



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA – UnB
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA - FAV

AVANÇOS BIOTECNOLÓGICOS NA CULTURA DA SOJA (*Glycine max* L.) PARA A AGRICULTURA BRASILEIRA

Larissa L. Martins dos Santos
Orientador: Prof. Dr. Armando Fornazier

BRASÍLIA – DF
Novembro/2021

LARISSA LOURENÇO MARTINS DOS SANTOS

AVANÇOS BIOTECNOLÓGICOS NA CULTURA DA SOJA (*Glycine max* L.) PARA A AGRICULTURA BRASILEIRA

Trabalho de conclusão de curso apresentado como requisito parcial à obtenção do título de Engenheira Agrônoma, pela Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária (FAV) da Universidade de Brasília.

Orientador: Prof. Dr. Armando Fornazier

BRASÍLIA – DF

Novembro/2021

Ficha Catalográfica

SANTOS, Larissa Lourenço Martins

AVANÇOS BIOTECNOLÓGICOS NA CULTURA DA SOJA (*Glycine max* L.) PARA A AGRICULTURA BRASILEIRA / Larissa L. Martins dos Santos. Orientação: Prof. Dr. Armando Fornazier, Brasília, 2021.

Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Agronomia) - Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, UnB, Brasília, 2021.

1. Soja. 2. Biotecnologia. 3. OGM. I. Fornazier, Armando. II. Avanços biotecnológicos na cultura da soja (*glycine max* l.) Para a agricultura brasileira.

Orientação: Prof. Dr. Armando Fornazier

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

AVANÇOS BIOTECNOLÓGICOS NA CULTURA DA SOJA (*Glycine max* L.) PARA A AGRICULTURA BRASILEIRA. 2021. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Agronomia) - Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, UnB, Brasília, 2021.

CESSÃO DE DIREITOS

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta monografia e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva-se a outros direitos de publicação e nenhuma parte desta monografia pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor.

Larissa Lourenço Martins dos Santos

E-mail: larissamartinssantos1@gmail.com

Endereço: Universidade de Brasília

Campus Universitário Darcy Ribeiro - Asa Norte

CEP 70910-900

Brasília-DF, Brasil.

SANTOS, Larissa L. Martins

AVANÇOS BIOTECNOLÓGICOS NA CULTURA DA SOJA (*Glycine max* L.) PARA A
AGRICULTURA BRASILEIRA

Trabalho de conclusão de curso apresentado
como requisito parcial à obtenção do título
de Engenheira Agrônoma, pela Faculdade
de Agronomia e Medicina Veterinária (FAV)
da Universidade de Brasília.

Aprovado em:

Banca examinadora:

Prof. Dr. Armando Fornazier – Orientador

Profa. Dra. Nara Oliveira Silva Souza

Me. Caio César Rosa

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por me permitir chegar até a conclusão deste trabalho com determinação e saúde, especialmente no momento delicado de pandemia que estamos vivendo.

Agradeço imensamente toda minha família, meu porto seguro, por todo suporte e apoio (financeiro, espiritual e profissional) ao longo da minha vida. Aos meus avós Jairo e Leuza que me educaram e me amam incondicionalmente. Aos meus pais Adilubio e Patrícia por todo aprendizado, amor e por apoiarem meu sonho. Aos meus irmãos, Arthur e Bernardo.

A minha gestora do estágio no SRNC/MAPA Crisangela Nagata por todo aprendizado e apoio que fizeram eu me apaixonar pelo mundo corporativo das sementes.

Aos meus gestores do estágio na Bayer em *Regulatory Seeds* Maria Arminda, Gustavo Paoli e Sara Teixeirensense pela oportunidade, por sempre confiarem no meu trabalho e por todo conhecimento compartilhado aonde fui muito feliz e realizada.

Agradeço minha melhor amiga Mariana pela companhia em todos os momentos tristes e felizes que vivemos juntas e pela amizade que construímos desde o primeiro dia de aula.

A família Bohme compartilhada pela Mariana, Geraldo, Fabíola, Pedro e Christiane por se tornarem minha família não só ao longo da graduação, mas para a vida inteira.

Agradeço meu grupo de amigas Gabriella, Camila, Maria Luiza, Amora, Jessika e Rosângela por todos os momentos de desabafo, alegrias e festas que compartilhamos juntas.

Aos meus amigos Caio César e Hyan pela amizade que construímos na graduação e perdurou para a vida.

Agradeço minha *personal trainer* Sarah por me ajudar a restabelecer minha saúde e autoestima no último ano.

Aos professores da Universidade de Brasília pela dedicação em formar novos agrônomos.

Aos colegas de turmas diversas pela companhia ao longo da graduação.

Ao meu orientador Prof. Dr. Armando Fornazier pela pronta disposição na orientação deste trabalho.

Sumário

1. INTRODUÇÃO	9
2. OBJETIVOS	12
2.1. Objetivo Geral.....	12
2.2. Objetivos Específicos.....	12
3. REVISÃO DE LITERATURA	13
3.1. Introdução da Soja.....	13
3.2. Importância Econômica da Soja para o Brasil	14
3.3. Regionalização da Soja no Brasil.....	15
3.4. Biotecnologia	16
3.5. Evoluções biotecnológicas	18
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	20
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	21
5.1. Primeira Geração da Soja	21
5.2. Segunda Geração da Soja	24
5.3. Terceira Geração da Soja	26
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	30
7. REFERÊNCIAS	32

RESUMO

Este trabalho tem a finalidade de explicitar a evolução dos organismos geneticamente modificados (OGMs) no Brasil e como as biotecnologias conferidas a esses OGMs evoluíram ao longo do tempo. Desde o surgimento da primeira cultivar de soja geneticamente modificada com apenas um evento de transformação genética e conferindo tolerância ao herbicida glifosato até as cultivares mais atuais com até quatro eventos de transformação genética conferindo múltiplos benefícios ao sojicultor. Benefícios esses não só para o produtor, mas contribuindo para uma agricultura cada vez mais sustentável e avançada tecnologicamente. Todos os eventos lançados comercialmente estão em conformidade com as leis de biossegurança. Além disso, ele apresenta comparações e dados de registro de cultivares entre as principais tecnologias do mercado da soja (*Glycine max* L.) no Serviço de Registro Nacional de Cultivares. Ainda, traz recentes e importantes informações das duas tecnologias lançadas no mercado em 2021, que prometem revolucionar nos próximos anos o mercado da soja no Brasil, sendo elas a soja Plataforma INTACTA 2 XTEND® e soja Conkesta Enlist®.

Palavras-chave: *Glycine max*; OGM; biotecnologia; biossegurança; registro de cultivares.

ABSTRACT

This work aims to explain the evolution of genetically modified organisms (GMOs) in Brazil and how the biotechnologies given to these GMOs have evolved over time. From the appearance of the first genetically modified soybean cultivar with only one genetic transformation event and conferring tolerance to the herbicide glyphosate, to the most current cultivars with up to four genetic transformation events, conferring multiple benefits to the soybean grower. These benefits not only for the producer but contributing to an increasingly sustainable and technologically advanced agriculture. All commercially launched events comply with biosafety laws. In addition, it presents comparisons and cultivar registration data between the main technologies in the soybean market (*Glycine max* L.) at the Agriculture Ministry. It also brings recent and important information on the two technologies launched on the market in 2021, which promise to revolutionize the soy market in Brazil in the coming years, namely the Platform INTACTA 2 XTEND® soy and the Conkesta Enlist® soy.

Keywords: Soybean; GMO; biotechnology; sustentability; biosafety; registration.

1. INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* L.) é a principal *commodity* da agricultura brasileira, sua evolução ao longo das últimas décadas fortalecem a posição do país como o maior produtor mundial de soja com produção de 135,409 milhões de toneladas (CONAB, 2021), em seguida estão os Estados Unidos (EUA) com produção de 112,549 milhões de toneladas (USDA, 2021). O crescimento do complexo agroindustrial se dá, principalmente, em decorrência dos avanços tecnológicos e mercadológicos. Isto é, devido ao desenvolvimento de cultivares com novas tecnologias que impactam os aspectos econômico, social e ambiental (HIRAKURI; LAZZAROTTO, 2014).

No Brasil, 97% da soja produzida é transgênica, ou seja, é um organismo geneticamente modificado (OGM). Para Carlos Arrabal Arias (2021, ISTOÉ), líder do Projeto Nacional de Melhoramento de Soja da Embrapa, “A transgenia nos permite inserir artificialmente um gene de uma agrobactéria ao da planta para conseguir alguma ação benéfica”.

O lançamento de uma nova tecnologia de soja transgênica no mercado, vem após no mínimo 13 anos de pesquisa (EMBRAPA, 2020). Isso porque antes da biotecnologia ser inserida a uma nova cultivar, o evento de transformação genética precisa estar em conformidade com as leis de biossegurança e ser aprovado pela CTNBio (Comissão Técnica Nacional de Biossegurança). Para isso, cada instituição de pesquisa em organismos geneticamente modificados (OGMs), seja ela pública ou privada, precisa ter uma Comissão Interna de Biossegurança – CIBio. De acordo com a Lei nº 8.974, de 05 de janeiro de 1995, a CIBio é componente essencial para o monitoramento e vigilância das atividades com OGM e seus derivados e, também, para fazer cumprir as normas de biossegurança. É ela quem realizará funções conforme delegação e inspeção da CTNBio. Após esta etapa regulatória os testes seguem nas estações experimentais da instituição desenvolvedora da tecnologia para o estabelecimento dos Ensaio de VCU (Valor de Cultivo de Uso), seguindo as normas do Serviço de Registro Nacional de Cultivares para avaliação do desempenho agrônomo dessas cultivares, e posterior registro e lançamento comercial (BRASIL, 2021).

O Serviço de Registro Nacional de Cultivares (SRNC) tem por finalidade habilitar as cultivares para produção e comercialização de sementes no país. De acordo com

o SRNC/MAPA, de 1998 até a data de 30 de julho de 2021 o Brasil possui 2.294 registros de cultivares de soja entre convencional e outras oito biotecnologias do mercado (BRASIL, 2021). Só na última década o SRNC registrou 1.526 cultivares de soja. Dentre elas sendo, 119 convencional (sem evento de transformação genética), 473 Roundup Ready®, 797 Intacta RR2PRO®, 11 Cultivance®, 17 Liberty Link®. E para as tecnologias mais recentes no mercado, 21 Conkesta Enlist E3® e para o seu refúgio 8 cultivares Enlist, 70 Intacta 2 Xtend® e para o seu refúgio 10 cultivares Xtend (BRASIL, 2021).

Entre junho e setembro do ano corrente (2021), foram lançadas duas novas biotecnologias em sementes de soja no mercado que prometem uma série de novidades e benefícios para o sojicultor brasileiro. São elas, a soja Conkesta Enlist® lançada pela Corteva Agriscience™, companhia baseada na herança das empresas americanas Dow, DuPont e Pioneer. O evento de soja transgênica Enlist E3® e Conkesta E3® pertence conjuntamente à Dow AgroSciences LLC e à M.S. Technologies L.L.C. A soja Conkesta E3® aguarda aprovação por parte da Comissão Europeia para que o grão cultivado no Brasil seja exportado para o mercado europeu após seu lançamento comercial (CORTEVA, 2021).

Oito anos após o lançamento comercial da Soja Intacta RR2 PRO®, vem ao mercado a Plataforma Soja Intacta 2 Xtend® lançada pela companhia multinacional alemã Bayer S.A. A terceira geração da soja promete substituir a Intacta RR2 PRO® que hoje ocupa 59% da área plantada do Brasil (TELES, 2019). O evento comercial foi desenvolvido pela Monsanto do Brasil Ltda. e aprovado pela CTNBio em 2018 (CNTBio, 2018).

Portanto, em relação à pauta econômica voltada para a cultura da soja, deve-se ter em mente uma palavra: *royalties*. Hoje garantidos a partir da Lei nº 9.456/97, a Lei de Proteção de Cultivares. A Proteção de Cultivares visa à concessão de um direito de propriedade intelectual que garante ao titular exclusividade de exploração da cultivar protegida. O registro de uma cultivar não garante ao requerente/mantenedor o direito de exclusividade sobre a cultivar (BRASIL, 2020). Diante disso, o MAPA (Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento) é responsável por fiscalizar e combater a venda de sementes não licenciadas pelo país. Comprando uma semente registrada e com tecnologia protegida o produtor pagará por uma semente homogênea e estável, além de investir em tecnologia e soluções inovadoras para sua lavoura.

Dessa forma, justifica-se a escolha do tema deste trabalho, primeiramente, devido a importância da *commodity* para o Brasil e como o avanço das tecnologias impactam na produtividade da cultura e melhorias de manejo para o sojicultor. E, por afinidade. Por se tratar do projeto de estágio de Inteligência Competitiva de Mercado em Regulamentação de Sementes, no qual é realizado um levantamento de monitoramento de registros de soja no Brasil para as empresas mais relevantes do mercado e as respectivas biotecnologias que serão inseridas e investidas no campo.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

O objetivo geral do trabalho é fazer um levantamento dos principais avanços biotecnológicos na cultura da soja (*Glycine max* L.) para a agricultura brasileira.

2.2. Objetivos Específicos

Foram estabelecidos dois objetivos específicos para que o objetivo geral seja alcançado:

- a) Descrever a importância da cultura da soja (*Glycine max* L.) no Brasil e seus principais avanços biotecnológicos ao longo dos anos;
- b) Analisar a evolução das cultivares de soja no Brasil no que se refere às tecnologias e empresas.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. Introdução da Soja

A soja (*Glycine max* L.) é uma oleaginosa originária do continente asiático. Entretanto, a soja cultivada nos dias de hoje se difere bastante dos seus ancestrais, que eram plantas rasteiras que se desenvolviam ao longo do rio Yangtse, na China (PORTAL EMBRAPA SOJA, 2021).

No século XV a soja começou a ganhar o mundo, foi levada primeiro para a Europa e após cinco séculos os americanos começaram a descobrir realmente o seu potencial. No início de seu cultivo nos Estados Unidos a soja era utilizada como forrageira e após alguns anos para produção de grãos, onde encontrou condições ideais para seu desenvolvimento (BORÉM, 1999). A importância da cultura se dá ao fato de ser uma fonte rica em proteína (cerca de 40%) e óleo vegetal (cerca de 20%), pois juntamente com o milho, torna-se o farelo de soja, base para formulação de ração para animais como bovinos, suínos e aves. E hoje, com o avanço da indústria e do melhoramento genético é utilizada em várias preparações para alimentação humana (CARRÃO-PANIZZI *et al.*, 2016).

Em 2021, o Brasil comemora 139 anos de introdução da soja em seu território, o qual ocorreu em 1882 pelo Estado da Bahia. Seu insucesso se deu ao fato do clima tropical e de baixa latitude (12°S) ao qual a soja foi inicialmente cultivada. Isso porque a variedade cultivada pelo mundo era adaptada a climas temperados ou subtropicais, predominantes em latitudes próximas ou superiores a 30°. Dessa forma, a introdução da cultura no país apenas veio a ter êxito 60 anos depois pelo Estado do Rio Grande do Sul, cuja latitude varia entre 27° e 34°S (GAZZONI; DALL'AGNOL, 2018). Até meados de 1960, o Rio Grande do Sul ainda era o único Estado a produzir o grão no país. E assim como nos EUA, as primeiras cultivares introduzidas no RS eram avaliadas como forrageiras e destinadas a alimentação de suínos. Após algum tempo, iniciou-se uma movimentação do cultivo da soja para o cerrado brasileiro. Entretanto, os sojicultores enfrentaram alguns percalços devido a diferença de clima. Então, instituições de pesquisa iniciaram o estudo e desenvolvimento de uma nova cultivar de soja adaptada as condições tropicais e de baixa latitude da região central do Brasil (GAZZONI; DALL'AGNOL, 2018). Desde então, os estudos não cessaram. Atualmente o Brasil produz soja com a mesma

eficiência em diferentes latitudes e condições edafoclimáticas, devido aos avanços em melhoramento genético.

3.2. Importância Econômica da Soja para o Brasil

Segundo o levantamento da CONAB (2021) realizado em maio de 2021, o Estado do Mato Grosso teve a produção do grão estimada em 35,947 milhões de toneladas em 10,294 milhões de hectares de área plantada, dados que o tornam o maior Estado brasileiro produtor de soja. Seguido do Estado do Rio Grande do Sul com 20,164 milhões de toneladas em 6,055 milhões de hectares de área plantada. Na sequência, tem-se os Estados do Paraná e Goiás com 19,872 milhões de toneladas e 13,720 milhões de toneladas, respectivamente. São esses os principais Estados brasileiros que concentram a produção do grão.

No Brasil, a soja é a principal cultura em área plantada e volume de produção. Com isso, ao longo dos anos têm-se visto ainda mais a necessidade no aumento de área plantada ou no rendimento por área. Para esse cenário, é fundamental que se invista em sementes de alta qualidade e biotecnologias que confirmam resistência a pragas e doenças e tolerância à herbicidas. Para o agronegócio brasileiro é indubitavelmente que a soja seja a cultura mais importante na realidade contemporânea, devido à sua resposta no mercado mundial. Somente no ano de 2018 ela movimentou aproximadamente 31,7 bilhões de dólares, mostrando sua força e importância mundial, devido a sua grande diversidade (OLIVEIRA, 2020). Segundo estudo divulgado pela Embrapa em conjunto com o MAPA (2021), o volume de produção de soja brasileira corresponde a 50% do volume mundial disponível. E as exportações brasileiras do grão somaram US\$ 30 bilhões em 2020.

Nas últimas cinco décadas, o país passou de importador de alimentos para um dos mais importantes produtores e exportadores mundiais, alimentando aproximadamente 1,5 bilhão de pessoas no mundo. Os benefícios dessa condição possibilitam preços mais acessíveis aos consumidores, elevam a renda e a geração de empregos e impulsionam a participação da agricultura no Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro. A disponibilidade de recursos naturais, associada às políticas públicas, a competências técnico-científicas e ao empreendedorismo dos agricultores brasileiros foram fundamentais para esse desenvolvimento agrícola do País (EMBRAPA, 2018).

3.3. Regionalização da Soja no Brasil

A expansão da soja no Brasil também pode ser vista de uma perspectiva espacial, na qual o cultivo iniciou-se na região sul e caminhou em direção ao centro do país. Este movimento refletiu a contínua demanda de soja em escala mundial, o que provocou aumento de seu cultivo nos principais países produtores, porém consagrando o Brasil como o único grande produtor de soja em regiões tropicais e subtropicais (GAZZONI; DALL'AGNOL, 2018). Através da proposta elaborada pela EMBRAPA e implementada pelo MAPA, que confere um modelo de regionalização dos ensaios de VCU (Valor de Cultivo de Uso) para inscrição da cultivar no Registro Nacional de Cultivares e indicação para o Zoneamento Agrícola de Risco Climático, a soja hoje é plantada em quase todo território nacional. Os avanços em biotecnologia e melhoramento genético da espécie permitiram a adaptação das cultivares em diferentes regiões edafoclimáticas e conferem alta produtividade. Logo, uma mesma cultivar pode ter seu plantio recomendado para diferentes macrorregiões sojícolas. A proposta de Regionalização dos testes de Valor de Cultivo e Uso e da indicação de cultivares de soja - Terceira Aproximação (Figura 1) é configurada da seguinte maneira: Macrorregião 1: Sul (REC 101, REC 102, REC 103 e REC 104); Macrorregião 2: Centro-Sul (REC 201, REC 202, REC 203 e REC 204); Macrorregião 2: Sudeste (REC 301, REC 302, REC 303 e REC 304); Macrorregião 2: Centro-Oeste (REC 401, REC 402, REC 403, REC 404 e REC 405); Macrorregião 2: Nordeste (REC 501, REC 502 e REC 503) (EMBRAPA SOJA, 2011).

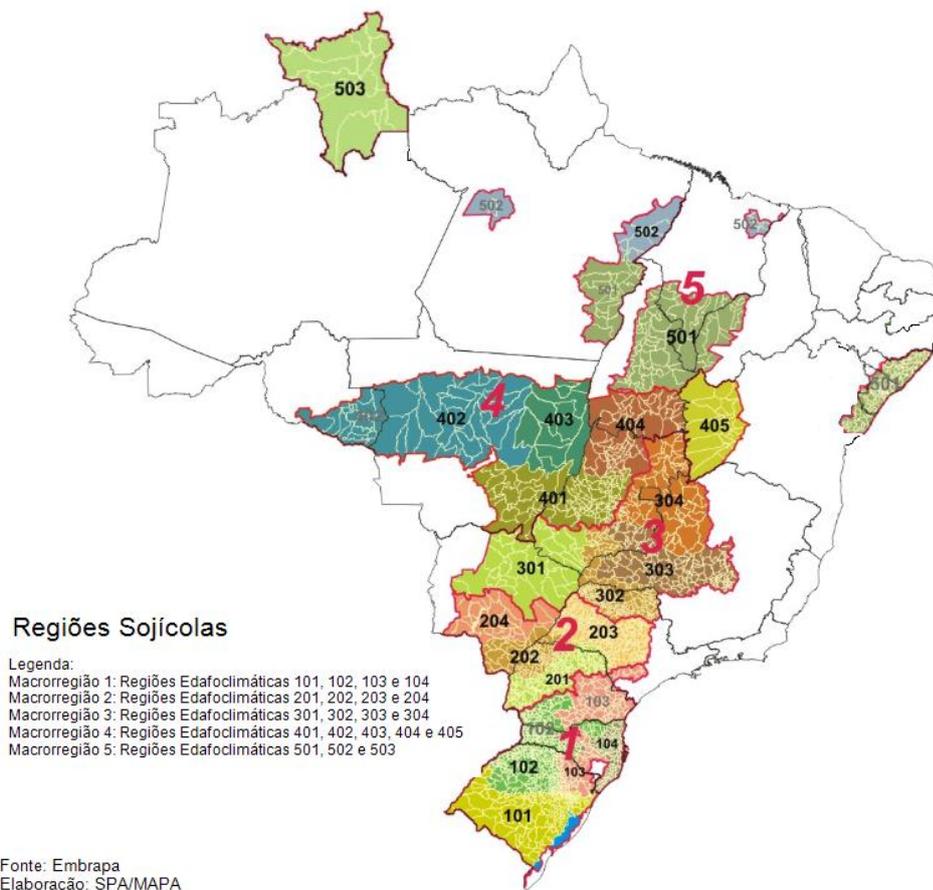


Figura 1. Macrorregiões Sojícolas do Brasil – Ensaios de V.C.U., Terceira Aproximação. Embrapa Soja, Londrina - PR. 2011.

O Zoneamento Agrícola de Risco Climático (ZARC) é uma política pública que maximiza o rendimento e minimiza os riscos, conferindo maior segurança ao agricultor. É aplicado no Brasil oficialmente desde 1996, por meio do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA, e proporciona a indicação de datas ou períodos de plantio/semeadura por cultura e por município, considerando as características do clima, o tipo de solo e ciclo de cultivares, de forma a evitar que adversidades climáticas coincidam com as fases mais sensíveis das culturas (EMBRAPA, 2015). O ZARC beneficia diretamente o produtor e os agentes financeiros (seguradoras agrícolas e de crédito rural).

3.4. Biotecnologia

Para a CropLife (2021), a biotecnologia é um conjunto de técnicas que envolvem a manipulação de organismos vivos para modificação de produtos com fins específicos. Ou seja, é a ciência que consiste na criação de produtos para melhorar a forma em que vivemos.

O sucesso da lavoura de soja depende de múltiplas práticas de manejo, mas, a utilização de sementes de alta qualidade é fundamental para o sucesso do cultivo (FRANÇA-NETO *et al.*, 2016). O melhoramento genético de sementes cultivadas objetiva a formação de progênies/cultivares/híbridos, adaptadas às diversas condições edafoclimáticas, incorporação de genes de tolerância e resistência a pragas e doenças, permitindo assim cultivos em ambientes mais diversos possíveis. No que se refere a melhoramento genético, não se pode confundir cultivar com variedade (EMBRAPA, 2020). Segundo a Lei de Proteção de Cultivares, Lei nº 9.456/1997, cultivares são espécies de plantas que foram melhoradas pela ação do homem devido à alteração ou introdução de uma característica que antes não possuíam. Elas se diferenciam das outras cultivares da mesma espécie de planta por sua distinguibilidade, homogeneidade e estabilidade (UFRGS, 2013) para a produção agrícola. Os programas de melhoramento podem ser conduzidos por uma empresa pública ou privada, sendo que a obtenção de uma cultivar leva de oito a doze anos, para o caso da espécie de soja (EMBRAPA, 2020). Por outro lado, as variedades são alterações naturais que ocorrem na espécie.

A biotecnologia advinda dos avanços em melhoramento genético, é uma importante aliada à agricultura. A biotecnologia tem impulsionado o crescimento do agronegócio no Brasil e nos principais países produtores de alimento no mundo, conferindo cada vez mais produtividade, controle das principais pragas que atacam as lavouras e tolerância aos principais herbicidas do mercado. Hoje, com os avanços da biotecnologia moderna, muitas oportunidades de crescimento para diversos setores da economia foram criadas, entre as quais se destaca a agricultura, que tem como maior desafio aumentar a produção de alimentos com o uso sustentável da nossa biodiversidade (GOMES; BORÉM, 2013). Segundo Batista Filho (2008) a biotecnologia é uma ferramenta tecnológica adicional para a agricultura. Seus avanços permitem hoje, não só o importante papel de aumentar a produtividade e manter a homogeneidade ao longo das gerações, como também confere proteção ao meio ambiente.

Desta forma a CTNBio até os dias atuais, já analisou e efetuou a avaliação de risco dos seguintes eventos de soja geneticamente modificados (Tabelas 1):

Tabela 1 - Eventos de soja liberados comercialmente – CTNBio

Nome Comercial	Evento de transformação genética	Característica	Requerente	Ano de aprovação
Roundup Ready	GTS-40-3-2	Tolerante ao Herbicida Glifosato	Monsanto	1998
Cultivance	BPS-CV127-9	Tolerante a Herbicida do grupo químico das imidazolinonas	BASF e Embrapa	2009
Liberty Link TM	A5547-127	Tolerante ao Herbicida glufosinato de amônio	Bayer	2010
Intacta RR2 PRO	MON87701 × MON89788	Tolerante a Herbicida e Resistência a insetos	Monsanto	2010
Enlist 3	DAS-44406-6	Tolerante a três herbicidas (2,4D + Glifosato + Glufosinato de Amônio)	Dow	2015
Conkesta Enlist 3	DAS-44406-6 × DAS-81419-2	Tolerante a três herbicidas (2,4D + Glifosato + Glufosinato de Amônio) e Resistência a insetos	Dow	2017
Xtend	MON 87708 × MON 89788	Tolerante aos Herbicidas Glifosato e Dicamba e Resistência a insetos	Monsanto	2017
Intacta 2 Xtend	MON 87708 × MON87701 × MON 89788	Tolerante aos Herbicidas Glifosato e Dicamba e Resistência a insetos	Monsanto	2018

Fonte: Comissão Técnica de Biossegurança – CTNBio, 2021.

3.5. Evoluções biotecnológicas

As primeiras discussões em relação à liberação dos organismos geneticamente modificados no Brasil, os OGMs, foram oriundas do pedido de importação da soja Roundup Ready® (CASTRO, 2016). Na sequência dos OGMs, a soja Intacta RR2 PRO também desenvolvida pela Monsanto foi pensada na produção no Brasil, onde as plantas daninhas e as pragas são os principais entraves para a produção (VALOR ECONÔMICO, 2011). Segundo a Monsanto (2021), em 2005 após o lançamento da soja Roundup Ready®, inicia-se os primeiros estudos de melhoramento genético em Porto Rico da soja Intacta. Já na safra 2007/2008, inicia-se os plantios no Brasil, trata-se dos ensaios em campo. A aprovação do novo evento de transformação genética que promete maior produtividade, ocorre através da CTNBio em 2010 (CTNBio, 2010). No lançamento comercial da soja Intacta RR2 PRO®, em 2013, o país atingiu a marca recorde de 40 mil agricultores testando a tecnologia em campo (MONSANTO, 2021). Ainda, de 2011 a 2013 o SRNC já contava com 121 cultivares registradas da Intacta RR2 PRO®, (BRASIL, 2021).

Para elevar o patamar de produtividade do sojicultor brasileiro, chega ao mercado em 2021 a nova geração da soja: a Plataforma INTACTA 2 XTEND®. Biotecnologia de última geração, genética avançada, produtos e técnicas de manejo inovadores, entre outros diferenciais exclusivos (BAYER, 2021). Segundo a empresa

desenvolvedora da biotecnologia, Bayer (2021), a soja i2X vem com o intuito de substituir gradativamente os campos de Intacta RR2 PRO®, tecnologia hoje que se tornou a mais confiada pelos produtores. Essa substituição se dar ao fato de entregar mais soluções ao sojicultor, baseado nos novos percalços encontrados no campo.

Por outro lado, diferente das sojas transgênicas, as cultivares de soja convencionais são livres da taxa tecnológica dos OGMs (PORTAL EMBRAPA, 2021). Em 24 de julho de 2017 foi fundado pela Embrapa e Aprosoja Mato Grosso, o Instituto Soja Livre. Segundo a Embrapa (2021) com o intuito de contribuir para o desenvolvimento do mercado de soja convencional. Dessa forma, o mercado da soja convencional tem voltado a ser tornar competitivo pois as cultivares têm apresentado ótimo potencial produtivo para diversas regiões do país. Além de terem a possibilidade de serem utilizadas como refúgio em áreas de predomínio com a tecnologia Intacta (CANAL RURAL 2019). Na última década, a Embrapa registrou 31 novas cultivares de soja convencional (BRASIL, 2021), disparadamente a frente das multinacionais no que se trata desse segmento do mercado. Com isso, nota-se que o maior investimento em cultivares de soja convencionais vem das empresas genuinamente nacionais. O Brasil é o principal fornecedor mundial da soja convencional e a produção é mais concentrada nos estados do Mato Grosso e Goiás (FERRETTI, 2016).

4. MATERIAL E MÉTODOS

A metodologia utilizada neste trabalho foi exploratória. Foi realizado um criterioso levantamento bibliográfico em artigos em revistas científicas, por possuírem inúmeras literaturas voltadas para o tema, desde o surgimento da primeira semente transgênica no Brasil até atuais avanços biotecnológicos.

As informações que constam neste trabalho estão sob domínio público em Portarias e Parecer Técnico publicados no Diário Oficial da União. E juntamente com o aprofundamento do estudo na Legislação Sobre Sementes, Proteção de Cultivares e Biossegurança, deram o escopo a esse trabalho.

Em outra fase, foram levantados dados junto aos órgãos e divisões de competência regulatória, como Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), Serviço de Registro Nacional de Cultivares (SRNC/MAPA), Serviço Nacional de Proteção de Cultivares (SNPC/MAPA), Sistema de Zoneamento Agrícola de Risco Climático (SISZARC/MAPA), Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CTNBio/MCT). E todo conhecimento compartilhado pela empresa Monsanto-Bayer no que compete à regulamentação de sementes. Dessa maneira, esse estudo teve como principal objetivo aumentar a compreensão sobre o tema.

Foi determinado o período de importância de dez anos para abranger os principais marcos da cultura da soja no Brasil, além de poder transmitir uma aproximação de tendência do que está ocorrendo na atualidade.

Segundo Viana (2001) a revisão bibliográfica é a base que sustenta qualquer pesquisa científica. Para proporcionar o avanço em um campo de conhecimento é preciso primeiro conhecer o que já foi realizado por outros pesquisadores e quais são as fronteiras do conhecimento naquela.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Primeira Geração da Soja

O segmento de produção de sementes de soja é dividido entre obtentores (desenvolvedores de tecnologia de sementes) e empresas licenciadas para produzir sementes mediante pagamento de *royalties* aos obtentores (MEDINA. 2020). No que tange a produção de sementes de soja, é sabido que os obtentores desenvolvem novas tecnologias a partir de sementes transgênicas. No entanto, as empresas licenciadas também podem desenvolver novas cultivares próprias mediante o pagamento dos *royalties* quando usada a tecnologia de transgenia dos obtentores. Segundo Céleres (2016), em relação à adoção dos eventos transgênicos nas lavouras, no Brasil a área plantada dos transgênicos chegou em 93,4% da área total, para as principais *commodities* de soja, milho e algodão. Conforme o gráfico (Figura 2), no caso da adoção de transgenia para a soja, houve um salto de 16,5 milhões/hectare na safra 2009/2010 para mais de 32 milhões/hectare na safra 2015/2016.

Adoção da biotecnologia agrícola no Brasil, por cultura.



Figura 2: Adoção de biotecnologia agrícola no Brasil, por cultura (CÉLERES,2016).

Através de uma transação de 63 bilhões de dólares, em 2018, a Bayer concluiu de forma bem-sucedida a aquisição da Monsanto, se consagrando líder mundial das sementes, fertilizantes e pesticidas. As ações da empresa americana, não mais negociadas na bolsa de valores de Nova Iorque, foram compradas por 128 dólares cada título pela empresa alemã, e desde então, única proprietária (BAYER, 2018). De acordo com a aprovação condicional do Departamento de Justiça dos Estados Unidos (2018), a integração da Monsanto com a Bayer pôde acontecer assim que os desinvestimentos para a BASF foram concluídos. A Bayer conservou e melhorou os

produtos e tecnologias desenvolvidos pela Monsanto, mas deixou de usar o nome, objeto de processos e protestos dos ativistas do meio ambiente (G1 ECONOMIA, 2018).

Outras duas grandes empresas no mercado em desenvolvimento de tecnologias de cultivares da soja são as multinacionais alemã Basf e a suíça Syngenta, hoje parte da antiga chinesa Nidera. A Basf entrou no mercado das sementes, herbicidas não seletivos e nematicidas após concluir o processo de sucesso de aquisição de negócio e ativos da Bayer por €7,6 bilhões, em 2018, mesmo ano de aquisição da Monsanto. Com a aquisição, a Basf recebeu 4.500 colaboradores da Bayer, além do negócio global do herbicida glufosinato de amônio, os negócios de sementes incluindo *traits* (características de plantas GM), capacidade de pesquisa e melhoramento, além de marcas registradas para importantes cultivos em importantes mercados (BASF, 2018). Também no ano de 2018, a Syngenta concluiu a aquisição da Nidera Seeds, da chinesa Cofco International (SYNGENTA, 2018). De acordo com a empresa (2018), a Nidera é um importante *player* no mercado de sementes da América do Sul, com portfólio diversificado e presença relevante em países fortes na região, incluindo Brasil, Argentina, Uruguai e Paraguai.

Em 1984 nos Estados Unidos, a Monsanto iniciou suas primeiras pesquisas em desenvolvimento da soja Roundup Ready®, que confere tolerância ao herbicida glifosato (BERGER; FAVORETTO, 2014). Seu lançamento, também nos EUA, se deu em 1996. No ano seguinte na Argentina, em 1997. Ainda em 1994, introduziu-se o gene *cp4* em genótipos de soja adaptados às condições brasileiras (BERGER; FAVORETTO, 2014).

E então, em 1998 surgem as primeiras variedades da soja Roundup Ready® registradas no país. Para isso, no Brasil é necessário que se obtenha a liberação comercial do OGM analisada e deferida pela Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CTNBio). A soja geneticamente modificada para conferir tolerância ao herbicida glifosato (evento GTS 40-3-2) foi analisada pela CTNBio e recebeu deferimento através do Parecer Técnico Conclusivo, pela emissão do Comunicado nº 54, publicado no Diário Oficial da União nº 188, seção 3, página 56, no dia 01 de outubro de 1998 e Instrução Normativa nº 18, publicada no Diário Oficial da União nº 250, seção 01, página 101, no dia 30 de dezembro de 1998 (BERGER; FAVORETTO, 2014).

Entretanto, houve um impedimento judicial em 1999 sob a implementação e comercialização da soja Roundup Ready®. Na época, a resistência aos transgênicos ganhou ainda mais força com a decisão oficial do governo do Rio Grande do Sul de proibir o plantio deste tipo de produto naquele estado (PELAEZ; SCHMIDT, 2013). Através da Lei de Biossegurança nº 11.105/05, de 24 de março de 2005, a Monsanto consegue a confirmação legal definitiva da soja Roundup Ready®.

A primeira variedade da soja RR introduzida no país foi a cultivar BR-16 da Embrapa. O grupo de melhoramento da Embrapa Soja de Londrina, PR foi o responsável por desenvolver gerações daquele material genético em casa de vegetação e em campo, onde analisaram novamente a segregação do gene *cp4 epsps* (SILVEIRA; BORGES; BUIANAIN, 2005).

O monitoramento ambiental da soja Roundup Ready® realizado pela Monsanto, utilizando-se de cultivares registradas no Serviço de Registro Nacional de Cultivares (SRNC) com ensaios conduzidos entre as safras de 2005/2006 e 2009/2010, teve suas análises laboratoriais concluídas em 2012. Experimentos concluíram que a soja Roundup Ready® não diferia significativamente da soja convencional em morfologia, rendimento e características agrônômicas. Já outros estudos confirmam que a tolerância ao glifosato é herdada de forma estável e a inserção do gene *cp4 epsps* não configurava riscos ao meio ambiente (BERGER; FAVORETTO, 2014).

Contudo, com a velocidade que a expansão do uso de biotecnologias atingia as propriedades rurais, um grupo de produtores se preocupavam em garantir o acesso a sementes de soja convencionais com alto teor produtivo e competitividade. Cria-se então o movimento Soja Livre, em defesa da soja convencional no Estado do Mato Grosso. O programa envolvia pesquisadores, agricultores e empresas de produção de sementes. O programa Soja Livre foi lançado em 2009 através de uma parceria entre: ABRANGE (Associação dos Produtores de Grãos Não Geneticamente Modificados); APROSOJA (Associação dos Produtores de Soja do Estado do Mato Grosso) e EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária) (FERRETTI, 2016). Após resultados de sucesso, em 2011, expande-se o programa para outros estados do Brasil, fortalecendo a cadeia produtiva na disponibilização de sementes não-transgênicas (EMBRAPA, 2017).

A soja RR simplifica o controle da planta daninha (SILVEIRA; BORGES; BUIANAIN, 2005). Além de confirmar a sua segurança à saúde humana, animal ou ao meio ambiente, reafirmando a decisão da CTNBio de que a soja Roundup

Ready® é tão segura quanto a convencional. Com o sucesso econômico, ambiental e social que biotecnologia demonstrou no Brasil, o plantio comercial da soja Roundup Ready® correspondeu a cerca de 90% da área cultivada na safra de 2012/2013 (BERGER; FAVORETTO, 2014). Em 2013, o número de cultivares registradas da soja Roundup Ready® atingiu a marca de 536 cultivares (BRASIL, 2021). Observa-se que a soja Roundup Ready® aumentou sua confiança no mercado ao longo dos seus primeiros anos e a disponibilidade de novas cultivares sendo registradas se mostrou aquecida. Sendo assim, diferente de uma soja convencional, o produtor passa à escolha de um OGM conferindo a importante tolerância ao herbicida glifosato. Portanto, a tecnologia RR2 salta de 22 registros de novas cultivares para alcançar o patamar de 88 registros de novas cultivares em 2012 (Figura 2).

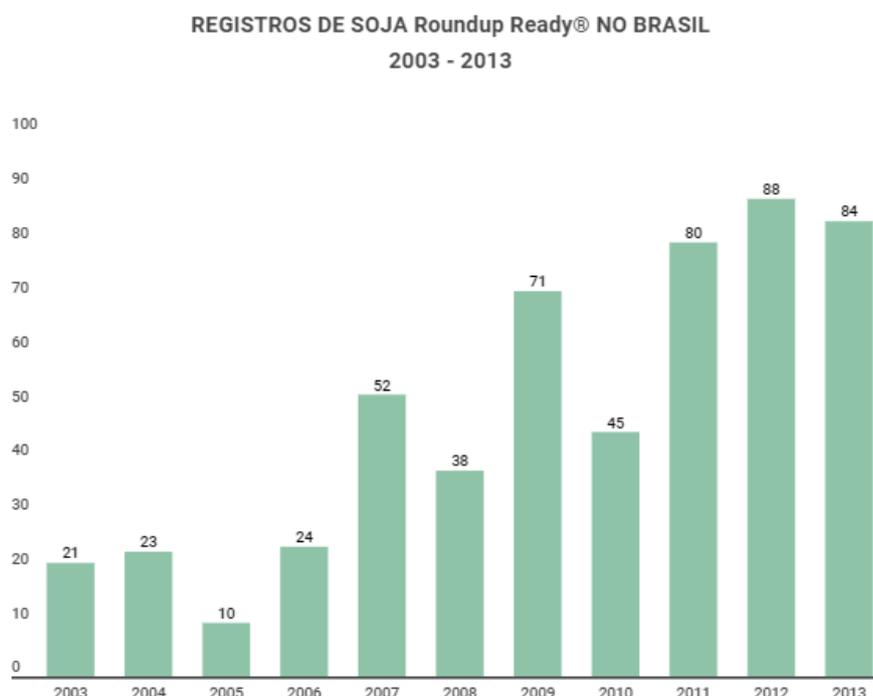


Figura 2: Número de cultivares da soja Roundup Ready® registradas no SRNC de 2003 a 2013 (BRASIL, 2021).

5.2. Segunda Geração da Soja

Após os estudos e desenvolvimento de uma nova biotecnologia, a multinacional americana Monsanto lança comercialmente em 2013 a soja Intacta RR2 PRO®, que oferece três soluções aos agricultores brasileiros, são eles proteção contra as principais lagartas que atacam a cultura de soja, potencial aumento de produtividade e tolerância do herbicida glifosato proporcionado pela tecnologia Roundup Ready

(RR2) (INTACTA, 2021). Segundo a Monsanto, a resistência a lagartas é conferida a partir da proteína Bt (Cry1Ac), que possui alta eficácia contra a lagarta-da-soja (*Anticarsia gemmatalis*), a lagarta-falsa-medideira (*Chrysodeixis includens*), a broca-das-axilas (*Crociosema aporema*) e a lagarta-das-maçãs (*Chloridea virescens*). Sendo assim, além de contribuir para a preservação da lavoura, a proteção contra as lagartas também traz outros benefícios como menor uso de herbicidas e inseticidas. Desta forma, otimizando a logística e custos da fazenda.

Antes de ser lançada comercialmente no Brasil, a Intacta RR2 PRO® foi aprovada nos principais países consumidores de soja do mundo, com o objetivo de assegurar, além da melhor qualidade de produção, a exportação da soja colhida (INTACTA, 2021). Também antes do seu lançamento comercial, em 2011, são registradas as primeiras variedades de soja com a tecnologia Intacta RR2 PRO® (BRASIL, 2021). Após seu lançamento em 2013, a Intacta RR2 PRO® começa a ganhar força em relação a tecnologia Roundup Ready®, é notório ver essa relação diante das variedades registradas no Serviço de Registro Nacional de Cultivares (MAPA) entre 2011 e 2015 (Figura 3). Dessa forma, o portfólio disponível ao produtor passa seguir novos caminhos rumo a extensa confiança na soja Intacta RR2 PRO® a qual perdura até os dias atuais. Os números do SRNC dizem muito sobre o rumo que o agronegócio tomará ou tomou na safra em referência.

Segundo o Serviço de Registro Nacional de Cultivares (2021), atualmente as cultivares de soja disponíveis para os produtores são dispostas em 11 diferentes tecnologias. Entretanto, algumas ficaram obsoletas ou foram desinvestidas ao longo da jornada e não possuem registros recentes de novas cultivares, sendo o caso da soja Liberty Link® e soja Cultivance®. São elas tecnologias da Basf e Embrapa, respectivamente. Os últimos registros aprovados pelo SRNC para as respectivas tecnologias são de 2017 (BRASIL, 2021).

REGISTROS DE SOJA Roundup Ready® E Intacta RR2 PRO® NO BRASIL
2011 - 2015

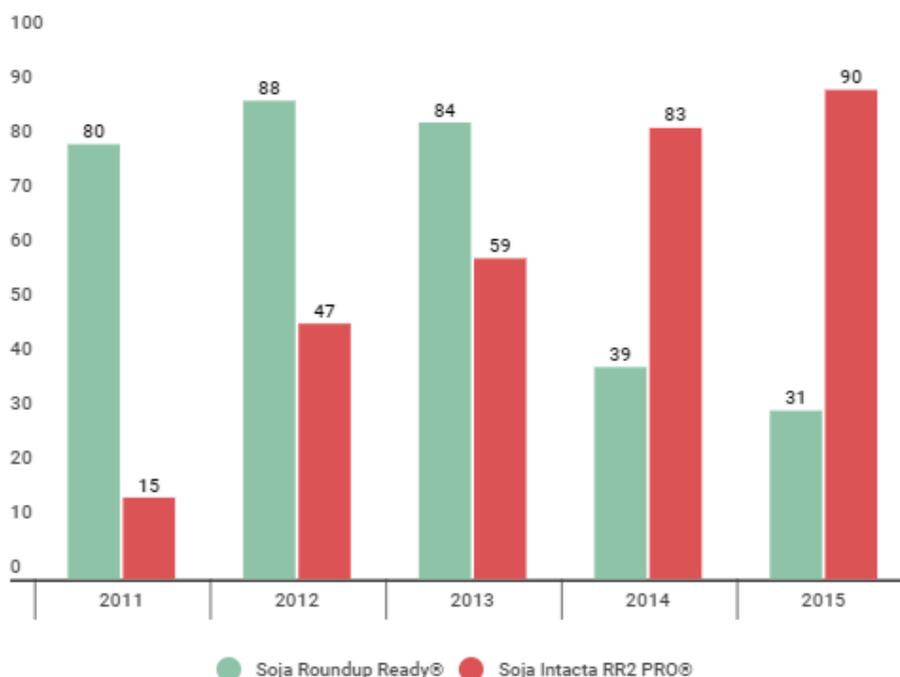


Figura 3: Número de cultivares de sojas Roundup Ready® x Intacta RR2 PRO® registradas no SRNC de 2011 a 2015 (BRASIL, 2021).

5.3. Terceira Geração da Soja

No ano de 2021, o mercado da soja contou com o lançamento comercial de outras duas importantes biotecnologias que prometem revolucionar a nova era da soja no Brasil. O grupo Corteva Agriscience, fundado a partir da fusão das grandes americanas Dow, DuPont e Pioneer, chega ao mercado com a nova soja Conkesta Enlist®. O sistema Enlist® une genética de alta performance ao melhor manejo de plantas daninhas e lagartas, para o produtor manter o controle da operação e maximizar o potencial produtivo da lavoura (CORTEVA, 2021). O sojicultor já pode contar com a soja Enlist E3®, tolerante aos herbicidas 2,4-D, glifosato e glufosinato de amônio e, a partir da Safra 2022/2023, contará também com a Conkesta E3®, soja tolerante aos 3 herbicidas e com 2 proteínas Bt (Cry 1F e Cry1Ac), protegendo a lavoura contra as principais lagartas que atacam a cultura (CORTEVA, 2021).

Diante das fusões, hoje o mercado brasileiro em geração de biotecnologias é bastante concentrado em torno da multinacional alemã Bayer que adquiriu as marcas Monsanto e Monsoy. Desde a criação da soja Roundup Ready® e Intacta RR2 PRO®, a Monsanto liderava esse mercado. Através do uso da Intacta RR2

PRO®, a Bayer hoje aposta para os próximos anos a tecnologia já patenteada Intacta 2 Xtend® (i2X), para a produção de sementes tolerantes aos herbicidas glifosato e dicamba, importante herbicida no controle de buva (BAYER, 2021), e resistência a lagartas.

A soja estará disponível para o sojicultor já na Safra 2021/2022. Seu evento MON 87751 x MON 87708 x MON87701 x MON 89788, denominado Soja Combinada I foi aprovado pela CTNBio através do Extrato De Parecer Técnico Nº 5.832/2018 (Diário Oficial da União pág 12 seção 1, 2018). A tecnologia confere maior controle de plantas daninhas, este benefício complementa a ação do glifosato com a tolerância da soja i2X a outro herbicida, responsável pelo controle de plantas daninhas de folhas largas em pré-plantio, o dicamba. A ação conjunta do dicamba ao glifosato potássico no pré-plantio é uma ferramenta que auxiliará no controle de algumas dessas espécies, deixando o campo muito mais limpo e reduzindo a matocompetição inicial (BAYER, 2021). Ficará a critério do produtor a utilização do dicamba. Com a inserção de outra proteína *Bt*, a soja i2X também amplia a proteção contra lagartas que atacam a cultura, ferramenta já presente na Intacta RR2 PRO®, de quatro para seis. Além da lagarta-da-soja (*Anticarsia gemmatilis*), a lagarta-falsa-medideira (*Chrysodeixis includens*), a broca-das-axilas (*Crociosema aporema*) e a lagarta-das-maçãs (*Chloridea virescens*), também controla a *Helicoverpa armigera* e a lagarta-das-vagens (*Spodoptera cosmioides*) graças a mais duas proteínas inseridas na variedade (BAYER, 2021). O refúgio que será utilizado para a tecnologia, a fim de prevenir o surgimento de pragas resistentes e garantir a longevidade da tecnologia, é a soja Xtend®.

O refúgio é uma estratégia que depende da ação do produtor. Trata-se de manter uma percentagem mínima da lavoura com plantas que não expressem a proteína *Bt*. Muitas das vezes, essa técnica é menosprezada pela falta de conhecimento de sua importância ou interpretação errônea dos resultados. Por exemplo, a percepção de perda de lucratividade nas áreas plantadas com convencionais. Para isso, a fim de conter a rapidez de seleção de resistência é necessário que o produtor adote a área de refúgio. Dessa forma, ele prolonga o uso da tecnologia (MIRANDA; MENDES; HIROSE, 2017). O plantio da área de refúgio deverá ser estabelecido na mesma época da implementação da área com sementes *Bt*, com cultivar de ciclo semelhante e sob o mesmo sistema de produção.

Outra empresa originalmente brasileira que aplica tecnologia de ponta para a pesquisa, desenvolvimento e comercialização de variedades de soja de máxima produtividade, é a GDM Genética do Brasil (GDM). Segundo a empresa (2021), mais de 1/3 do germoplasma global de soja é de porte da GDM. Um nome forte que compõe o portfólio de soja do país, é a marca brasileira Brasmax da GDM Genética do Brasil, especializada no licenciamento de cultivares de soja. Oferecendo cultivares adequadas para as regiões Sul e Cerrado (BRASMAX, 2021).

Para a próxima Safra 2021/2022 o sojicultor já conta com um vasto portfólio de cultivares registradas no Serviço de Registro Nacional de Cultivares (SRNC) para ambas as tecnologias entre as empresas mais relevantes no mercado, seja os obtentores da tecnologia ou empresa licenciada. Nota-se que as empresas Syngenta e a GDM planejam oferecer sementes tanto da tecnologia Intacta 2 Xtend® quanto Conkesta Enlist® (Figura 4).

Sendo assim, caberá ao produtor a decisão de escolher qual tecnologia será investida em sua lavoura e qual empresa comercial de sua preferência. Segundo a Bayer (2021), a tecnologia Plataforma Intacta 2 Xtend® vem com a dura missão de gradativamente substituir os campos de Intacta RR2 PRO®. Portanto, além da Bayer, nota-se que as grandes empresas licenciadas da tecnologia também apostam em seu sucesso, no que promete ser a nova era da soja no Brasil.

REGISTROS DE SOJA Intacta 2 Xtend® E Conkesta Enlist E3® NO BRASIL
2019 - 2021

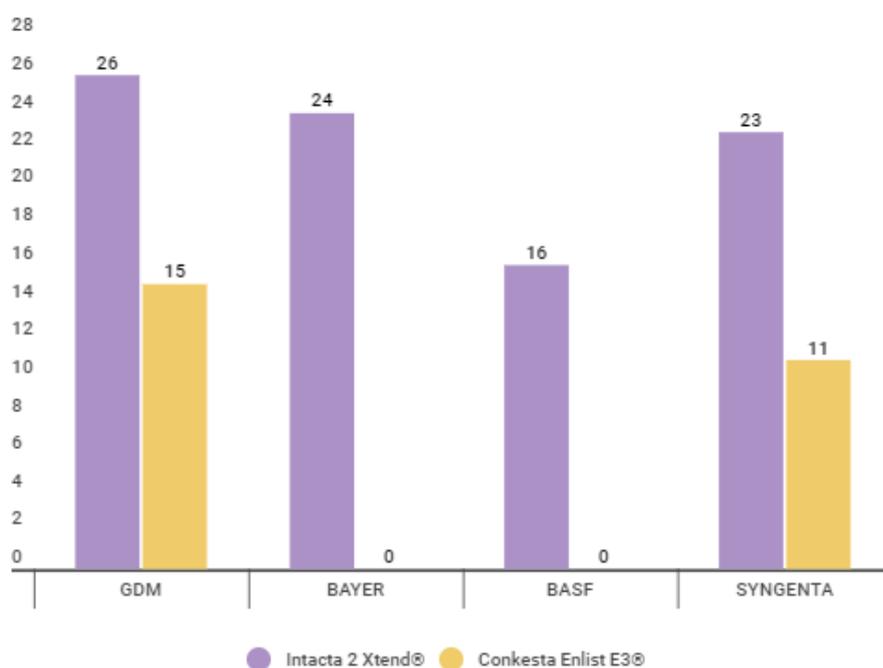


Figura 4: Número de cultivares de sojas Intacta 2 Xtend® x Conkesta Enlist® registradas no SRNC de 2019 a 31/08/2021 (BRASIL, 2021).

Para seguir em linha com a evolução das tecnologias de soja, a empresa genuinamente brasileira Tropical Melhoramento e Genética (TMG) desenvolveu o *trait* HB4®. Por ser uma empresa nacional, o melhoramento genético da TMG contribui para tornar estável o cultivo da soja no cerrado brasileiro e entende as particularidades de cada região do país para desenvolvimento de suas cultivares com foco em soluções regionais (TMG, 2021). Com isso, o produtor contará com variedades de soja tolerantes ao estresse hídrico, suportando por mais tempo os períodos de veranico sem perder seu alto potencial produtivo. Segundo Francisco Soares, presidente da TMG, a nova biotecnologia traz aos produtores uma ferramenta única para combater os desafios de variabilidade climática (TMG, 2020). A CTNBio aprovou o evento comercialmente no Brasil em 2019, através do Extrato De Parecer Técnico Nº 6.450/2019. O evento IND-00410-5 (Soja HB4) também conta com hibridação com o evento GTS 40-3-2 (Soja RR), o que tornará as variedades tolerantes a seca e ao glifosato, ambos os eventos foram aprovados no mesmo parecer em questão (Diário Oficial da União pág 9 seção 1, 2019). A nova tecnologia já conta com liberação comercial na Argentina, EUA e Paraguai, mas para o Brasil é necessário que ocorra também na China, maior comprador do grão, e Europa, o que deverá ocorrer já para a safra 2022/2023 (TMG, 2020). Com isso, em agosto de 2021, a TMG obteve registro no SRNC dos primeiros 5 materiais experimentais da soja HB4® (BRASIL, 2021).

Desse modo, para o estudo em cultivares convencionais, o Brasil possui uma ampla rede de pesquisa com participação do setor público. Instituições públicas e universidades desenvolvem diariamente pesquisa em melhoramento genético. Além do setor público, a rede de pesquisa e inovação das biotecnologias no Brasil conta com a participação ativa do setor privado, principalmente das multinacionais que possuem clareza das condições edafoclimáticas do país e trazem soluções para a agricultura brasileira (SILVEIRA; BORGES; BUIANAIN, 2005).

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conclui-se que as biotecnologias conferidas aos OGMs aliadas às melhores práticas de manejo, contribuem para uma agricultura tecnologicamente inovadora. As empresas obtentoras e desenvolvedoras das tecnologias estão alinhadas com as necessidades dos produtores em antecipar os problemas e entregar soluções, quando necessário. Garantindo o aumento do teor produtivo e expansão da área plantada com sementes resistentes às principais pragas que atacam a cultura e tolerantes à aplicação de herbicidas.

Fato esse que é fruto de anos de pesquisa para o desenvolvimento de novas cultivares, a fim de chegar ao produtor sementes com grandes avanços em melhoramento genético, produtivas e estáveis ao longo das gerações. Hoje o modo de se fazer ciência também é impactado pela transformação digital, não só no melhoramento genético, mas em toda cadeia produtiva. Agricultura de precisão, equipamentos inovadores na produção, melhorias de logística e transporte na pós-produção são alguns exemplos do que tem mudado no campo atualmente. A tecnologia que vem sendo empregada no campo é determinante para o patamar atual alcançado pela agricultura brasileira.

A CTNBio é peça fundamental para o lançamento comercial de uma nova biotecnologia no mercado, pois garantirá as conformidades em biossegurança dos OGMs, autorizando o uso de biotecnologias que contribuam positivamente para o meio ambiente e produtor final. Outra peça importante para a produção de sementes é o SRNC, é ele quem prevê o desenvolvimento de novas cultivares ao agronegócio, e então, a partir de sua base de dados é possível enxergar os possíveis ganhos em tecnologias disponíveis.

Sendo assim, é certo que o mercado em desenvolvimento de novas biotecnologias é aquecido pelas grandes empresas, principalmente as multinacionais. No Brasil, tem-se a Embrapa como principal instituição pública de pesquisa e desenvolvimento de novas cultivares. Seguida da empresa brasileira e privada, TMG. Mas de fato, esse mercado é dominado pelas multinacionais, respeitando os testes de adaptação para o clima brasileiro e nos moldes da legislação brasileira. A Bayer é hoje a principal multinacional privada que trabalha na pesquisa e desenvolvimento de novos eventos de transformação genética e possui um dos mais diversos portfólios de cultivares comerciais disponíveis no

campo, contribuindo não só para o agronegócio brasileiro, mas para todo mercado mundial de soja.

7. REFERÊNCIAS

- BASF. **BASF conclui processo de aquisição de negócio e ativos da Bayer.** Disponível em: <https://www.basf.com/br/pt/media/news-releases/2018/07/BASF-conclui-processo-de-aquisic-a-o-de-nego-cio-e-ativos-da-Bayer.html>. Acesso em 24 out. 2021.
- BAYER. **Plataforma Intacta 2 Xtend.** Disponível em: <https://plataformaintacta2xtend.com.br/>. Acesso em 29 set. 2021.
- BAYER. **Intacta RR2 PRO.** Disponível em: <https://www.intactarr2pro.com.br/>. Acesso em: 06 out. 2021.
- BAYER. **Intacta 2 Xtend®, nova geração de soja que irá revolucionar o potencial produtivo do Brasil.** Disponível em: <https://www.bayer.com.br/pt/midia/bayer-lanca-intacta-2-xtend-nova-geracao-soja-que-ira-revolucionar-potencial-produtivo-brasil>. Acesso em 29 set. 2021.
- BAYER. **Bayer conclui a aquisição da Monsanto.** Disponível em: <https://www.bayer.com.br/pt/midia/bayer-conclui-aquisicao-da-monsanto-0>. Acesso em 24 out. 2021.
- BRASMAX. **Sobre a Brasmax.** Disponível em: <https://www.brasmaxgenetica.com.br/institucional/>. Acesso em 24 out. 2021.
- CANAL RURAL. **Embrapa lança três cultivares de soja convencional de alta produtividade.** Disponível em: <https://www.canalrural.com.br/projeto-soja-brasil/embrapa-cultivares-soja-convencional/>. Acesso em 24 out. 2021.
- CARRÃO-PANIZZI, M. C. e col. **Melhoramento de soja para alimentação humana na Embrapa Trigo – safra 2015/2016**, 2015.
- CASTRO, B. S. **O processo de institucionalização da soja transgênica no Brasil nos anos de 2003 e 2005: a partir da perspectiva das redes sociais** – 166 f, 2006.
- CROPLIFE BRASIL. **O cultivo de plantas transgênicas no Brasil**, 2020.
- CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento Da Safra Brasileira, Grãos, SAFRA 2020/21**, 2020.
- CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Colheita de soja tem início e produção deve atingir 133,7 milhões de toneladas.** Disponível em: <https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/3788-colheita-de-soja-tem-inicio-e-producao-deve-atingir-133-7-milhoes-de-toneladas>. Acesso em: 20 ago. 2021.

CORTEVA. **Sistema Enlist**. Disponível em: <https://www.corteva.com.br/produtos-e-servicos/tecnologias/sistema-enlist.html>. Acesso em: 20 ago. 2021.

COSTA, A.S.C. **Comparação das características morfológicas, produtividade e principais custos de produção de cultivares superprecoces de Soja RR e Intacta**. Brasília: Trabalho de Graduação (Graduação em Agronomia) - Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, UnB, 2015.

DOU – **Diário Oficial da União**. Disponível em: <https://www.in.gov.br/servicos/diario-oficial-da-uniao> Acesso em 06 out. 2021.

EMBRAPA. **Soja Convencional**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/soja/convencional>. Acesso em 25 out. 2021.

EMBRAPA. **Tecnologias de produção de soja** – Paraná: 2005. Londrina: Embrapa Soja, 2004.

EMBRAPA e MAPA. **Regionalização dos testes de Valor de Cultivo e Uso e da indicação de cultivares de soja - Terceira Aproximação**. Londrina: Embrapa Soja, 2012.

EMBRAPA SOJA. **Soja em números (safra 2020/21)**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/soja/cultivos/soja1/dados-economicos>. Acesso em 29 set. 2021

ESTADÃO. **Nova geração de soja estará disponível na próxima safra**. Disponível em: <https://summitagro.estadao.com.br/agro-no-brasil/uncategorized/nova-geracao-de-soja-estara-disponivel-na-proxima-safra/>. Acesso em 08 out. 2021.

FUCK, M. P. e BONACELLI, M.B. **Sementes geneticamente modificadas: (in)segurança e racionalidade na adoção de transgênicos no Brasil e na Argentina**. Revista CTS, nº 12, vol. 4, 2009.

G1 ECONOMIA. **Bayer conclui a compra da Monsanto por US\$ 63 bilhões**. Disponível em: <https://g1.globo.com/economia/noticia/bayer-conclui-a-compra-da-monsanto-por-us-63-bilhoes.ghtml>. Acesso em 24 out. 2021.

HIRAKURI, M. H. **O agronegócio da soja nos contextos mundial e brasileiro** [recurso eletrônico]: / Marcelo Hiroshi Hirakuri, Joelsio José Lazzarotto – Londrina: Embrapa Soja, 2014.

LIMA, D. e col. **Adoção das plataformas genéticas de soja por agricultores do Paraná, safra 2019/2020** – Londrina, PR, 2021.

MAPA – Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Registro Nacional de Cultivares**. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos->

[agropecuarios/insumos-agricolas/sementes-e-mudas/registro-nacional-de-cultivares-2013-rnc-1](https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/riscos-seguro/programa-nacional-de-zoneamento-agricola-de-risco-climatico/zoneamento-agricola). Acesso em 01 set. 2021.

MAPA – Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Zoneamento Agrícola**. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/riscos-seguro/programa-nacional-de-zoneamento-agricola-de-risco-climatico/zoneamento-agricola>. Acesso em 20 ago. 2021.

MCTIC – Ministério Da Ciência, Tecnologia, Inovações E Comunicações. **Comissão Técnica de Biossegurança**. Disponível em: <http://ctnbio.mctic.gov.br/inicio>. Acesso em 20 ago. 2021.

RUM, A. L. **A economia mundial da soja: impactos na cadeia produtiva da oleaginosa no Rio Grande do Sul 1970-2000**. Ed. Unijuí, 2002.

SYNGENTA. **Syngenta conclui a aquisição da Nidera Seeds, da COFCO International**. Disponível em: <https://www.syngenta.com.br/press-release/noticia/syngenta-conclui-aquisicao-da-nidera-seeds-da-cofco-international>.

Acesso em 24 out. 2021.

PELAEZ, V. e SCHMIDT, W. **A difusão dos OGM no Brasil: imposição e resistências**, 2000.

SANTOS, A. **Biotecnologia e biossegurança: aspectos de uma estratégia nacional de desenvolvimento**. Revista Internacional de Ciências · v.4 - n.1 · jan./jun, 2014.

SILVEIRA, J. M. F. J. e col. **BIOTECNOLOGIA E AGRICULTURA da ciência e tecnologia aos impactos da inovação**. SÃO PAULO EM PERSPECTIVA, v. 19, n. 2, p.101-114, abr./jun. 2005.

TMG. **Tecnologia HB4® e lançamentos de soja são os destaques da TMG na Expodireto**. Disponível em: <https://www.tmg.agr.br/ptbr/noticia/tecnologia-hb4r-e-lancamentos-de-soja-sao-os-destaques-da-tmg-na-expodireto>. Acesso em 29 set. 2021.

USDA – Departamento de Agricultura dos Estados Unidos. Disponível em: <http://www.fas.usda.gov/>. Acesso em 29 set. 2021.