



Matheus Alegretti de Oliveira

**ANÁLISE TÉCNICA E ECONÔMICA DE TECNOLOGIAS DE
RESISTÊNCIA A HERBICIDAS EM CULTIVARES DE SOJA**

Dissertação de Mestrado

Cruz Alta – RS, 2019

Matheus Alegretti de Oliveira

**ANÁLISE TÉCNICA E ECONÔMICA DE TECNOLOGIAS DE RESISTÊNCIA A
HERBICIDAS EM CULTIVARES DE SOJA**

Dissertação de Mestrado apresentado ao Curso de Mestrado Profissional em Desenvolvimento Rural, da Universidade de Cruz Alta – UNICRUZ, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Desenvolvimento Rural.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Juliane Nicolodi Camera
Coorientadora: Prof^a. Dr^a. Claudia Maria Prudêncio de Mera
Coorientador: Prof. Dr. Mario Antonio Bianchi

Cruz Alta – RS, 2019
Universidade de Cruz Alta – Unicruz

O482a

Oliveira, Matheus Alegretti de

Análise técnica e econômica de tecnologias de resistência a herbicidas em cultivares de soja / Matheus Alegretti de Oliveira. – 2019.
59f.

Dissertação (mestrado) – Universidade de Cruz Alta/Unicruz, Mestrado Profissional em Desenvolvimento Rural, 2019.

Orientadora: Profa. Dra. Juliane Nicolodi Camera.

Coorientadora: Profa. Dra. Claudia Maria Prudêncio de Mera.

Coorientador: Prof. Dr. Mario Antonio Bianchi.

1. Cultura da soja. 2. Planta daninhas. 3. Herbicida. I. Camera, Juliane Nicolodi. II. Mera, Claudia Maria Prudêncio de. III. Bianchi, Mario Antonio. IV. Título.

CDU 632.954:633.34

Catálogo na Publicação
Bibliotecária Eliane Catarina Reck da Rosa CRB-10/2404

Centro de Ciências da Saúde e Agrárias
Mestrado Profissional em Desenvolvimento Rural

**ANÁLISE TÉCNICA E ECONÔMICA DE TECNOLOGIAS DE RESISTÊNCIA A
HERBICIDAS EM CULTIVARES DE SOJA**

Elaborado por

Matheus Alegretti de Oliveira

Como requisito parcial para obtenção do grau de
Mestre em Desenvolvimento Rural.

Banca Examinadora:

Prof^a. Dr^a. Juliane Nicolodi Camera
Universidade de Cruz Alta - Unicruz

Prof^a. Dr^a. Claudia Maria Prudêncio de Mera
Universidade de Cruz Alta – Unicruz

Dr. Mario Antônio Bianchi
Universidade de Cruz Alta - Unicruz

Prof. Dr. Theodoro Schneider
Universidade de Cruz Alta - Unicruz

Prof. Dr. Leandro Oliveira da Costa
Instituto Federal Farroupilha - IFFar

Cruz Alta, 18 de julho de 2019

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pelo dom da vida, por guiar e iluminar o meu caminho na busca de ser assertivo nas escolhas que a vida me proporciona.

Agradeço a minha noiva Fernanda Teixeira Macagnan, que no decorrer de 15 anos esteve apoiando e incentivando o meu crescimento pessoal e profissional, estando presente nos momentos mais difíceis, me ajudando a superar as barreiras para alcançarmos e comemorarmos as nossas maiores conquistas. Sendo, mais uma vez, de grande importância no auxílio para a conclusão desta dissertação.

Agradeço e dedico aos meus pais e irmãos, aos quais sempre acreditaram no meu potencial e nunca mediram esforços para a minha formação e realização profissional.

Agradeço ao professor Dr. Mario Antônio Bianchi que me acolheu e incentivou, desde o momento que entrei em contato demonstrando interesse em ingressar no mestrado. Sempre auxiliando e transmitindo o seu conhecimento com muita dedicação.

Agradeço a Universidade de Cruz Alta e aos docentes do Mestrado Profissional em Desenvolvimento Rural, em especial a minha orientadora Dr.^a Juliane Nicolodi Camera pela sua disponibilidade em auxiliar e seu profissionalismo, sempre incentivando para a conclusão do trabalho e a minha coorientadora Dr.^a Claudia Maria Prudêncio de Mera pelas aulas e auxílios prestados.

Agradeço a empresa Três Tentos Agroindustrial S/A, a qual me orgulho de ter feito parte da equipe durante sete anos. Empresa que me dispensou total apoio para a realização desta dissertação, disponibilizando recursos, área experimental e especialmente pessoas que estavam sempre dispostas a me ajudar.

Agradeço a empresa CCGL, a qual disponibilizou ajuda com seus técnicos, sendo de suma importância para obter os melhores resultados na condução dos trabalhos de campo.

Enfim a todos que contribuíram para o sucesso deste trabalho. Muito obrigado.

RESUMO

ANÁLISE TÉCNICA E ECONÔMICA DE TECNOLOGIAS DE RESISTÊNCIA A HERBICIDAS EM CULTIVARES DE SOJA

Autor: Matheus Alegretti de Oliveira
Orientadora: Prof^a. Dr^a. Juliane Nicolodi Camera
Coorientadora: Prof^a. Dr^a. Claudia Maria Prudêncio de Mera
Coorientador: Dr. Mario Antonio Bianchi

O uso da biotecnologia de resistência a herbicidas surgiu como potente ferramenta para facilitar o manejo de plantas daninhas e proteger o potencial produtivo na cultura da soja. Contudo, a real vantagem do uso dessas tecnologias e os custos precisam ser avaliados e considerados dentro do planejamento do sistema de produção. Nesse sentido, o objetivo desse trabalho foi realizar uma análise técnica e econômica das tecnologias de resistência a herbicidas na cultura da soja. O estudo foi desenvolvido no Centro Tecnológico (CETEC) da empresa Três Tentos Agroindustrial (Santa Bárbara do Sul/RS), onde foram realizados dois experimentos (I e II) nos anos agrícolas 2016/17 e 2017/18, sendo utilizado o delineamento de blocos ao acaso com 6 e 4 repetições, respectivamente. No experimento I avaliou-se duas formas de manejos no controle de plantas daninhas para cada tecnologia estudada (Roundup Ready[®] e Liberty Link[®]) e para soja convencional, bem como o rendimento de grãos e custos relacionados. Já no experimento II avaliou-se a eficiência e o custo do uso de diferentes herbicidas no controle da soja voluntária (com e sem tecnologia). Os resultados dos experimentos foram submetidos à análise de variância, sendo as médias dos tratamentos comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade do erro. Os herbicidas pré e pós-emergentes, em ambos os manejos propostos para os cultivares, controlaram de forma eficiente as plantas daninhas, sem apresentar fitotoxicidade significativa para a cultura da soja, demonstrando a eficiência e a segurança de utilizá-los nas respectivas doses propostas no presente trabalho. O melhor retorno econômico para o produtor rural no presente estudo foi obtido com o cultivar que apresenta a tecnologia de resistência ao glifosato (Roundup Ready[®]), o qual se mostrou mais estável entre os anos agrícolas, com rendimento líquido de grãos superior aos demais cultivares na safra 2017/18. Para esse cultivar poderia ser adotada qualquer uma das formas de manejo propostas, sendo o herbicida 2,4-D recomendado para o controle da soja voluntária. Como resultado dessa pesquisa, permitiu-se melhor avaliação da contribuição dessas tecnologias empregadas na cultura da soja e a relação custo benefício para o produtor rural.

Palavras-chave: Plantas daninhas. Biotecnologia, Manejo químico.

ABSTRACT

TECHNICAL AND ECONOMIC ANALYSIS OF RESISTANCE TECHNIQUES TO HERBICIDES IN SOYBEAN CULTIVARS

Author: Matheus Alegretti de Oliveira
Advisor: Prof^a. Dr^a. Juliane Nicolodi Camera
Coadviser: Prof^a. Dr^a. Claudia Maria Prudêncio de Mera
Coadviser: Dr. Mario Antonio Bianchi

The use of herbicide resistance biotechnology emerged as a powerful tool to facilitate weed management and protect the potential productive of soybean crop. However, the real advantage of using these technologies and costs need to be evaluated and considered within the planning of the production system. In this sense, the objective of this work was to carry out a technical and economic analysis of the technologies of resistance to herbicides in the soybean crop. The study was carried out at Três Tentos Agroindustrial (Santa Bárbara do Sul / RS) Technological Center (CETEC), where two experiments (1 and 2) were carried out in the agricultural years 2016/17 and 2017/18. randomized blocks with 6 and 4 replicates, respectively. In the experiment 1, two weed management techniques were evaluated for each technology studied (Liberty Link[®] and Roundup Ready[®]) and for conventional soybean, as well as grain yield and related costs. In the experiment 2, the efficiency and cost of the use of different herbicides in the control of voluntary soybean (with and without technology) were evaluated. The results of the experiments were submitted to analysis of variance, the means of the treatments being compared by the Tukey test at 5% probability of the error. Pre- and post-emergence herbicides, in both treatments proposed for the cultivars, efficiently controlled weeds, without showing significant phytotoxicity to the soybean crop, demonstrating the efficiency and safety of using them at the respective doses proposed in the study. present work. The best economic return for the rural producer in the present study was obtained with the cultivar that presents the resistance technology to glyphosate (Roundup Ready[®]), which was more stable among the agricultural years, with net yield of grains superior to the other cultivars in the 2017/18 harvest. For this cultivar could be adopted any of the proposed management forms (1 or 2), being the 2,4D herbicide recommended for the control of voluntary soy. As a result of this research, it was possible to better evaluate the contribution of these technologies used in soybean cultivation and the cost-benefit ratio for the rural producer.

Keywords: Weeds. Biotechnology. Chemical management.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 -	Mapa da produção agrícola de soja no Brasil (safra 2018/19).....	15
Figura 2 -	Representação da precipitação (mm) e temperaturas médias (°C) (máxima e mínima), para o período referente ao ciclo da cultura da soja, no município de Santa Bárbara do Sul-RS, safra 2016/17 e safra 2017/18.....	29
Figura 3 -	Representação esquemática das etapas do Experimento 1.....	32
Figura 4 -	Representação esquemática das etapas do Experimento 2.....	33
Quadro 1 -	Variáveis consideradas na análise econômica.....	34

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 –	Tratamentos utilizados para o controle de plantas daninhas, com as aplicações dos herbicidas logo após a semeadura (herbicidas pré-emergentes) e aos 28 dias após a semeadura da cultura (herbicidas pós-emergentes).....	31
Tabela 2 –	Tratamentos aplicados em pós-emergência (V4) em soja voluntária nos três ensaios experimentais.....	33
Tabela 3 –	Controle de Plantas Daninhas (%) nos experimentos referentes as safras 2016/17 e 2017/18.....	37
Tabela 4 –	População de plantas daninhas (plantas/ m ²) da semeadura da soja até o dia anterior a aplicação dos herbicidas em pós-emergência da cultura, referentes as safras 2016/17 e 2017/18.....	38
Tabela 5 –	Fitotoxicidade à cultura (%) nos experimentos referentes as safras 2016/2017 e 2017/2018.....	39
Tabela 6 –	Produtividade de grãos (Kg ha ⁻¹) e população de plantas m ² nos experimentos referentes as safras 2016/2017 e 2017/2018.....	41
Tabela 7 –	Eficiência de herbicidas no controle de soja voluntária em diferentes dias após a aplicação do tratamento químico.....	44
Tabela 8 –	Efeito de diferentes herbicidas sobre a população de plantas e matéria seca (MS) de soja voluntária.....	45
Tabela 9 –	Análise do custo dos experimentos em Kg ha ⁻¹	46
Tabela 10 –	Rendimento líquido em grãos (Kg ha ⁻¹) para os diferentes controles de cada cultivar nos dos anos agrícolas.....	46
Tabela 11 –	Análise conjunta do rendimento líquido em grãos (Kg ha ⁻¹) considerando a interação ano x cultivar.....	47
Tabela 12 –	Análise conjunta do rendimento líquido em grãos (Kg ha ⁻¹) considerando a interação cultivar x controle.....	47

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	10
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	12
2.1 A cultura da soja.....	12
2.1.1 A soja no mundo.....	12
2.1.2 A soja no Brasil.....	13
2.2 Plantas daninhas.....	16
2.3 Herbicidas.....	18
2.4 Biotecnologia de resistência a herbicidas na cultura da soja.....	24
2.5 Análise econômica da cultura da soja.....	26
3 MATERIAIS E MÉTODOS.....	28
3.1 Experimento I: Controle de plantas daninhas utilizando cultivares de soja com diferentes tecnologias de resistência a herbicidas.....	30
3.2 Experimento II: Controle de soja voluntária com herbicidas pós-emergentes.....	32
3.3 Análise econômica.....	34
3.4 Análise estatística.....	35
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	36
4.1 Controle de plantas daninhas utilizando cultivares de soja com diferentes tecnologias de resistência a herbicidas.....	36
4.2 Controle de soja voluntária com herbicidas pós-emergentes.....	42
4.3 Análise econômica dos experimentos.....	46
5 CONCLUSÃO.....	49
REFERÊNCIAS.....	50
APÊNDICES.....	57

1 INTRODUÇÃO

O aumento da produção de alimentos é essencial para garantir as necessidades de uma população mundial crescente, que ultrapassou os 7 bilhões de habitantes. A Organização das Nações Unidas (ONU) projeta que a população mundial será de 9,7 bilhões até 2050 e estima-se que a produção de alimentos deve aumentar em 70% para suprir a alimentação da população (FAO, 2018). Atualmente, a agricultura brasileira é responsável por alimentar 1,5 bilhões de pessoas e precisa estar preparada para desempenhar seu papel fundamental na garantia da vida humana no planeta (NOVO RURAL, 2018).

Para isso, deve-se diminuir os impactos ambientais e buscar a sustentabilidade dentro dos sistemas produtivos. Além dos recursos naturais, o conhecimento e empreendedorismo dos agricultores aliado às contribuições técnico-científicas de universidades e órgãos de pesquisa e assistência técnica, são determinantes para garantir o aumento da produção de alimentos. Nesse sentido, é importante além de conhecer as inovações tecnológicas na área agrícola, compreender como manejar de forma adequada e responsável essas novas tecnologias, tais como as culturas transgênicas de resistência a herbicidas, visando a melhoria dos índices de produtividade e a eficiência econômica.

A soja é a mais importante oleaginosa cultivada no mundo (BERTRAND; LAURENT; LECLERCQ, 1987), sendo a principal cultura do agronegócio brasileiro. O Brasil é um dos principais produtores de soja desde a década de 70, sendo atualmente, o segundo maior produtor mundial do grão, perdendo apenas para os Estados Unidos (USDA, 2019). Dentre os estados brasileiros, o Rio Grande do Sul é o segundo maior produtor do grão, produzindo cerca de 19 milhões de toneladas na safra 2018/19 (CONAB, 2019).

Uma das principais preocupações dos produtores rurais e profissionais que trabalham com essa cultura, são os prejuízos causados pelas plantas daninhas, pois elas competem com a cultura por luz, nutrientes e água, além de dificultarem a colheita e atuarem como hospedeiras de pragas e doenças, e exercerem pressão de natureza alelopática (PITELLI, 1985). Dessa forma, as plantas daninhas dificultam o manejo da cultura da soja e reduzem o potencial produtivo, refletindo diretamente na renda do produtor rural e na economia do país. Esse fato estimula a pesquisa por estratégias adequadas de controle de plantas daninhas.

Dentre os métodos atualmente indicados para o manejo das plantas daninhas na cultura de soja, o controle químico têm sido a alternativa mais utilizada pelo produtor (SALVADORI et al., 2016). Nesse sentido, o advento de inovações tecnológicas de culturas

resistentes a herbicidas surgiu como ferramenta importante, para facilitar o manejo de plantas daninhas, garantir o crescimento nos índices de produtividade na agricultura, apresentando atribuição relevante para o progresso da cultura da soja no país.

Com o auxílio de avançadas técnicas biotecnológicas lançou-se a soja Roundup Ready® (RR) da empresa Monsanto, a primeira soja geneticamente modificada no país, com evento aprovado no ano 1998 (Comunicado CTNBio nº 54 de 1998) e comercialização iniciada em 2005. A soja RR é resistente ao glifosato, herbicida de amplo espectro, dos mais utilizados nos sistemas de cultivo do mundo (KRUZE et al., 2000). Outra importante tecnologia comercializada no Brasil é a Liberty Link® (LL), a qual foi desenvolvida pela empresa Bayer e recentemente adquirida pela BASF. A soja LL é resistente ao glufosinato de amônio, um herbicida amplamente utilizado na agricultura em escala mundial, em função tanto da alta eficácia quanto do amplo espectro de controle de plantas daninhas (BRUNHARO et al., 2014).

Ressalta-se que o cultivo de soja apresenta alto investimento por parte do produtor, tanto em equipamentos, fertilizantes e defensivos agrícolas, quanto em tecnologia de sementes. Dessa forma, o uso das tecnologias de resistência a herbicidas em cultivares de soja necessita de pesquisas que avaliem a sua influência no controle de plantas daninhas e no rendimento da soja, gerando mais conhecimentos para aplicação prática, o que é fundamental para um planejamento mais seguro da lavoura.

Nesse contexto, o objetivo deste trabalho foi realizar uma análise técnica e econômica das tecnologias de resistência a herbicidas na cultura da soja, buscando contribuir com a melhor avaliação dessas tecnologias empregadas pelo produtor rural, bem como estimar o custo benefício que trará desenvolvimento econômico da propriedade rural.