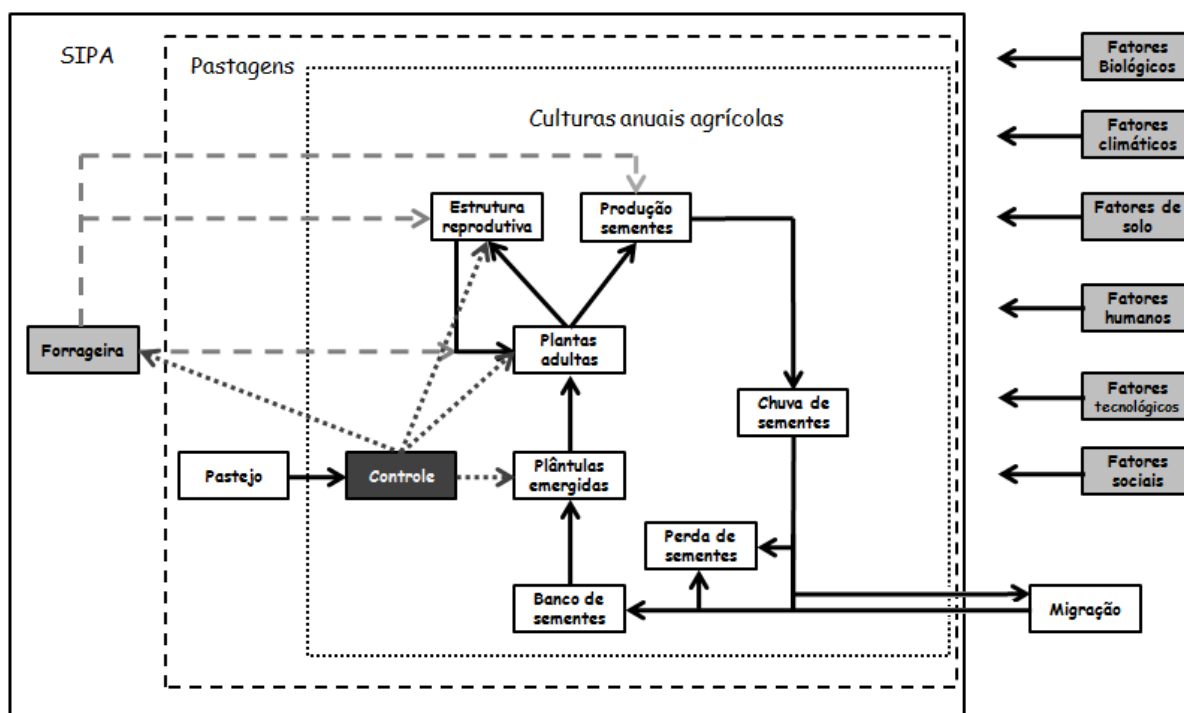


Figura 3 - Modelo conceitual do controle de plantas daninhas nos Sistemas Integrados de Produção Agropecuária (SIPA).

- Forrageiras resistentes a herbicidas

Com o crescente número de espécies resistentes a herbicidas (VENCILL et al. 2012) devem ser tomadas precauções para não introduzir populações de forrageiras com essas características, evitando problemas futuros nos cultivos agrícolas subsequentes e/ou no estabelecimento de outras forrageiras de interesse. O azevém, por exemplo, tem ampla utilização como forrageira de inverno no clima temperado e subtropical, porém, devem ser tomados cuidado com a aquisição de sementes, pois, existem biótipos resistentes ao glifosato (NANDULA et al., 2008; OWEN et al., 2010).

4. Controle de plantas daninhas e forrageiras no SIPA: cuidados necessários

A forrageira bem estabelecida contribui, entre outras coisas, para a supressão de plantas daninhas. Sendo que o estabelecimento é considerado por Lustosa et al. (2011) como fator fundamental para uma boa produção de forragem e a interferência causada pelas plantas

daninhas constitui um dos principais fatores que limitam o estabelecimento e persistência das forrageiras. Assim, o conhecimento dos períodos de interferência para o estabelecimento das forrageiras é necessário para que o controle, no momento adequado, permita à forrageira se estabelecer e expressar seu potencial produtivo (PITELLI et al., 1985; SCHUSTER et al., 2013).

No cultivo consorciado várias estratégias podem ser utilizadas no sentido de otimizar a cultura principal, controlando a forrageira. No caso do controle das gramíneas do gênero *Brachiaria*, consorciadas com milho, indica-se sementeira mais profunda da forrageira (FREITAS et al., 2005; GAZOLA et al., 2013), diferentes densidades de sementeira da forrageira (CONCENÇO et al., 2012), estratégias com adubação (COSTA et al., 2012), subdosagem de herbicidas (FREITAS et al., 2005; CECCON et al., 2010; OLIVEIRA et al., 2011) tem sido usadas afim de controlar o crescimento da forrageira.

Vários trabalhos tem demonstrado a manutenção da produtividade com o consórcio milho-brachiária quando utilizadas técnicas adequadas para supressão das Brachiárias (FREITAS et al., 2005; CECCON et al., 2010; OLIVEIRA et al., 2011; CONCENÇO et al., 2012; GAZOLA et al., 2013).

Outro aspecto a considerar é que as diferentes espécies forrageiras, e ainda dentro do mesmo gênero, tem distintos níveis de competitividade com a cultura agrícola. Assim, quando o foco é a cultura de grãos, deve ser escolhida uma espécie menos agressiva. Como exemplo, cita-se *B. ruziziensis* como espécie menos agressiva que *B. brizanta*, em consórcio com milho (GAZOLA et al., 2013; CONCENÇO et al., 2012). Também, é importante selecionar forrageiras não apresentem liberação de compostos alelopáticos à cultura (SÁNCHEZ-MOREIRAS et al., 2003).

As fabáceas forrageiras, onde o N fixado biologicamente mantém o nível adequado de nitrogênio para o início do rebrote (BARROS et al., 2012), deve ser tomado cuidado com posicionamento de herbicidas de contato, onde a desfolha de primeiro momento será seguida de intenso rebrote da pastagem (MCCURDY et al., 2013; MACHADO et al., 2013).

No posicionamento de herbicidas para controle de plantas daninhas nas pastagens ou da forrageira deve-se tomar cuidado com o tempo de permanência no ambiente quando a molécula for recalcitrante, pois, com a constante rotação de cultivos agrícolas e forrageiras pode ocorrer efeito negativo desse herbicida nas culturas de interesse. O picloram, que é um herbicida latifolicida utilizado no controle de plantas daninhas em gramíneas forrageiras permanece no ambiente por mais de 3 anos, impedindo o cultivos de cultura como soja, feijão, girrassol, algodão, entre outras (RODRIGUES & ALMEIDA, 1995).

Adicionalmente, o pastejo é também um importante fator que influencia a dinâmica de coexistência de espécies no SIPA. Após a forrageira estabelecida, a pressão de pastejo moderado determinará a persistência e a habilidade interespecífica desta na competição com as plantas daninhas. O processo do pastejo pode determinar também o consumo de plantas daninhas aceitas pelos animais, impedindo assim de terminarem o ciclo e produzirem sementes, ocasionalmente ocorre também o dano mecânico pelo pisoteio dos animais (BRUIJIN e BORK, 2006).

Por outro lado, apesar dos benefícios da inclusão do animal no controle de plantas daninhas, a rotatividade destes animais prevista no SIPA aumenta a possibilidade de entrada de plantas daninhas devido aderência a superfície do corpo (epizoocoria), por ingestão (endozoocoria) ou via transporte pela alimentação (DEMINICIS et al., 2009). Como medida preventiva, deve-se assegurar que o trato intestinal do animal esteja vazio e/ou livre de sementes de plantas daninhas antes da entrada dos mesmos nas áreas agrícolas ou de pastagens. Vale ressaltar que a defecação do animal no piquete é heterogênea, sendo esta feita de forma mais intensa próximo a bebedouros de água e nas extremidades do piquete (BRAZ et al., 2003).

5. Considerações finais

No controle de plantas daninhas, uma das dificuldades devido a diversidade tanto de espécies, como de biótipos é a literatura restrita quanto a interação desses com o meio ambiente. Assim as respostas diferenciais as condições impostas, muitas vezes não compreendidas, acarretam em ineficiência de controle. No SIPA quando necessário o controle da forrageira, existe a vantagem, perante as demais plantas daninhas, que a ciência gerada, devido ao interesse econômico da sua utilização, é bastante ampla. A qual busca entender a biologia, as interações com os fatores bióticos e abióticos e o controle das forrageiras. Estes conhecimentos facilitam e subsidiam estratégias de controle integrado das forrageiras no SIPA. São reduzidos o número de trabalhos que estudam as relações mútuas entre culturas forrageiras e agrícolas e, uma vez que este conhecimento torna-se fundamental para o entendimento da relação entre as possíveis composições desses sistemas. Esforços futuros devem ser direcionado buscando o entendimento da inter-relação entre culturas forrageiras e agrícolas específicas.

6. Agradecimentos

A CAPES pela concessão de bolsa.

7. Referência

ASHTON, F.; MONACO, T. J. **Weed Science: principles & practices**. New York: John Wiley, 1991. 466 p.

ASSMANN, T.S.; RONZELLI JR., P.; MORAES, A. ASSMANN, A.L.; KOEHLER, H.S. & SANDINI, I. Rendimento de milho em área de integração lavoura-pecuária sob o sistema plantio direto, em presença e ausência de trevo branco, pastejo e nitrogênio. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.27, p.675-683, 2003.

AZEVEDO, D.M.P. **Recomendações Técnicas para o Controle de Plantas Daninhas na Cultura do Algodoeiro, no Sudoeste Brasileiro**. EMBRAPA Circular Técnica, 59. 2002. 20 p.

BALBINOT JUNIOR, A. A. et al. Winter pasture and cover crops and their effects on soil and summer grain crops. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v.46, n.10, p.1357-1363, 2011.

BARROS, R. S.; VARELLA, A. C.; LEMAIRE, G.; MEDEIROS, R. B.; SAIBRO, J. C.; NABINGER, C.; BANGEL, F. V.; CARASSAI, I. J. Forage yield and nitrogen nutrition dynamics of warm-season native forage genotypes under two shading levels and in full sunlight. **Resvista Brasileira de Zootecnia**, v.41, n.7, p.1589-1597, 2012.

BRAZ, S. P.; JÚNIOR, D. N.; CANTARUTTI, R. B.; MARTINS, C. E.; FONSECA, D. M.; BARBOSA, R. A. Caracterização da Distribuição Espacial das Fezes por Bovinos em uma Pastagem de *Brachiaria decumbens*. **Resvista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.4, p.787-794, 2003.

BRUIJIN, S. L.; BORK, E. W. Biological control of Canada thistle in temperate pastures using high density rotational cattle grazing. **Biological Control**, v.36, p.305–315, 2006.

CARMONA, R. Problemática e manejo de bancos de sementes de invasoras em solos agrícolas. **Planta Daninha**, v.10, n.1/2, p.5-16, 1992.

CARRUTHERS, K.; PRITHIVIRAJ, B.; FE, Q.; CLOUTIER, D.; MARTIN, R. C.; SMITH, D. L. Intercropping corn with soybean, lupin and forages: yield component responses. **European Journal of Agronomy**, v. 12, p.103-115, 2000.

CARVALHO, P. C. F.; ANGHINONI, I.; MORAES, A.; SOUZA, E. D.; SULC, R. M.; LANG, C. L.; FLORES, J. P. C.; LOPES, M. L. T.; SILVA, J. L.; CONTE, O.; WESP, C. L.; LEVIEN, R.; FONTANELI, R. S.; BAYER, C. Managing grazing animals to achieve nutrient cycling and soil improvement in no-till integrated systems. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v.88, p.259–273, 2010.

CECCON, G.; MATOSO, A. O.; NETO NETO, A. L.; PALOMBO, L. Uso de herbicidas no consórcio de milho safrinha com *Brachiaria ruziziensis*. **Planta Daninha**, v.28, n.2, p.359-364, 2010.

CONCENÇO, G.; CECCON, G.; FONSECA, I. C.; LEITE, L. F.; SCHWERZ, F.; CORREIA, I. V. T. Weeds infestation in corn intercropped with forages at different planting densities. **Planta Daninha**, v.30, n.4, p.721-728, 2012.

CONTE, O. et al. Evolução de atributos físicos de solo em sistema de integração lavoura-pecuária. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v.46, n.10, p.1301-1309, 2011.

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

DEMINICIS, B. B; VIEIRA, H. D.; ARAÚJO, S.A.C.; JARDIM, J.G.; PÁDUA, F.T; CHAMBELA NETO, A. dispersão natural de sementes: importância, classificação e sua dinâmica nas pastagens tropicais. **Arch. Zootec.** 58 (R): 35-58. 2009.

DEN HOLLANDER, N.G., BASTIAANS, L., KROPFF, M.J. Clover as a cover crop for weed suppression in an intercropping design I. Characteristics of several clover species. **European Journal of Agronomy**. v. 26, n. 1, p.92–103, 2007a.

DEN HOLLANDER, N.G., BASTIAANS, L., KROPFF, M.J. Clover as a cover crop for weed suppression in an intercropping design II. Competitive ability of several clover species. **European Journal of Agronomy**. v. 26, n. 1, p.104–112, 2007b.

FEIP, B.; GARIBAY, S. V.; AMMON, H. U.; STAMPS, P. Maize production in a grass mulch system - seasonal patterns of indicators of the nitrogen status of maize. Reprinted from the **European Journal of Agronomy**. v.7 p.171-179, 1997.

FERREIRA, E.V.O.; ANGHINONI, I.; CARVALHO, P.C.F.; COSTA, S.E.V.G.A.; CAO, E.G. Concentração de potássio do solo em sistema de integração lavoura-pecuária em plantio direto submetido a intensidades de pastejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.33 p.1675-1684, 2009.

FISHER, H. H. **Conceito de erva daninha**. In: RODRIGUES, J. J. do V.; WILLIAM, R. D. (Coord.). Controle de ervas daninhas. Viçosa: UFV, 1973a. p. 5-10.

FLORES, J. P.C.; ANGHINONI, I.; CASSOL, L. C.; CARVALHO, P. C. F.; LEITE, J. G. D.; FRAGA, T. I. Atributos físicos do solo e rendimento de soja em Sistema plantio direto em integração lavoura-pecuária com diferentes pressões de pastejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.31, p.771-780, 2007.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (FAO). **The Millennium Development Goals Report**. New York: United Nations, 2013. 68p.

FREITAS, F. C. L.; FERREIRA, L. R.; FERREIRA, F. A.; SANTOS, M. V.; AGNES, E. L.; CARDOSO, A. A.; JAKELAITIS, A. Formação de pastagem via consórcio de *Brachiaria brizantha* com o milho para silagem no sistema de plantio direto. **Planta Daninha**, v.23, n.1, p.49-58, 2005.

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

HARTWING, N.L., AMMON, H.U. 50th Anniversary – invited article – cover crops and living mulches. **Weed Science**. v.50, n.1, p.688–699. 2002.

HILTBRUNNER, J.; LIEDGENS, M.; BLOCH, L.; STAMP, P.; STREIT, B.; Legume cover crops as living mulches for winter wheat: Component of biomass and the control of weeds. **European Journal of Agronomy** . v.26, p.21–29, 2007.

JONES, L., CLEMENTS, R.O. Development of a low-input system for growing wheat (*Triticum vulgare*) in a permanent understorey of white clover (*Trifolium repens*). **Annals of Applied Biology**. v.123, n.1, p.109–119. 1993.

KLUTHCOUSKI, J.; COBUCCI, T.; AIDAR, H.; COSTA, J. L. S.; PORTELA; C. **Cultivo do feijoeiro em palhada de braquiária**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. 28 p. (Documentos 157).

LABRADA, R.; CASELEY, J. C.; PARKER, C. **Weed management for developing countries**. Rome:FAO, 120 p., 1994.

LEMAIRE, G.; FRANZLUEBBERS, A.; CARVALHO, P.C.F.; DEDIEU, B. Integrated crop–livestock systems: Strategies to achieve synergy between agricultural production and environmental quality. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, <http://dx.doi.org/10.1016/j.agee.2013.08.009>, 2013.

LLNICKI, R. D. & ENACHE, A. J. Subterranean clover living mulch: an alternative method of weed control. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v.40, p.249-264, 1992.

LUSTOSA, S.B.C. et al. Experiências de integração lavoura-pecuária na região central do Paraná. **Synergismus scientifica**, v.6, n.2, p.48-57, 2011.

MACHADO, D.; LUSTOSA, S. B.; BALDISSERA, T. C.; TUROK, J. D. N.; MACHADO, M.; WATZLAWICK, F.; MENDONÇA, C. G.; PELISSARI, A. Seletividade de herbicidas em trevo-branco no estágio fenológico de expansão do primeiro trifólio. **Ciência Rural**, 43, 2013.

MALIK, M. S.; NORSWORTHY, J. K.; STANLEY CULPEPPER, A. S.; RILEY, M. B.; BRIDGES JR., W. Use of Wild Radish (*Raphanus raphanistrum*) and Rye Cover Crops for Weed Suppression in Sweet Corn. **Weed Science**, v.56, p.588–595, 2008.

MCCURDY, J. D.; J. MCELROY, J. S.; FLESSNER, M. Differential Response of Four Trifolium Species to Common Broadleaf Herbicides: Implications for Mixed Grass-Legume Swards. **Weed Technology**, v.27, n.1, p.123-128. 2013.

MEDEIROS, R. B.; FOCHT, T. Invasão, prevenção, controle e utilização do capim-annoni-2 (*eragrostis plana* Nees) no Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Agropecuária Gaúcha**, v.13, n.1-2, 2007.

MITTELMANN, A. **Principais espécies forrageiras**. In: PEGORARO, L. M. C. (Ed.). Noções sobre produção de leite. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2006. 153 p.

MOHAMMADI, G. R. The effects of legumes as living mulches on weed control and plant traits of corn (*Zea mays* L.). **Korean Journal of Weed Science**, v.29, p.222-228, 2009.

MONQUERO, P.A; CHRISTOFFOLETI, P.J. Banco de sementes de plantas daninhas e herbicidas como fator de seleção. **Bragantia**, v.64, n.2, p.203-209, 2005.

MORAES, A., CARVALHO, P. C. F., ANGHINONI, I., LUSTOSA, S. B. C. COSTA, S. E.V. G. A., KUNRATH, T. R. Integrated Crop-Livestock Systems in the Brazilian Subtropics. *European Journal of Agronomy*. 57, 4-9p., 2014.

MOTT, G. O. Grazing pressures and the measurement of pasture production. In: International Grassland Congress, 8, 1960, Reading. **Proceedings...** Reading. 606-611 p. 1960.

NANDULA, V. K; REDDY, K. N.; POSTON, D. H.; AGNES M. RIMANDO, A. M.; DUKE, S. O. Glyphosate Tolerance Mechanism in Italian Ryegrass (*Lolium multiflorum*) from Mississippi. **Weed Science**, 56(3):344-349. 2008.

NICOLOSO, R.S.; LANZANOVA, M.E.; LOVATO, T. Manejo das pastagens de inverno e potencial produtivo de sistemas de integração lavoura-pecuária no Estado do Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, v.36, n.6, p.1799-1805, 2006.

OLIVEIRA, N. G.; DE-POLLI, H.; ALMEIDA, D. L.; GUERRA, J. G.M. Feijão-vagem semeado sobre cobertura viva perene de gramínea e leguminosa e em solo mobilizado, com adubação orgânica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, n.9, p.1361-1367, 2006.

OLIVEIRA, P.; KLUTHCOUSKI, J.; FAVARIN, J. L.; SANTOS, D. C. Consórcio de milho com braquiária e guandu-anão em sistema de dessecação parcial. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v.46, n.10, p.1184-1192, 2011.

OWEN, M. J.; POWLES, S. B. Glyphosate-Resistant Rigid Ryegrass (*Lolium rigidum*) Populations in the Western Australian Grain Belt. **Weed Technology**, 24(1), 44-49. 2010.

PELLISSARI, A. et al. Fundamentação teórica para o controle de plantas daninhas em integração lavoura-pecuária. **Manual de aulas práticas de plantas daninhas**. Ed. José Ferreira da Silva, Dagoberto Martins. Jaboticabal: FUNEP, 2013. 184p.

PITELLI, R.A. Interferências de plantas daninhas em culturas agrícolas. **Informe Agropecuário**, v.11, n.129, p.16-27, 1985.

ROMANECKAS, K.; ADAMAVICIENE, A.; PILIPAVICIUS, V.; SARAUSKIS, E.; AVIZIENYTE, D.; BURAGIENE, S. Interaction of maize and living mulch. Crop weediness and productivity. **Zemdirbyste=Agriculture**, v.99, n.1, p. 23-30, 2012.

RUEDELL, J. **Plantio direto na região de Cruz Alta**. Cruz Alta: FUNDACEP, 1996.

SÁNCHEZ-MOREIRAS, A. M.; WEISS, O. A.; REIGOSA-ROGER, M. J.; Allelopathic Evidence in the Poaceae. **The Botanical Review**, v.69, n.3, p.300-319, 2003.

SANDINI, I. E.; MORAES, A. PELISSAR, A.; NEUMANN, M.; FALBO, M. K.; NOVAKOWISKI, J. K. Efeito residual do nitrogênio na cultura do milho no sistema de produção integração lavoura-pecuária. **Ciência Rural**, v.41, n.8, p.1315-1322, 2011.

SCHUSTER, M. Z.; SZYMCZAK, L.S.; LUSTOSA, S. B. C.; PELISSARI, A.; MORAES, A.; FRANCISCO, R. Interferência de plantas daninhas no estabelecimento do trevo branco como cultura forrageira. **Ciência Rural**, 43, 2013.

SILVA, H. A, et al. Maize and soybeans production in integrated system under no-tillage with different pasture combinations and animal categories. **Revista Ciência Agronômica**, v. 43, n.4, p.757-765, 2012.

SMITH, A. N.; REBERG-HORTON, S. C.; PLACE, G. T.; MEIJER, A. D.; ARELLANO, C.; MUELLER, J. P. Rolled Rye Mulch for Weed Suppression in Organic No-Tillage Soybeans. **Weed Science**, v.59, 2011.

TEASDALE, J.R. Contribution of cover crops to weed management in sustainable agricultural systems. **Journal of Production Agriculture**. v.9, n.1, p.475-479. 1996.

THEUNISSEN, J. Application of intercropping in organic agriculture. **Biological Agriculture and Horticulture**. v.15, n.1, p.251–259. 1997.

THORSTED, M.D., OLESEN, J.E., WEINER, J. Mechanical control of clover improves nitrogen supply and growth of wheat in winter wheat/white clover intercropping. **European Journal of Agronomy**. v.24, n.1, p.49–155. 2006a.

THORSTED, M.D., OLESEN, J.E., WEINER, J. Width of clover strips and wheat rows influence grain yield in winter wheat/white clover intercropping. **Field Crops Research**. v.95, n.1, p.280–290. 2006b.

THORSTED, M.D., OLESEN, J.E., KOEFOED, N. Effects of white clover cultivars on biomass and yield in oat/clover intercrops. **Journal of Agricultural Science**. v.138, n.1, p.261–267. 2002.

VENCILL, W. K.; NICHOLS, R. L.; WEBSTER, T. M.; SOTERES, J. K.; SMITH, C. M.; BURGOS, N. R.; JOHNSON, W. G.; McCLELLAND, M. R. Herbicide Resistance: Toward an Understanding of Resistance Development and the Impact of Herbicide-Resistant Crops. **Weed Science**, 60, 2-30. 2012.

WHITE, J.G., SCOTT, T.W. Effects of perennial forage-legume living mulches on no-till winter-wheat and rye. **Field Crops Research**. v.28, n.1, p.135–148. 1991.

CAPÍTULO 2 - Artigo Científico

Controle do trevo branco no sistema integrado de produção agropecuária: impacto na nodulação, desenvolvimento e produção da cultura da soja

White clover control in integrated crop-livestock systems: effect on soybean nodulation, development and production

RESUMO: No clima subtropical, os sistemas integrados de produção agropecuária com pastagem no inverno e produção de grãos no verão têm sido amplamente apontados como um modelo agrícola importante. As Poáceas são as principais forrageiras de inverno nesses sistemas e a consorciação com o trevo branco (*Trifolium repens* L.) (TB) é uma alternativa para aumentar a qualidade nutricional de pastagens de inverno. No entanto, o ciclo de vida perene do TB e sua tolerância a uma ampla gama de herbicidas torna difícil o seu controle, criando a possibilidade de coexistência com a cultura de grãos subsequente, sendo seu controle necessário para evitar a redução de rendimento de grãos. Partindo da hipótese de que diferentes ingredientes ativos geram distintos níveis de controle do TB, um experimento foi conduzido para avaliar sete herbicidas de aplicação em pós-emergentes, com ou sem aplicação sequencial de glifosato, mais dois tratamentos testemunhas (sem controle e controle completo do TB). Assim, o experimento constituiu de um fatorial $7 \times 2 + 2$ em delineamento em blocos casualizados com três repetições. O objetivo foi gerar diferentes níveis de controle do TB, de modo a (i) compreender a interferência do TB no desenvolvimento e na produção de soja e (ii) identificar possíveis herbicidas de aplicação em pós-emergência da soja, que controlam TB. O menor controle do TB resultou em menor nodulação da soja, o que afetou o desenvolvimento da cultura, e de forma significativa a redução na massa seca da parte aérea e radicular da planta. A redução do número de nós m^{-2} afetou diretamente a produção de soja. Os herbicidas de aplicação em pós-emergentes glifosato (com duas aplicações sequenciais), chlorimuron-ethyl e lactofen, apresentaram um controle satisfatório do TB.

Palavras-chave: Herbicida; fixação biológica de nitrogênio; *Trifolium repens* L.; *Glycine max* L.(Merrill);

ABSTRACT: In subtropical climates, integrated crop-livestock systems with grazing in winter and grain production in summer have been widely adopted as an important agricultural model. Forages of the Poacea plant family are the main winter forage in those systems and their combination with white clover (*Trifolium repens* L.) (WC) is an alternative for increasing the nutritional quality of winter pastures in addition to the contribution of biological nitrogen fixation in the system. However, the perennial life cycle of WC and its tolerance to a wide range of herbicides turns difficult its control, creating the possibility of its coexistence with the subsequent grain crop, but its control is necessary to prevent grain yield reduction in the subsequent summer crop. Assuming that different active ingredients have generated levels of WC control, an experiment was conducted to evaluate even post-emergent herbicides, with or without sequential applications of glyphosate plus two control treatments (without WC control and complete WC control). Treatments were arranged in a $7 \times 2 + 2$ factorial in randomized complete block design with 3 replications. The aim was to generate a gradient of WC control so as to (i) understand the interference of WC on the development and production of soybean and (ii) identify possible post-emergence herbicides for soybeans that control WC. Less control of white clover resulted in lower soybean nodulation, which affected the crop development, and significantly decreased dry mass of the above ground plant and roots. The reduced number of nodes m^{-2} directly affected the production soybean. The postemergence glyphosate herbicide chlorimuron-ethyl (with two sequential applications), and lactofen showed satisfactory control of WC.

key-words: Herbicide; Nitrogen fixation; *Trifolium repens* L.; *Glycine max* L.(Merrill);

Introdução

De maneira geral, o uso intensivo de maneira desordenada de áreas agrícolas tem dirigido a uma escassez de recursos não renováveis (GILBERT, 2009) e degradação dos solos (BINDRABAN et al., 2012). Mudanças no ambiente agropecuário atual com biodiversidade reduzida, muitas vezes em monocultura, com uso indiscriminado de produtos químicos, fertilizantes e energia para garantir a produção e qualidade dos produtos, passa pela formulação de sistemas mais diversificados e próximos aos ambientes naturais, contemplando a diversidade biológica associada ao desenvolvimento econômico e social (LEMAIRE et al. 2013).

Nesse contexto, a busca por estratégias para alcançar concomitantemente o aumento da produção agropecuária e a qualidade ambiental é mister (LEMAIRE et al. 2013). Em resposta às novas demandas da sociedade, os sistemas integrados de produção agropecuária (SIPA) surgiram com o propósito de diversificar e integrar os diversos sistemas de produção promovendo, desta maneira, maior eficiência no uso de insumos, na ciclagem de nutrientes (ASSMANN et al.; 2003; CARVALHO, 2010) e na ativação do potencial dos agroecossistemas (LEMAIRE et al. 2013).

O que se relata nas pesquisas sobre o SIPA é que há melhoras nas características edáficas, porque exprime na sua composição as propriedades distributivas, associativas e comutativas dos sistemas, que geram menor grau de perturbação do ambiente, aproximando-se dos sistemas naturais (PELLISSARI et al., 2013).

Nas regiões de clima subtropical o uso do SIPA com pastejo no inverno e produção de grãos no verão é difundido como um importante modelo agropecuário (SANDINI et al., 2011; SILVA et al., 2012; MORAES et al., 2014), sendo as poáceas de inverno as principais forrageiras utilizadas (LUSTOSA et al., 2011) e o consórcio dessas com o trevo branco (TB) constitui uma alternativa para o aumento da qualidade nutricional das pastagem de inverno além da contribuição da fixação biológica de nitrogênio (PHELAN et al., 2013; COUGNON et al. 2013). Entretanto, o ciclo de vida perene do TB associado à tolerância a uma ampla gama de herbicidas (MACHADO et al., 2013; McCURDY et al, 2013), dificulta o seu controle e cria a possibilidade de coexistência com a cultura de grãos subsequente.

Apesar das vantagens da coexistência das forrageiras com culturas anuais de grãos, como a supressão de plantas daninhas e a redução do potencial de erosão do solo (TEASDALE, 1996; THEUNISSEN, 1997; DEN HOLLANDER et al., 2007a,b), o fato de não poder se respeitar os períodos de interferência (SCHUSTER et al., 2013) leva as culturas consorciadas a uma competição pelos recursos (BALDISSERA, et al., 2013) comprometendo assim a produção das mesmas (WHITE e SCOTT, 1991; THORSTED et al, 2002; THORSTED et al., 2006). Dentre as culturas de grãos praticadas no clima temperado durante o verão, a cultura da soja apresenta representatividade internacional sendo que a competição dela com as plantas daninhas pode chegar a uma redução da produtividade de 73% (FICKETT et al., 2013).

Tendo por base a hipótese de que diferentes ingredientes ativos (i.a.) geram diferentes eficiências de controle do TB o objetivo desse estudo foi utilizar uma ampla gama de i.a. para gerar um gradiente de controle do TB e (1) entender a interferência do TB no desenvolvimento e produção da cultura da soja e (2) identificar os possíveis herbicidas de

aplicação em pós-emergência para a cultura da soja que controlem o TB, gerando subsídios para traçar diretrizes que permitam a adequada produção de soja no SIPA.

Material e métodos

- Campo experimental

O experimento foi realizado na safra 2012/2013 em um campo experimental na Universidade Estadual do Centro Oeste (UNICENTRO), localizada a 25 ° 23'36 "S, 51 ° 27'19" W. O solo da área experimental foi identificado como Latossolo Bruno alumínico típico, textura muito argilosa (EMBRAPA, 2006). As características químicas e físicas do solo são apresentados no apêndice 1. O clima local é Cfb (mesotérmico subtropical úmido), sem estação seca, com verões frescos e inverno moderado, de acordo com a classificação de Köppen. A precipitação média anual de 1.944 mm, as temperaturas mínimas médias anuais de 12,7 ° C e máxima de 23,5 ° C. As características climáticas durante o experimento são apresentados no apêndice 2.

- Delineamento experimental

O experimento foi conduzido em delineamento de blocos casualizados com arranjo fatorial com sete herbicidas de aplicação em pós-emergência (Tabela 1) combinada ou não com glifosato e mais duas testemunhas adicionais (sem controle e com controle total do TB), totalizando dezesseis tratamentos. Cada tratamento possuía três repetições com cinco linhas de soja espaçadas 0,40m (2m de largura) por 8m de comprimento.

Tabela 1 - Herbicidas de aplicação em pós-emergentes (formulação comercial) e dose aplicada durante o experimento

Grupo químico	Ingrediente ativo (i.a.)	Concentração (g i.a. L ⁻¹)	Dose aplicada (g i.a. ha ⁻¹) ^b	Nome comercial ^b	Número de registro
Glicina substituída	Glyphosate	720	720	Roundup ready®	002502
benzotiadiazina	Bentazon	600	720	Basagran® 600	000594
sulfoniluréia	Chlorimuron-ethyl	250	20	Classic®	00938801
Imidazolinona	Imazethapyr	100	100	Pivot®	00329003
Difeniléteres	Fomesafen	250	250	Flex®	00838590
Difeniléteres	Lactofen	240	180	Cobra®	010685
Imidazolinona+ benzotiadiazina	Imazamox+Bentazon	600+28	600+28	Amplo® ^c	0508

a) Para todos os herbicidas, 0,5% do volume de calda foi utilizado adjuvante a base de phosphatidylcoline e ácido propionico (LI-700®, 712,88 g a.i. L⁻¹).

b) Produtos registrados para a soja.

c) Produto registrado para o feijão, trabalho com fim unicamente acadêmico, sendo que os resultados não podem ser utilizados para confecção de receituários agrônômicos e registros dos produtos.

- Aplicação dos tratamentos

Quando a soja atingiu o estágio V2 (14 DAE) foram aplicados os herbicidas em pós-emergência (tabela 1) com pulverizador pressurizado com CO₂, pressão constante de 50 lb pol⁻² equipado com barra com quatro pontas tipo leque com indução de ar 110:0.2, espaçados entre si de 0,50 m, com volume de calda de 190 L ha⁻¹. As condições climáticas no momento da aplicação são apresentadas na tabela 2.

Tabela 2 - Condições e data da aplicação dos herbicidas.

Aplicação		Temp. (°C) ^a	Superfície do solo	Superfície da planta	Velocidade do vento (kph)	Céu	UR (%)	Soja	Trevo branco
Hora	Data							Estádio de crescimento ^b	Matéria seca (g m ⁻²) ^c
18:00	13/11/2012	25.6	Seco	Seco	7,5	Nublado	66.3	-	158.02±9.8
10:00	13/12/2012	21.3	Seco	Seco	9	Limpo	73.6	V2	96.02±8.8
17:00	13/12/2012	27.4	Seco	Seco	10	Limpo	84.1	V2	96.02±8.8

a) Dados da estação meteorológica da UNICENTRO campus CEDETEG. 50 m distante do experimento.

b) Estádios de crescimento (RITCHIE et al., 1982).

c) Médias ± erro padrão. Obtidas, para cada data, a partir de 5 amostras coletadas ao acaso em um quadrado de 0.25 m² (11/13/2012 CV = 5.99; 13/12/2012 CV = 4.87).

- Implantação e condução do experimento

A implantação do trevo branco ocorreu em 15 de abril de 2012 com a cultivar Zapicán, inoculada com *Rhizobium leguminosarum* bv. *trifolli* (10ml kg⁻¹) com adubação de base de

120 kg ha⁻¹ de P₂O₅, 60 kg ha⁻¹ de K₂O e 1,2 kg ha⁻¹ de B no sulco de semeadura, sendo esta realizada em linhas espaçadas de 0,18 m, profundidade de 0,05 m e densidade de 8 kg ha⁻¹.

A implantação da cultura da soja ocorreu com a dessecação com glyfosate Roundup® WG (720 g ha⁻¹ i.a.) no dia 13 de novembro (tabela 3) e a semeadura no dia 21 de novembro como recomendado pelo obtentor da cultivar, a cultivar de soja utilizada foi a BMX Apolo® RR e a semeadura foi realizada com semeadora adubadora equipada com disco de corte e facão, sendo o adubo depositado à 5 cm de profundidade e as sementes a 3 cm de profundidade. A inoculação foi com *Bradyrhizobium japonicum* (10ml kg⁻¹). A adubação de base foi no sulco de plantio com 250 kg ha⁻¹ do formulado 2-28-20 e os micro nutrientes molibdênio (25 g ha⁻¹) e cobalto (3 g ha⁻¹) sendo o espaçamento entre linhas de 0,40 m com densidade de 250.000 plantas ha⁻¹ (Mais detalhes no apêndice 3).

- Coleta de dados

Com 0, 1, 3, 5 e 10 semanas após a aplicação dos tratamentos o TB foi coletado sendo realizado o corte rente ao solo, utilizando-se de um quadrado de 0,16m², para determinar a matéria seca (MS).

A soja foi coletada para avaliação do desenvolvimento vegetativo em R2, onde todas as plantas em 1 m nas três linhas centrais de cada parcela foram retiradas, sendo avaliada a massa seca dos ramos, folhas e quantificada a área foliar. As plantas de soja foram separadas e cada componente e acondicionado em sacos de papel e posteriormente colocados em estufa com ventilação forçada de ar a 70°C, até atingir massa constante para serem pesados em balança analítica. A área foliar foi quantificada com o auxílio de um imageador (Portable Laser Leaf Area Meter - CI-202).

Foi realizada a coleta do solo para a análise de raízes e nódulos em R2, sendo utilizado o método da escavação, o qual consistiu na abertura de uma trincheira no solo, sendo coletado o solo de 0-20 cm de profundidade e lateralmente até a metade da entre-linha (20 cm de distância da linha de semeadura). As amostras de solo (solo + raízes) foram retiradas manualmente com auxílio de pá de corte e enxada. O solo foi acondicionado em sacos plásticos e transportado com cuidado para não fragmentar as raízes e nódulos. A separação das raízes e nódulos presentes no solo foi realizada através da lavagem do solo com água corrente sob peneira de 1 mm, após a lavagem as raízes foram acondicionadas em potes e colocada uma solução para a dispersão da argila, sendo mantido por 12 horas em solução (EMBRAPA, 2006), posteriormente foram novamente lavadas com água deionizada. Após a

coleta e separação foi feita a contagem dos nódulos. Então, os nódulos e as raízes foram secas ao ar e posteriormente em estufa a 70°C para uniformizar a secagem, para calcular a produção de massa seca de raízes e nódulos.

Em R8 foi coletado em 2 metros lineares as três linhas centrais para a determinação da produtividade e dos componentes da produtividade, avaliando-se número de nós totais, número de nós reprodutivos, número de vagens, o número de grãos por vagens, peso de 100 grãos, e produção total corrigindo a massa de grãos para 13% de umidade.

- Eficiência de controle

A eficiência dos tratamentos no controle do trevo branco é expressa como a percentagem de controle obtido, calculado pela seguinte expressão (BARROS et al, 2007):

$$Ef = 100 - \left(\frac{C2 - d}{C1} * 100 \right)$$

em que Ef é a eficiência do tratamento (%), C1, a matéria seca do trevo branco por metro quadrado coletado antes do tratamento, C2 é a matéria seca do trevo branco por metro quadrado coletada 10 semanas após a aplicação (Soja em R2) do tratamento, e d é a diferença entre a matéria seca de trevo branco por metro quadrado entre a primeira e segunda avaliação no tratamento sem a aplicação do herbicida.

- Análise fitossociológica

A análise fitossociológica foi realizada segundo a metodologia de Mueller-Dombois e Elleberg (1974) (apêndice 4), onde foi calculado a frequência relativa, dominância relativa, densidade relativa, índice de valor de importância e importância relativa.

- Análise estatística

Para o controle do trevo branco foi ajustada uma regressão linear ($y = ax + b$) que interceptava o ponto de matéria seca antes da aplicação dos tratamentos conforme tabela 3. Sendo que o coeficiente a foi submetido, juntamente com as variáveis percentagem de controle do trevo branco, matéria seca de trevo branco e de outras plantas daninhas, a análise

de variância e as médias comparadas pelo teste de Duncan a 1%. A análise de variância e o teste de médias foram feitos utilizando dois delineamentos estatísticos, o primeiro considerando nove tratamentos (sete herbicidas (tabela 2) + controle total e sem controle) e o segundo um fatorial 7x2 (sete herbicidas pós emergentes (tabela 2) combinados ou não com aplicação sequencial de glifosato).

Com as variáveis área foliar, área foliar específica, massa seca da parte aérea (m^{-2}), massa seca de raiz (m^{-2}), relação entre massa seca de raiz e massa seca da parte aérea, número de nódulos (m^{-2}), massa seca de nódulo ($g\ nódulo^{-1}$), massa seca de nódulos (m^{-2}), massa seca de nódulo por massa seca de raiz, número de vagens, número de grãos por vagem, massa de 100 sementes (g), produtividade ($g\ m^{-2}$) e índice de colheita, foram submetidas à análise de variância e de regressão, levando em consideração o eixo x, como eficiência de controle (%).

Foi utilizada a análise de trilha para determinar os efeitos diretos e indiretos das características sobre a produtividade. Nessa análise foram eliminados os tratamentos chlorimuron-ethyl e lactofen aplicados isoladamente pois tiveram interferência de outras plantas daninhas (figura 4 e 5). A análise bidirecional path foi utilizada devido ao desenvolvimento simultâneo dos componentes e pela interação entre eles, a análise primária (sementes m^{-2} e massa de sementes), secundária (vagens m^{-2} e sementes por vagem $^{-1}$), terciário (nós reprodutivos m^{-2} e vagens por nó reprodutivo $^{-1}$), quartanário (nos m^{-2} e porcentagem de nós). A partir da primeira foi realizado uma análise tridirecional sobre o efeito do número de nós m^{-2} , nós reprodutivos m^{-2} e vagens m^{-2} sobre o número de sementes por m^{-2} .

Resultados e discussão

- Controle do trevo branco

Aos 70 DAA dos herbicidas de aplicação em pós-emergência, os tratamentos com lactofen, chlorimuron-ethyl tiveram um controle eficiente do trevo branco, apresentando as menores médias sendo que a aplicação sequencial de glifosato teve efeito positivo, aumentando o controle quando aplicado após lactofen, chlorimuron-ethyl e glifosato passando de uma redução de -0.600, -1.012 e -1.051 para -1.055, -1.169 e -1.404 $g\ m^{-2}\ dia^{-1}$, respectivamente (tabela 3). Nos tratamento sem aplicação sequencial de glifosato houve o aparecimento de outras plantas daninhas (PD), principalmente poáceas, sendo que os herbicidas de aplicação em pós-emergência dos tratamentos eram todos latifolicidas com

exceção do glifosato (tabela 3), apresentando matéria seca de PD de 49.16 g m⁻² no tratamento com aplicação de lactofen isolado.

Os herbicidas de aplicação em pós-emergência bentazon e imazethapyr não apresentaram um controle satisfatório do trevo branco resultando em crescimento do trevo durante o período sendo esse de 0.359 e 0.508 g m⁻² dia⁻¹ (tabela 3). Mc Curdy et al. (2013) e Machado et al., (2013) estudando i.a. seletivos à cultura do trevo branco identificaram os i.a. bentazon e imazethapyr como seletivos à cultura, concordando com os resultados obtidos nesse estudo (Tabela 3).

Table 3 - Eficiência de controle do trevo branco, matéria seca do trevo branco e outras plantas daninhas (g m⁻²) e coeficiente angular de controle do trevo branco (g m⁻² dia⁻¹) aos 70 dias após a aplicação (Estádio R2 da soja) em função do herbicida pós-emergente combinado (+) ou não (-) com uma aplicação sequencial de glifosato.

Herbicida pós-emergente	Matéria seca (g m ⁻²)				% de controle do trevo branco		Coeficiente angular de controle do trevo branco (g m ⁻² dia ⁻¹)	
	Trevo branco		Outras plantas daninhas ^{a)}					
	Glifosato (720 g ha ⁻¹)							
	-	+	-	+	-	+	-	+
Bentazon	94.71 cA ^{b)}	53.58 bB	35.19 bA	1.60 cB	22.55 fA	60.20 eB	0.359cA	-0.269bB
Imazethapyr	100.89 bA	43.29 cB	5.32 fA	0.47 efB	16.25 gA	70.34 dB	0.508bA	-0.570cB
Fomesafen	79.64 dA	29.54 dB	14.95 eA	3.01 aB	34.35 eA	83.77 cB	-0.047dA	-1.055dB
Imazamox + Bentazon	74.06 eA	52.62 bB	27.16 cA	0.87 deB	40.91 dA	61.37 eB	-0.051dA	-0.516cB
Glifosato	49.39 fA	20.68 eB	5.58 fFA	0.52 efB	63.64 cA	92.26 bB	-0.600eA	-0.944cB
Chlorimuron-ethyl	20.54 gA	20.19 eA	21.47 dA	1.43 cB	92.09 bA	92.60 bA	-1.012fA	-1.169eB
Lactofen	19.94 gA	14.64 eB	49.16 aA	1.27 cdB	92.67 bA	97.82 abA	-1.051fA	-1.404B
Sem controle	147.81 a	147.81 a	2.40 f	2.40 b	-	-	-	-
Controle total (capinado)	0.00 h	0.00 f	0.00 g	0.00 f	-	-	0.966a	0.966a
CV (%)	4.01	5.52	7.45	12.3	37.81	18.06	15.62	12.37

a) *Brachiaria plantaginea* (IR= 77%) (figura 5B).

b) Para cada variável, médias seguidas pelas mesmas letras, minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem pelo teste de Duncan ao nível de p<0,01.

- Desenvolvimento da soja

No desenvolvimento vegetativo quanto maior o controle do TB maior o desenvolvimento, sendo maior a matéria seca de raiz e parte aérea, assim como o IAF (figura 1A,C,D). Quando a área foliar específica (figura 1B) verifica-se que não houve diferença significativa, sugerindo assim que não houve uma competição por luz da soja para com o TB, sendo que a soja não sofreu estiolamento ou modificação na espessura foliar. Restringindo a

competição principalmente a água e nutrientes que resultou em menor desenvolvimento quanto menor o controle (figura 1A,C).

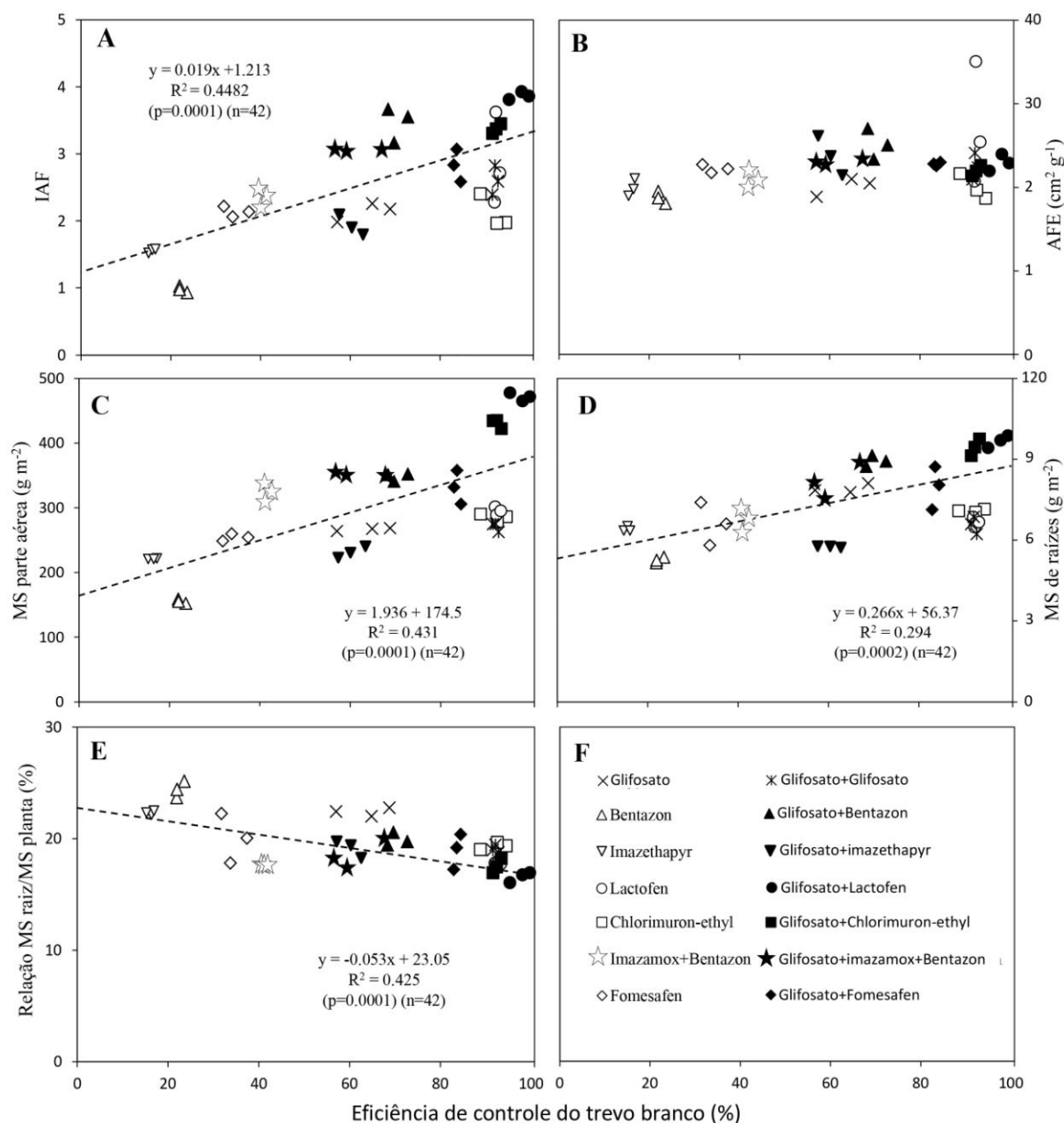


Figura 1 - Desenvolvimento da soja em R2: Índice de área foliar (IAF), área foliar específica (AFE), matéria seca (MS) de raiz e parte aérea e relação entre matéria seca de raiz/MS total em função da eficiência de controle do trevo branco.

Ao se analisar o desenvolvimento com relação ao 100% de matéria seca em cada tratamento e verificar qual a porcentagem dessa foi destinado ao desenvolvimento de raiz (Figure 1E) observa-se uma tendência de que quanto menos se controla o TB mais a soja investe em crescimento de raízes. A maior alocação relativa de matéria seca na raiz da cultura

da soja conforme a menor eficiência de controle do TB (Figura 1) ocorre em resposta a competição por água e nutrientes com o TB, onde para explorar melhor o meio e ser mais competitivo na assimilação de água e nutrientes destina mais recursos ao crescimento de raízes (DUDLEY e FILE, 2007; BIEDRZYCKI et al., 2010).

- Nodulação da soja

Na fixação biológica de N ao avaliar-se o número e MS de nódulos verifica-se que com o aumento do controle houve aumento nas duas variáveis (figura 2A,C). Com a maior quantidade de raiz quanto maior o controle (figura 1D) evidencia o maior número de nódulos e conseqüente maior quantidade de MS de nódulos. Colocando em uma mesma unidade entre os tratamentos, no caso MS de nódulo por MS de raiz (figura 2D), verificamos que a tendência continua, quanto maior o controle maior a MS de nódulos.

As plantas que estavam em situação de maior controle se deixaram infectar mais pela bactéria promotora da fixação biológica. Possivelmente com a aplicação dos herbicidas, os que apresentaram maior eficiência rapidamente causaram uma desfolha no TB (tabela 3), esse aporte de MS ao solo causou um rápido aumento no número de bactérias para decomposição imobilizando o nitrogênio disponível no meio (FRANCHINI et al., 2007; SOON e LUPWAYI, 2012; LINDSEY et al., 2013), assim quanto maior o controle menor era a disponibilidade de nitrogênio e em resposta a soja deixou-se infectar mais pelas bactérias fixadoras de N (WEBER, 1996; HERRMANNA et al., 2014).

Assumindo que cada grama de nódulo tem a mesma capacidade de fixar nitrogênio, ao plotar-se a MS da planta em relação a MS de nódulos de cada tratamento (figura 2D) verifica-se que quanto menor o controle cada grama de nódulo foi responsável por uma quantidade maior de MS da planta, assim com 0% de controle 1g de nódulo foi responsável por 60 gramas de MS enquanto que em 100% de controle 1 g de nódulo foi responsável por 40 gramas de MS, indicando assim que quanto menor o controle do TB maior a restrição de nitrogênio para a planta proveniente da simbiose.

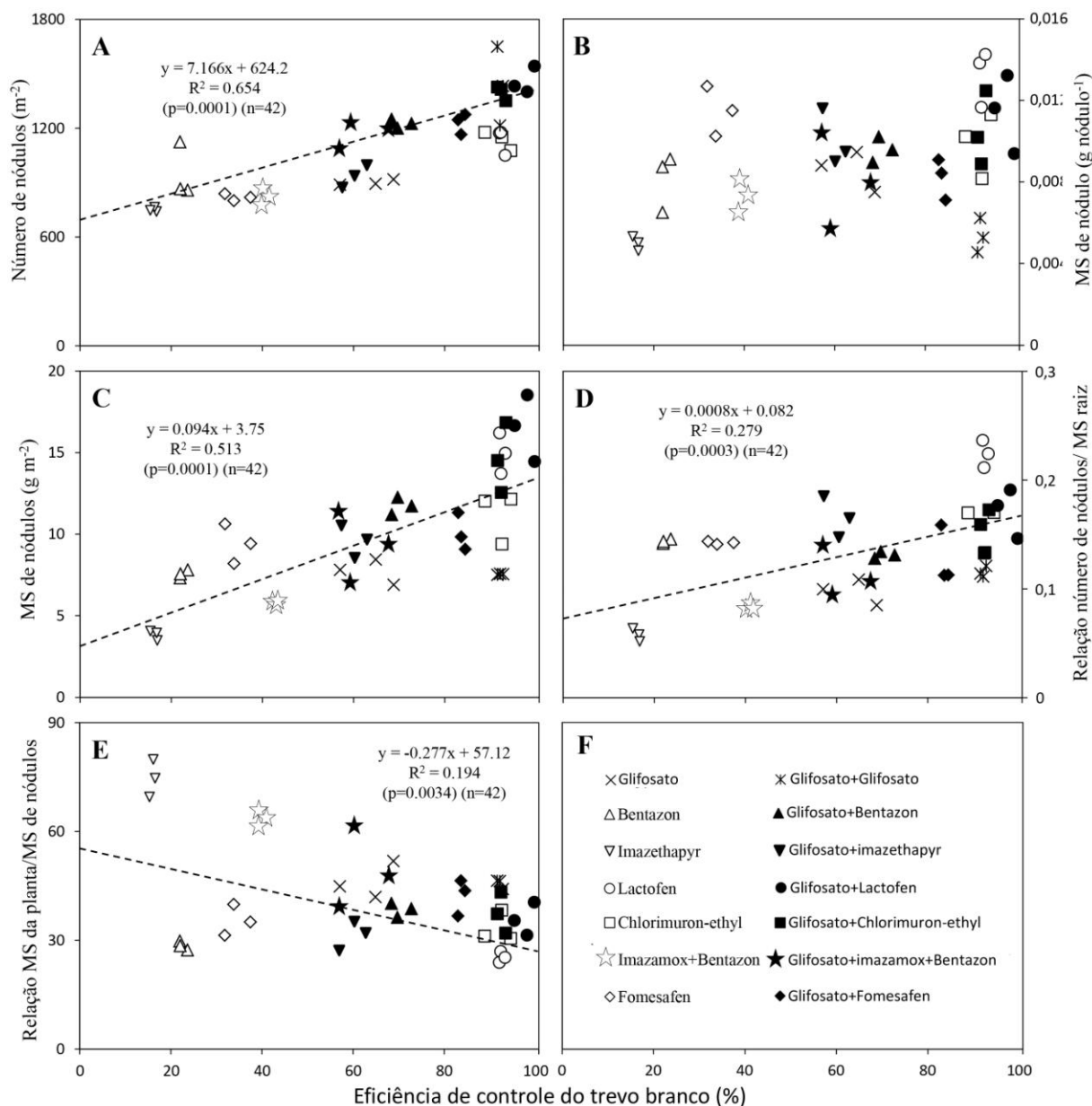


Figura 2 - Nodulação da soja em R2: Número de nódulos, matéria seca (MS) de nódulos e relação número de nódulos/MS de raiz, MS da planta/MS nódulo em função da eficiência de controle do trevo branco.

- Produtividade da soja

Para a produtividade (figura 3D) quanto maior o controle do trevo branco maior foi a produção por área, exceto para dois tratamentos que apresentaram pontos discrepantes, sendo os com uma aplicação de chlorimuron-ethyl e lactofen em pós emergência. Nesses tratamentos ocorreu uma redução da produção em relação a linha de tendência dos outros tratamentos, isto devido a ocorrência de outras plantas daninhas (PD), como apresentado na

figura 5, onde os tratamentos com aplicação sequencial de glifosato apresentaram uma pequena quantidade de outras PD, sendo a planta daninha que apresentou o maior índice de relevância (IR), sendo esse de 77%, foi a *Braquiária plantaginea* (figura 4B), assim os tratamentos sem aplicação de glifosato que são constituídos de herbicidas pós-emergentes latifolicidas não tiveram ação sobre essa PD.

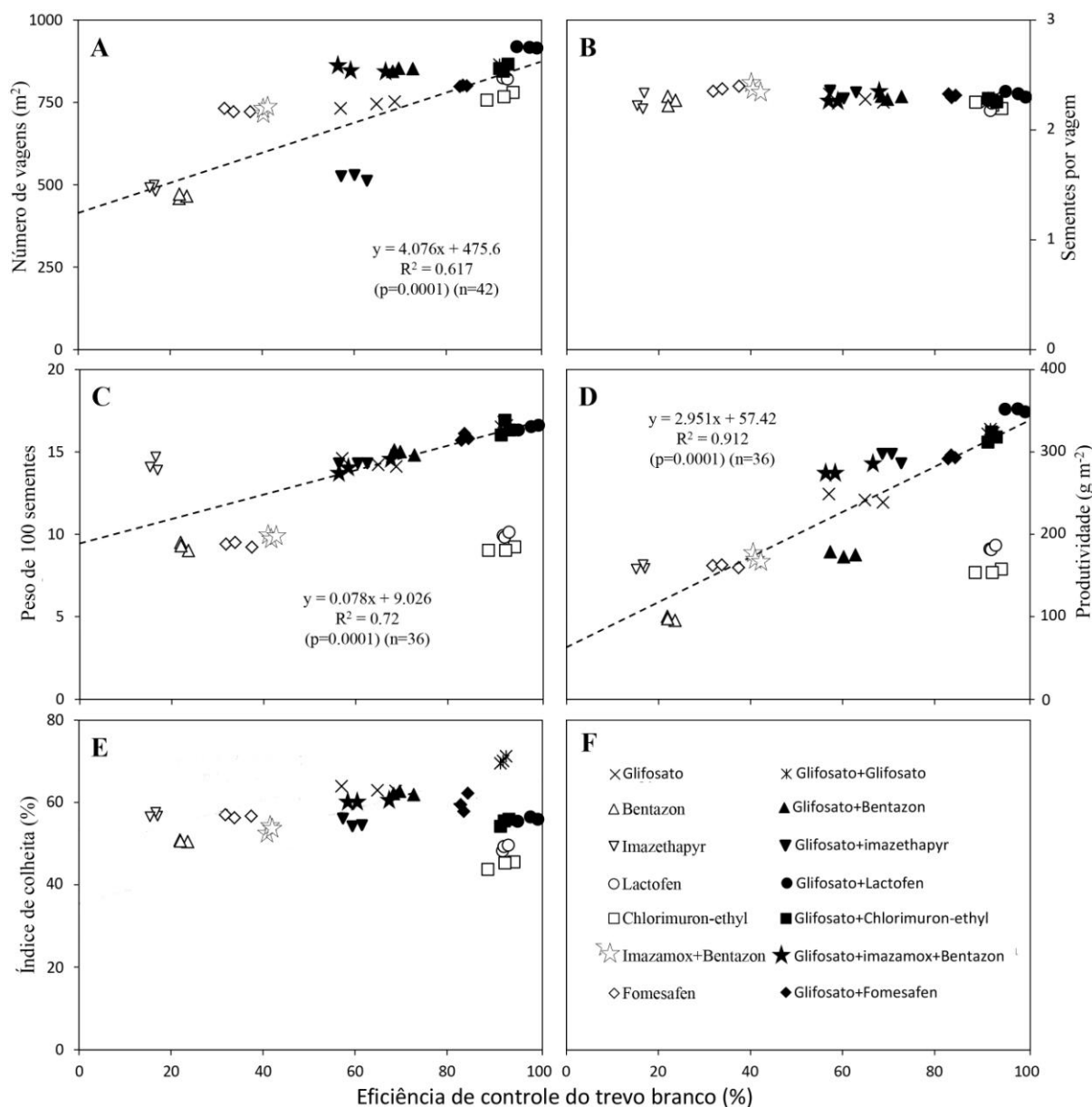


Figura 3 - Produtividade da soja: Número de vagens, sementes por vagem, peso de 100 sementes, produtividade e índice de colheita em função da eficiência de controle do trevo branco.

Verificando os componentes de produção temos a mesma tendência da produção para o número de vagens e sementes por m^2 e o peso de 100 sementes (figura 3A,C), sendo que o número de sementes por vagem não diferiu estatisticamente (figura 3B), onde o mesmo é determinado geneticamente sendo pouco influenciado pelo manejo. No gráfico do peso de 100 sementes podemos novamente visualizar os pontos discrepantes do chlorimuron-ethyl e lactofen, concluindo que a redução da produção causada pela presença do *Brachiária plantaginea* se deu devido a redução no peso do grão. A *Brachiária plantaginea* presente na área ao final do desenvolvimento vegetativo, nos tratamentos do chlorimuron-ethyl e lactofen apresentava folhas acima do dossel da cultura da soja o que contribuiu diretamente para a redução do peso de 100 sementes devido a restrição da radiação para a cultura da soja na fase de enchimento de grãos, explicando assim os pontos discrepantes (Figura 3).

Ao analisar-se a linha de tendência dos tratamentos latifolicidas sem aplicação sequencial de glifosato (Figura 4A) pode-se ver que quanto maior o controle do trevo banco (TB) maior a ocorrência de outras plantas daninhas. A redução na expressão do banco de sementes pela presença do trevo (Figura 4A), esta ligada ao fato que a forrageira quando estabelecida promove a cobertura do solo, impedindo a emergência de outras plantas daninhas (DEN HOLLANDER et al., 2007a,b; WORTMAN et al., 2013), assim quanto maior foi o controle do TB, maior a expressão do banco de sementes do solo.

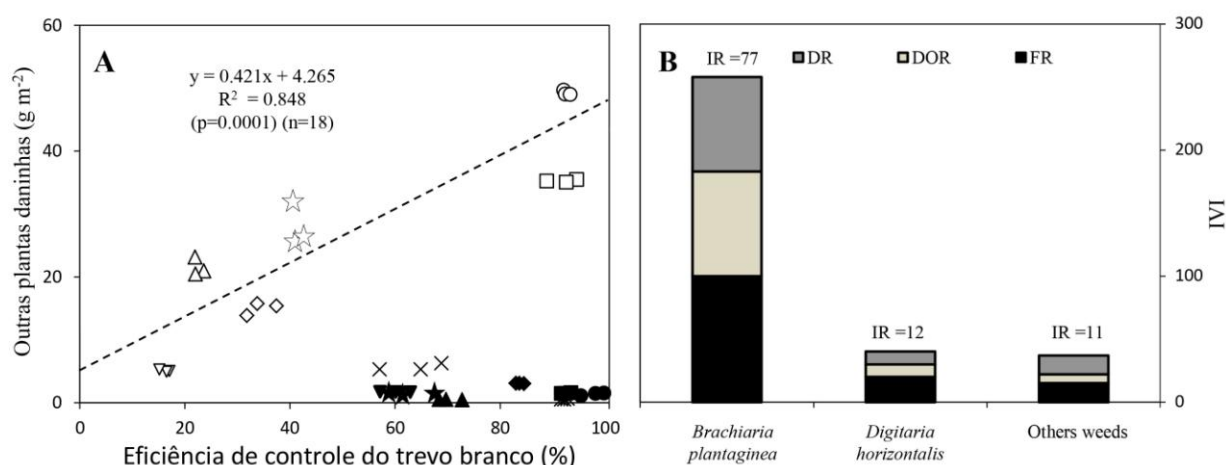


Figura 4 - (A) Matéria seca de plantas daninhas na soja em função da eficiência do controle do trevo branco (Legenda na figura 1) e (B) densidade relativa, dominância relativa, frequência relativa, índice de valor de importância (IVI) e importância relativa (IR) das plantas daninhas presentes na área experimental no estágio R2 da soja.

Dos efeitos nos componentes de rendimento pode-se verificar a influência no desenvolvimento (figura 1A,C,D) e consequente variação do número de nós totais em função

do controle do TB, a qual não teve efeito direto sobre o número de nós reprodutivos por m^{-2} nem a proporção de nós reprodutivo da planta (Figura 5). O número de nós reprodutivos por sua vez não teve efeito direto sobre o número de vagens por metro quadrado, que não se correlaciona com o número de sementes por vagens, sendo que nenhum dos dois apresenta efeito direto sobre o número de sementes por metro. Já o número de sementes por metro tem efeito direto na produção sendo que a massa de sementes tem efeito indireto via o número de sementes por metro quadrado.

O efeito direto sobre o número de sementes por m^{-2} se deu devido ao número de nós por metro quadrado, sendo que o número de vagens e a porcentagem de nós reprodutivos não apresentam efeito direto sobre o número de sementes por m^{-2} , entretanto tem um efeito indireto via o número de nós por m^2 (figura 5).

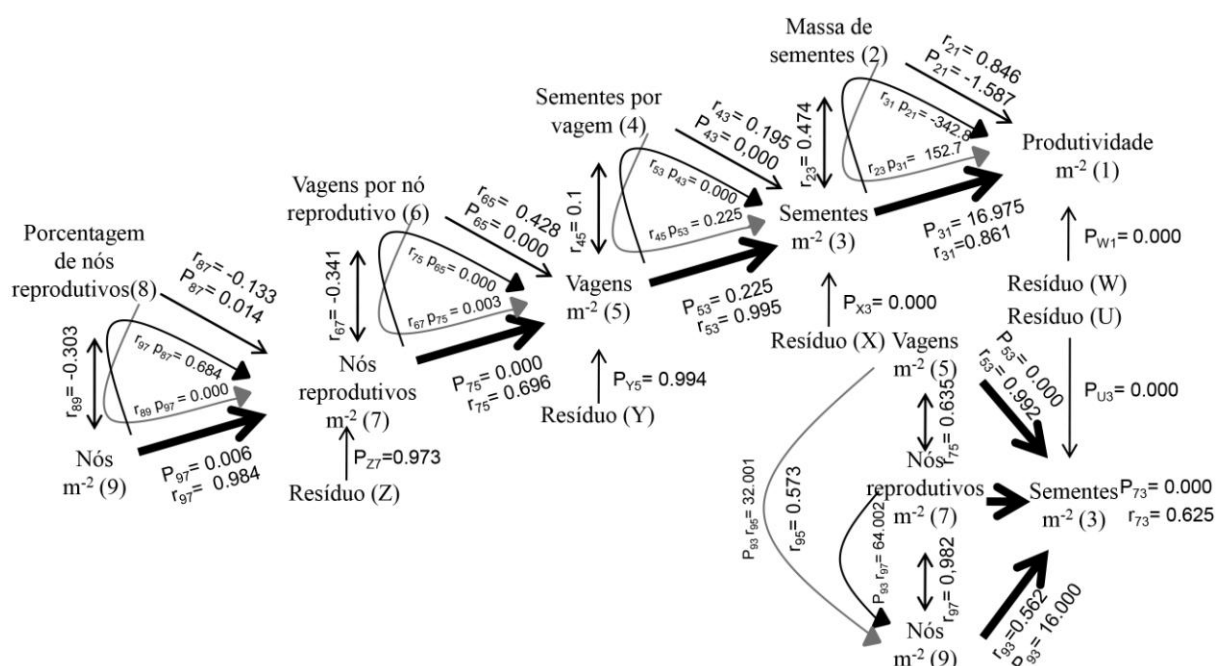


Figura 5 - Análise de trilha dos componentes da produtividade da soja afetados pelas diferentes eficiências de controle do trevo branco. Coeficiente Path do efeito direto (P), coeficiente de correlação (r) e efeito indireto do coeficiente Path ($r_{xy}P_{xy} =$ efeito indireto de r_{xy} via P_{xy}). A importância da característica que afeta a resposta da variável é determinada pelo maior valor (negativo ou positivo) de P em relação as outras variáveis.

Conclusões

Quanto menor a eficiência de controle do TB maior a alocação relativa de matéria seca na raiz e menor a nodulação e desenvolvimento da cultura da soja, sendo a redução do número

de nós m^{-2} o componente de rendimento principal, responsável pela redução na produtividade. Sendo necessário o controle do trevo branco para a produção de soja no SIPA.

Os herbicidas de aplicação em pós-emergência glifosato (com duas aplicações sequenciais), chlorimuron-ethyl e lactofen, apresentaram um controle satisfatório do TB em função da porcentagem de controle acima de 90%.

Agradecimentos

Ao Dr. Edilson Batista, Dr. Luciano Farinha Watzlawick e Dr. Henrique Soares Koehler pelas valiosas discussões sobre o delineamento e análises estatísticas. Dr. Gaëtan Louarn pela ajuda na interpretação dos resultados. A CAPES pela concepção de bolsa e a UNICENTRO, em nome da Dra. Deonisia Martinichen, pela estrutura física.

Referências

ASSMANN, T.S.; RONZELLI JR., P.; MORAES, A. ASSMANN, A.L.; KOEHLER, H.S. & SANDINI, I. 2003 Rendimento de milho em área de integração lavoura-pecuária sob o sistema plantio direto, em presença e ausência de trevo branco, pastejo e nitrogênio. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, **27**, 675-683.

BALDISSERA, T. C.; FRAK, E.; CARVALHO, P. C. F.; LOUARN, G. 2013. Plant development controls leaf area expansion in alfalfa plants competing for light. *Annals of Botany*, **251**, 1-13.

BARROS, J. F. C.; BASCH, G.; CARVALHO, M. 2007. Effect of reduced doses of a post-emergence herbicide to control grass and broad-leaved weeds in no-till wheat under Mediterranean conditions. *Crop Protection*. **26**, 1538–1545.

BIEDRZYCKI, M. L.; JILANY, T. A.; DUDLEY, S. A.; BAIS, H. P. 2010. Root exudates mediate kin recognition in plants. *Communicative & Integrative Biology*, **3**, 28-35.

BINDRABAN, P. S.; VELDE, M. V.; YE, L.; BERG, M. V.; MATERECHERA, S.; KIBA, D. I.; TAMENE, L.; RAGNARSDÓTTIR, K. V.; JONGSCHAAP, R.; HOOGMOED, M.; HOOGMOED, W.; BEEK, C. V.; LYNDEN, G. V. 2012. Assessing the impact of soil degradation on food production. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, **4**, 478–488.

CARVALHO, P. C. F.; ANGHINONI, I.; MORAES, A.; SOUZA, E. D.; SULC, R. M.; LANG, C. L.; FLORES, J. P. C.; LOPES, M. L. T.; SILVA, J. L.; CONTE, O.; WESP, C.

L.; LEVIEN, R.; FONTANELI, R. S.; BAYER, C. Managing grazing animals to achieve nutrient cycling and soil improvement in no-till integrated systems. 2010. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, **88**, 259–273.

COUGNON, M.; BAERT, J.; VAN WAES, C.; REHEUL, D. Performance and quality of tall fescue (*Festuca arundinacea* Schreb.) and perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) and mixtures of both species grown with or without white clover (*Trifolium repens* L.) under cutting management. *Forage science*, 2013 article in press.

DEN HOLLANDER, N.G., BASTIAANS, L., KROPFF, M.J. 2007a. Clover as a cover crop for weed suppression in an intercropping design I. Characteristics of several clover species. *European Journal of Agronomy*. **26**, p.92–103.

DEN HOLLANDER, N.G., BASTIAANS, L., KROPFF, M.J. 2007b. Clover as a cover crop for weed suppression in an intercropping design II. Competitive ability of several clover species. *European Journal of Agronomy*. **26**, 104–112.

DUDLEY, S. A.; FILE, A. L. 2007. Kin recognition in an annual plant. *Biology letters*, **3**, 435–438.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. 2.ed. Rio de Janeiro, Embrapa, 2006. 306p.

FICKETT, N. D.; BOERBOOM, C. M.; STOLTENBERG, D. E. 2013. Soybean Yield Loss Potential Associated with Early-Season Weed Competition across 64 Site-Years. *Weed Science*, **61**, 500–507.

FRANCHINI, J. C.; CRISPINO, C. C.; SOUZA, R. A.; TORRES, E.; HUNGRIA, M. 2007. Microbiological parameters as indicators of soil quality under various soil management and crop rotation systems in southern Brazil. *Soil Tillage Research*. **92**, 18–29.

GILBERT, N. 2009. The disappearing nutrient. *Nature*, **8**, 461–716.

HERRMANN, L.; CHOTTE, J. L.; THUITA, M.; LESUEUR, D. Effects of cropping systems, maize residues application and N fertilization on promiscuous soybean yields and diversity of native rhizobia in Central Kenya. *Pedobiologia*, 2014 article in press.

LEMAIRE, G.; FRANZLUEBBERS, A.; CARVALHO, P.C.F.; DEDIEU, B. Integrated crop–livestock systems: Strategies to achieve synergy between agricultural production and environmental quality. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, <http://dx.doi.org/10.1016/j.agee.2013.08.009>, 2013.

LINDSEY, L. E.; STEINKE, K.; WARNCKE, D. D.; EVERMAN, W. J. 2013. Nitrogen Release from Weed Residue. *Weed Science*, **61**, 334–340.

LUSTOSA, S.B.C. et al. 2011. Experiências de integração lavoura-pecuária na região central do Paraná. *Synergismus scyentifca*, **6**, 48-57.

MACHADO, D.; LUSTOSA, S. B.; BALDISSERA, T. C.; TUROK, J. D. N.; MACHADO, M.; WATZLAWICK, F.; MENDONÇA, C. G.; PELISSARI, A. 2013. Seletividade de herbicidas em trevo-branco no estágio fenológico de expansão do primeiro trifólio. *Ciência Rural*, **43**, .

McCURDY, J. D. ;McELROY, J. S.; FLESSNER, M. L. 2013. Differential Response of Four Trifolium Species to Common Broadleaf Herbicides: Implications for Mixed Grass-Legume Swards. *Weed Technology*. **27**, 123–128.

MORAES, A., CARVALHO, P. C. F., ANGHINONI, I., LUSTOSA, S. B. C. COSTA, S. E.V. G. A., KUNRATH, T. R. 2014. Integrated Crop-Livestock Systems in the Brazilian Subtropics. *European Journal of Agronomy*. **57**, 4-9.

MUELLER-DOMBOIS, D., ELLENBERG, G.H. Aims and methods of vegetation ecology. New York: Willey & Sons: 1974. 547p.

PELISSARI, A. et al. Fundamentação teórica para o controle de plantas daninhas em integração lavoura-pecuária. **Manual de aulas práticas de plantas daninhas**. Ed. José Ferreira da Silva, Dagoberto Martins. Jaboticabal: FUNEP, 2013. 184p.

PHELAN, P.; CASEY, A.; HUMPHREYS, J. 2013. The effect of traget postgrazing height on sward clover content, herbage yield, and dairy production from grass-white clover pasture. *Jounal Dairy Science*. **96**, 1598-1611.

RITCHIE, S.; HANWAY, J. J.; THOMPSON, H. E. **How a soybean plant develops**. Ames: Iowa State University of Science and Technology, Cooperative Extension Service, 1982. 20 p. (Special report, 53).

SANDINI, I. E.; MORAES, A. PELISSAR, A.; NEUMANN, M.; FALBO, M. K.; NOVAKOWISKI, J. K. 2011. Efeito residual do nitrogênio na cultura do milho no sistema de produção integração lavoura-pecuária. *Ciência Rural*, **41**, 1315-1322.

SCHUSTER, M. Z.; SZYMCZAK, L.S.; LUSTOSA, S. B. C.; PELISSARI, A.; MORAES, A.; FRANCISCO, R. 2013. Interferência de plantas daninhas no estabelecimento do trevo branco como cultura forrageira. *Ciência Rural*, **43**, .

SILVA, H. A, et al. 2012. Maize and soybeans production in integrated system under no-tillage with different pasture combinations and animal categories. *Revista Ciência Agronômica*, **43**, 757-765.

SOON, Y. K.; LUPWAYI, N. Z. 2012. Straw management in a cold semi-arid region: impact on soil quality and crop productivity. *Field Crops Research*. **139**, 39–46.

TEASDALE, J.R. 1996. Contribution of cover crops to weed management in sustainable agricultural systems. *Journal of Production Agriculture*. **9**, 475–479.

THEUNISSEN, J. 1997. Application of intercropping in organic agriculture. *Biological Agriculture and Horticulture*. **15**, 251–259.

THORSTED, M.D., OLESEN, J.E., WEINER, J. 2006. Width of clover strips and wheat rows influence grain yield in winter wheat/white clover intercropping. *Field Crops Research*. **95**, 280–290.

THORTED, M.D., OLESEN, J.E., KOEFOED, N. 2002. Effects of white clover cultivars on biomass and yield in oat/clover intercrops. *Journal of Agricultural Science*. **138**, 261–267.

WEBER, C. R. 1966. Nodulating and nonnodulating soybean isolines: II. Response to applied nitrogen and modified soil conditions. *Agronomy Journal*. **58**, 46–49.

WHITE, J.G., SCOTT, T.W. 1991. Effects of perennial forage-legume living mulches on no-till winter-wheat and rye. *Field Crops Research*. **28**, 135–148.

WORTMAN, S. E.; FRANCIS, C. A.; BERNARDS, M. A.; BLANKENSHIP, E. E.; LINQUIST, J. L. 2013. Mechanical Termination of Diverse Cover Crop Mixtures for Improved Weed Suppression in Organic Cropping Systems. *Weed Science*, **61**, 162–170.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O modelo conceitual sugerido no capítulo 1, fundamenta a influência da forrageira no sistema. Pode ser explorado em trabalhos futuros a fim de se entender, para cada espécie forrageira de interesse para a composição dos SIPA, a sua dinâmica e as relações entre os componentes do esquema visando subsidiar a elaboração de estratégias de controle integrado buscando a maior eficiência agrônômica.

Os resultados do experimento mostram a influência do trevo branco na nodulação da soja, sendo que a redução do desenvolvimento da cultura, sobremaneira a redução de nós na planta, acarretou na redução da produtividade. Sugere assim, uma possível deficiência de nitrogênio. Para trabalhos futuros, é fundamental durante o desenvolvimento da cultura coletar a parte aérea da planta e quantificar o nitrogênio no tecido vegetal, verificando se a soja cultivada junto ao trevo branco, fica com o nitrogênio do tecido vegetal abaixo da curva de diluição de nitrogênio da espécie.

A causa da redução na nodulação da soja na presença de trevo branco pode ter diferentes origens ou uma junção dessas. Na discussão do artigo é colocado o desestímulo a nodulação pela presença do elemento em quantidade satisfatória para a cultura no meio. Na literatura, diversos trabalhos evidenciam essa contribuição do nitrogênio para o sistema do trevo branco e da mesma maneira, a redução na nodulação da soja, quando exposta a fontes externas de nitrogênio. Entretanto, não pode ser descartada a possibilidade de alelopatia do trevo branco, seja com a cultura da soja ou com o *Bradyrhizobium japonicum*. Futuros trabalhos podem verificar se outras cultivares de soja ou estirpes do *Rhizobium* apresentam a mesma resposta que nesse experimento e/ou se existe a liberação de algum composto alelopático pelo trevo branco.

No presente trabalho foi estudada a influência do trevo branco sobre a soja, porém da mesma maneira a soja exerce influência sobre o trevo branco. Sendo assim os trabalhos, na medida do possível, devem avaliar a interferência mútua.

Os herbicidas de aplicação em pós-emergência glifosato (com duas aplicações sequenciais), chlorimuron-ethyl e lactofen, apresentaram um controle satisfatório do trevo branco. Cabe ressaltar, a preocupação com a molécula do glifosato que com o uso indiscriminado nos últimos anos, com o advento dos transgênicos levou, a um aumento substancial no número de espécies resistentes, fato que vem aumentando ano a ano. Foi

necessário, além da dessecação, mais duas aplicações de glifosato para o controle do trevo branco. Deve se dar preferência a utilização das outras moléculas para o seu controle. Evitando possíveis problemas futuros com resistência.

No SIPA quando ao controle do trevo branco, dois pontos devem ser levados em consideração para aplicação desse trabalho, primeiramente o trevo branco, na grande maioria das vezes, estará consorciado com Poáceas, sendo a sua contribuição na ocupação do espaço ou na matéria seca, de maneira geral, não superior a 20%. O segundo fator é que o mesmo estará pastejado, ou seja, os herbicidas serão aplicados em uma planta estressada, de reduzida área foliar, ao se comparar com a aplicação dos tratamentos nesse experimento, que não teve essas condições impostas.

ANEXOS

Apêndice 1

Tabela 1 - Resultado da análise química e física do solo da área experimental.

pH (CaCl ₂)	P Mehlich (mg dm ⁻³)	Mo (g dm ⁻³)	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H ⁺ +Al ³⁺	SB	CTC pH
			(Cmol dm ⁻³)						
5,2	2,3	49,0	0,49	3,6	2,8	0,0	4,42	6,88	11,3
Areia			Silte				Argila		
(g kg ⁻¹)									
160			260				580		

Apêndice 2

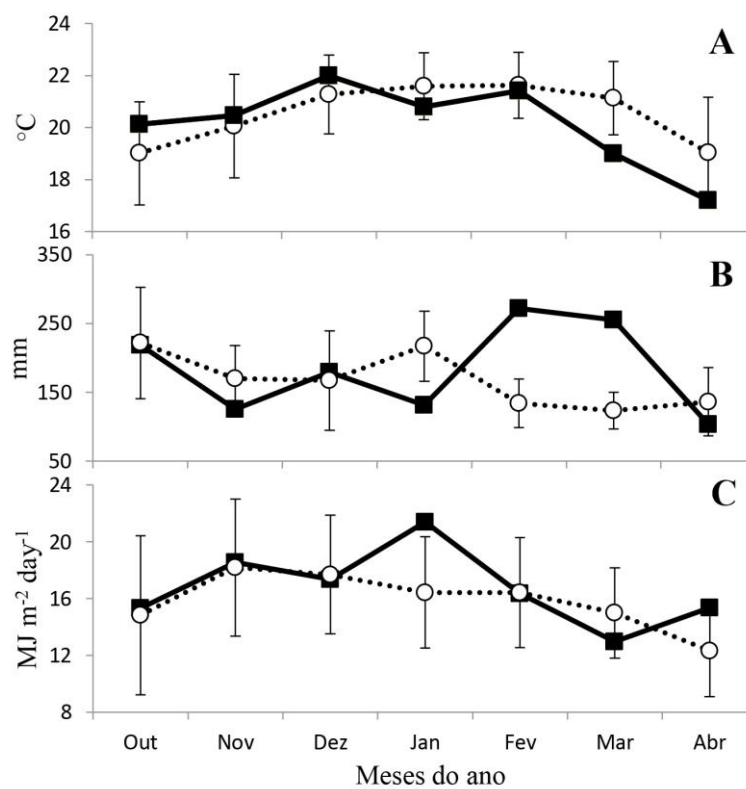


Figura 1 - Comparação climática das safras dos anos 2001-2011 (---○---) com a safra de 2012/2013 (—■—) no campo experimental: a) Temperatura b) Precipitação c) Radiação solar.

I - Desvio padrão.

Fonte: Estação meteorológica UNICENTRO, Campus CEDETEG, 2013.

Apêndice 3

Implantação e Condução do experimento

A implantação do trevo branco ocorreu em 15 de abril de 2012 com a cultivar Zapicán, inoculada com *Rhizobium leguminosarum* bv. *trifolli* (10ml kg⁻¹) com adubação de base de 120 kg ha⁻¹ de P₂O₅, 60 kg ha⁻¹ de K₂O e 1,2 kg ha⁻¹ de B no sulco de semeadura, sendo esta feita em linhas espaçadas de 0,18 m, profundidade de 0,05 m e densidade de 8 kg ha⁻¹. Vinte dias após a emergência para o controle da comunidade infestante (SCHUSTER et al., 2013) foi realizada uma aplicação de herbicida pós-emergente a base de Imazethapyr (100 g ha⁻¹ i.a.) (MACHADO et al., 2013) para o estabelecimento do trevo branco.

A implantação da cultura da soja ocorreu com a dessecação com glyfosate (720 g ha⁻¹ i.a.) no dia 13 de novembro (tabela 3) e a semeadura no dia 21 de novembro como recomendado pelo obtentor da cultivar, a cultivar de soja utilizada foi a BMX Apolo® RR e a semeadura foi feita com semeadora adubadora equipada com disco de corte e facão, sendo o adubo depositado à 5 cm de profundidade e as sementes a 3 cm de profundidade. O tratamento de sementes para o controle de fungos e insetos foi com fipronil+tiofanatometílico+piraclostrobina (5+45+50g de i.a. 100kg⁻¹ de sementes), a inoculação foi com *Bradyrhizobium japonicum* (10ml kg⁻¹). A adubação de base foi no sulco de plantio com 250 kg ha⁻¹ do formulado 2-28-20 e os micro nutrientes molibdênio (25 g ha⁻¹) e cobalto (3 g ha⁻¹) sendo o espaçamento entre linhas de 0,40 m com densidade de 250.000 plantas ha⁻¹.

A tomada de decisão para o controle de insetos foi feita conforme o manejo integrado de pragas (MIP) (EMBRAPA, 2000), onde foram realizadas duas aplicações para o controle de *Anticarsia gemmatilis* e *Pseudoplusia includens* uma em V5 com Teflubenzurom (7,5 g i.a ha⁻¹) e outra em R2 com Clorraniliprole (10 g i.a ha⁻¹), para o controle de *Euschistus heros*, *Nezara viridula* e *Piezodorus guildinii* foi realizado uma aplicação em R5 de Imidacloprido+Beta-ciflutrina (100+12,5 g a.i ha⁻¹). O controle de doenças foi feito de forma preventiva com base nas previsões climáticas (EMBRAPA, 2000), sendo feitas duas aplicação, uma em V6 com Trifloxistrobina+Protioconazol (70+60 g i.a. ha⁻¹ + 500 ml ha⁻¹ óleo metilado de soja) e outra em R1 com Picoxystrobina+Ciproconazol (60+24 g i.a. ha⁻¹ + 450 ml ha⁻¹ de óleo mineral parafínico).

Apêndice 4

Análise fitossociológica

As partes aéreas das plantas daninhas encontradas nas amostras foram coletadas, e conforme a metodologia proposta por Mueller-Dombois e Elleberg (1974), foram determinados o número de indivíduos, o acúmulo de massa de matéria seca e a frequência de ocorrência de cada espécie, que, por sua vez, foram utilizados no cálculo do índice de valor de importância (IVI):

$$IVI = DR + FR + DoR$$

Em que *IVI* representa o índice de valor de importância; *DR* - densidade relativa de cada espécie, que é a razão entre o número de plantas de uma espécie e o total de plantas amostradas, expressa em porcentagem; *FR* - frequência relativa, ou seja, frequência com que a espécie ocorreu nas amostragens, expressa em porcentagem; e o *DoR* - dominância relativa, razão entre a massa de matéria seca da espécie e o total de massa de matéria seca amostrado, expressa em porcentagem. Obtendo-se o valor do IVI procedeu-se o cálculo da importância relativa (IR). A IR é determinada por meio da razão entre o IVI de cada espécie e o somatório dos IVIs de todas as espécies, expressa em porcentagem:

$$IR = \frac{IVI}{IVIs}$$

REFERÊNCIAS GERAIS

ASSMANN, T.S.; RONZELLI JR., P.; MORAES, A. ASSMANN, A.L.; KOEHLER, H.S. & SANDINI, I. Rendimento de milho em área de integração lavoura-pecuária sob o sistema plantio direto, em presença e ausência de trevo branco, pastejo e nitrogênio. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.27, p.675-683, 2003.

BINDRABAN, P. S.; VELDE, M. V.; YE, L.; BERG, M. V.; MATERECHERA, S.; KIBA, D. I.; TAMENE, L.; RAGNARSDÓTTIR, K. V.; JONGSCHAAAP, R.; HOOGMOED, M.; HOOGMED, W.; BEEK, C. V.; LYNDEN, G. V. Assessing the impact of soil degradation on food production. **Current Opinion in Environmental Sustainability**, v.4, p.478-488, 2012.

CONAB: Acompanhamento da safra brasileira de grãos, v. 1 - Safra 2013/14, n. 7 – Sétimo Levantamento. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 26/07/2014. EMBRAPA, 2005.

EMBRAPA. Pragas da soja no Brasil e seu manejo integrado / Clara Beatriz Hoffmann Campo [et al.]. - Londrina: Embrapa Soja, 2000. 70p. -- (Circular Técnica / Embrapa Soja, ISSN 1516-7860; n.30).

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (FAO). **The Millennium Development Goals Report**. New York: United Nations, 2013. 68p.

LEMAIRE, G.; FRANZLUEBBERS, A.; CARVALHO, P.C.F.; DEDIEU, B. Integrated crop–livestock systems: Strategies to achieve synergy between agricultural production and environmental quality. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, <http://dx.doi.org/10.1016/j.agee.2013.08.009>, 2013.

MACHADO, D.; LUSTOSA, S. B.; BALDISSERA, T. C.; TUROK, J. D. N.; MACHADO, M.; WATZLAWICK, F.; MENDONÇA, C. G.; PELISSARI, A. Seletividade de herbicidas em trevo-branco no estágio fenológico de expansão do primeiro trifólio. **Ciência Rural**, 43, 2013.

MUELLER-DOMBOIS, D., ELLENBERG, G.H. **Aims and methods of vegetation ecology**. New York: Willey & Sons: 1974. 547p.

SCHUSTER, M. Z.; SZYMCZAK, L.S.; LUSTOSA, S. B. C.; PELISSARI, A.; MORAES, A.; FRANCISCO, R. Interferência de plantas daninhas no estabelecimento do trevo branco como cultura forrageira. **Ciência Rural**, 43, 2013.