

Impactos econômicos e socioambientais da tecnologia de resistência a insetos no Brasil:

Análise histórica, perspectivas e desafios futuros



Relatório Final





O Conselho de Informações sobre Biotecnologia (CiB) é uma organização não governamental e uma associação civil sem fins lucrativos e sem conotação político-partidária. Seu objetivo é divulgar informações técnico-científicas sobre a biotecnologia, aumentando a familiaridade de diversos setores da sociedade com o tema.



A Agroconsult é uma consultoria especializada em agronegócios no Brasil. Desde 2000, atende a toda cadeia de valor: produtores, cooperativas, associações, indústrias, instituições financeiras e organismos internacionais. É formada por uma equipe multidisciplinar que analisa cenários e tendências em curto e longo prazos. Além do conhecimento de mercado, seu time está constantemente no campo.





SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	6
A EVOLUÇÃO DA ADOÇÃO DA TECNOLOGIA DE RESISTÊNCIA A INSETOS NO BRASIL	7
METODOLOGIA DO ESTUDO	10
IMPACTOS DECORRENTES DA ADOÇÃO DA TECNOLOGIA DE RESISTÊNCIA A INSETOS NO BRASIL: VISÃO HISTÓRICA	12
OS BENEFÍCIOS POTENCIAIS DA TECNOLOGIA PARA OS PRÓXIMOS DEZ ANOS	25
BENEFÍCIOS EM XEQUE: A QUESTÃO DA PERDA DA EFICÁCIA DA TECNOLOGIA DE RESISTÊNCIA A INSETOS	40
CONCLUSÃO	42
REFERÊNCIAS	45

INTRODUÇÃO

O advento dos cultivos transgênicos constitui um dos principais avanços tecnológicos do setor agrícola nas últimas duas décadas. Em especial, a inserção de genes que conferem às plantas a capacidade de produzir proteínas com atividade inseticida contra importantes pragas – um dos males que mais acometem as lavouras – proporcionou ao produtor rural uma ferramenta adicional para lidar com o complexo processo de manejo integrado de pragas.

No Brasil, a introdução dessa tecnologia ocorreu em 2005, com a aprovação e lançamento de uma variedade de algodão. O milho resistente a insetos (RI) foi aprovado no País em 2007 e a soja em 2010. Em virtude de sua eficiência, houve intensa adesão dos agricultores à tecnologia. Hoje, a taxa de adoção de plantas RI no País chega a 62% para soja, 79% para o milho e 83% para o algodão (dados da safra 2017/18)¹. Atualmente, a área cultivada com variedades resistentes a insetos chega a 36 milhões de hectares, fazendo do Brasil um dos maiores players globais na adoção desta tecnologia.

Os fatores que melhor explicam o sucesso da tecnologia são aqueles observados diretamente na propriedade rural. Dentre eles, podem ser citados os benefícios decorrentes da eficiência de controle e da resistência ao ataque de pragas. Além disso, há maior simplificação² e flexibilidade no manejo das culturas, redução do risco produtivo – aqui entendido como uma maior segurança ao agricultor ao longo do ciclo da cultura em relação a danos econômicos provocados por pragas – e menor uso de inseticidas³. A combinação desses fatores pode, ainda, proporcionar vantagens em termos de produtividade e de margem para o produtor, com potencial de impactar positivamente os demais setores da economia.

Tomando os ganhos auferidos no campo como ponto de partida, este trabalho visa justamente quantificar os benefícios que as plantas transgênicas resistentes a insetos proporcionaram ao agronegócio brasileiro, desde a autorização do seu plantio até o momento atual (safra 2017/18), ressaltando seus reflexos nas esferas econômicas, sociais e ambientais. Além disso, com base no cenário de crescimento agrícola esperado para os próximos dez anos (safras 2018/19 até 2027/28), estima-se também o impacto futuro dessa tecnologia no controle dos insetos-alvo.

A discussão sobre os próximos anos é especialmente relevante porque estamos em um momento em que há relatos de crescimento de população de insetos resistentes às proteínas Bt, o que colocaria em risco a eficiência da tecnologia. À luz dos riscos apontados, discute-se a importância de ações coordenadas entre produtores, indústria e governo para que a tecnologia se mantenha sustentável em médio e longo prazos. É fundamental preservar a eficiência das plantas Bt para que elas continuem proporcionando ganhos ao setor produtivo e mantenham as externalidades positivas, em termos de geração de riqueza, criação de empregos, uso mais eficiente dos recursos e redução de impactos ambientais.

Cabe ressaltar que os resultados aqui apresentados expressam os ganhos relacionados à transgenia em si e minimizam aqueles que estariam mais atrelados à qualidade do material genético (germoplasma).

1 Dado de soja obtido com base na área estimada pela Agroconsult e na adoção da tecnologia RI, por meio de amostras realizadas durante o Rally da Safra. Dado de milho obtido com base na área estimada pela Agroconsult e na participação da tecnologia oferecida pela APPS. Área de algodão obtida com base na área estimada pela Agroconsult e no percentual de adoção da tecnologia oferecido por empresas do setor.

2 A simplificação do manejo ocorre porque a proteína inseticida faz efeito desde o início do ciclo da planta. Essa característica aumenta a chance de um melhor controle de pragas.

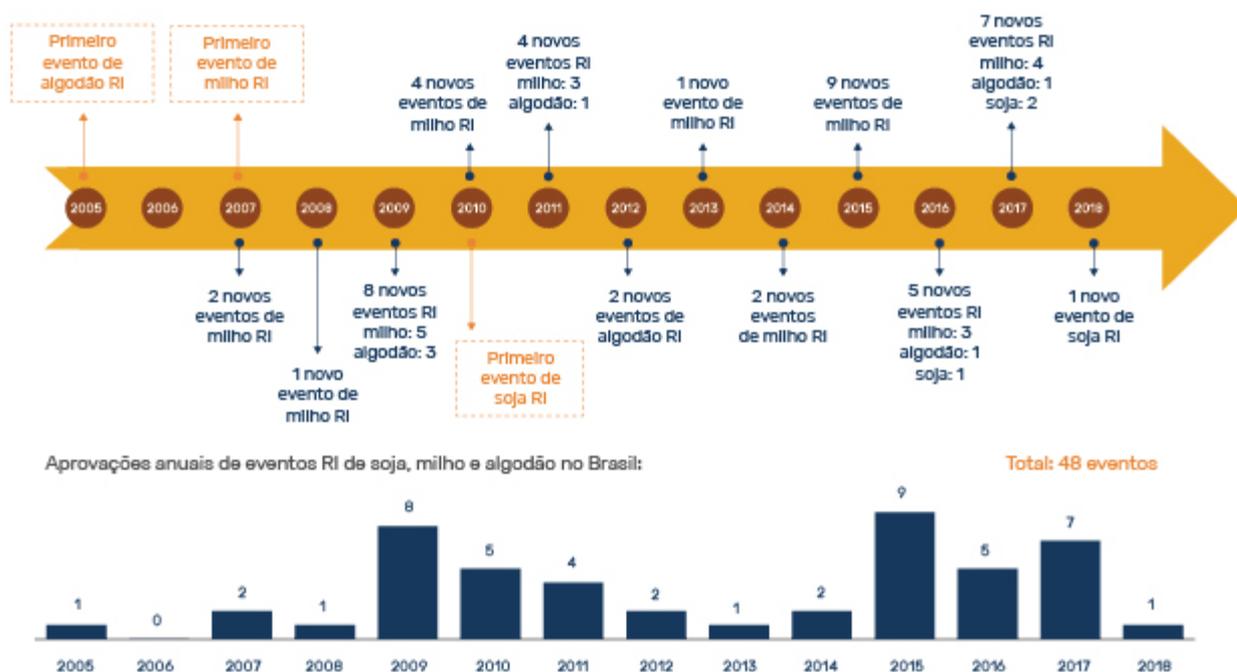
3 Utilizando o ferramental de meta-análise, a Agroconsult revisou dezenas de trabalhos científicos publicados sobre o assunto no Brasil. Os trabalhos foram publicados entre os anos de 2002 e 2018.

A EVOLUÇÃO DA ADOÇÃO DA TECNOLOGIA DE RESISTÊNCIA A INSETOS NO BRASIL

A tecnologia que confere às plantas esta resistência a insetos surgiu em 1996, nos Estados Unidos, com o lançamento de uma batata RI. No mesmo ano, foram liberados os primeiros eventos de milho e algodão com esta característica. Desde então, a tecnologia foi incorporada a outros materiais genéticos e a outras culturas, como a soja⁴. Segundo informações do mais recente relatório do International Service for the Acquisition of Agri-biotech Applications (ISAAA), atualmente, existem no mundo 289 eventos resistentes a insetos aprovados para plantio em mais de 20 países, totalizando 101 milhões de hectares⁵. Desse montante, estima-se que soja, milho e algodão representem cerca de 100 milhões de hectares e 251 eventos, a maioria aprovada para a cultura de milho.

No Brasil, a aprovação para o plantio da primeira cultura contendo genes que conferem a propriedade de resistência a insetos ocorreu em 2005, com a liberação de um evento de algodão. Posteriormente, houve a liberação dos primeiros eventos de milho (em 2007) e soja (em 2010) com essa tecnologia. De acordo com a lista disponibilizada pela Coordenação-Geral da Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CTNBio), no Brasil existem 48 eventos de plantas aprovadas para plantio que apresentam a característica de resistência a insetos – tanto isoladamente quanto em combinação com outras tecnologias, como a tolerância a herbicida (Figura 1). Desse montante, 35 eventos são de milho (73%), 9 de algodão (19%) e 4 de soja (8%)⁶.

FIGURA 1 HISTÓRICO DE APROVAÇÃO DE EVENTOS DE SOJA, MILHO E ALGODÃO RESISTENTES A INSETOS NO BRASIL



FONTE: CNTBIO. ELABORAÇÃO: AGROCONSULT.

⁴ Além de soja, milho e algodão (que são o foco deste trabalho), a tecnologia de resistência a insetos também está presente nas culturas de berinjela, alamo, batata, arroz, cana-de-açúcar e tomate (ISAAA, 2018).

⁵ Refere-se à área plantada de 2017 com variedades contendo a característica de resistência a insetos e variedades estaqueadas ou piramidadas que, na grande maioria das vezes, são conjuntamente resistentes a insetos e tolerantes a herbicidas (ISAAA Database, Acesso em setembro de 2018).

⁶ A última consulta ao site da CTNBio foi feita em 4 de maio de 2018.

A disseminação e a adoção da tecnologia que confere às plantas a característica de resistência a insetos no Brasil ocorreu de forma rápida, surgindo como uma nova opção para o controle de pragas. A área plantada com cultivares RI passou de um total de 0,1 milhão de hectares na safra 2006/07 para 36 milhões de hectares na safra 2017/18, representando um crescimento médio de 77% ao ano (Figura 2). Do total plantado com essa tecnologia na safra 2017/18, a soja representou 61%, milho 37% e algodão 2%.

FIGURA 2 EVOLUÇÃO DA ÁREA PLANTADA COM A TECNOLOGIA DE RESISTÊNCIA A INSETOS NO BRASIL: SOJA, MILHO E ALGODÃO (MILHÕES HECTARES)



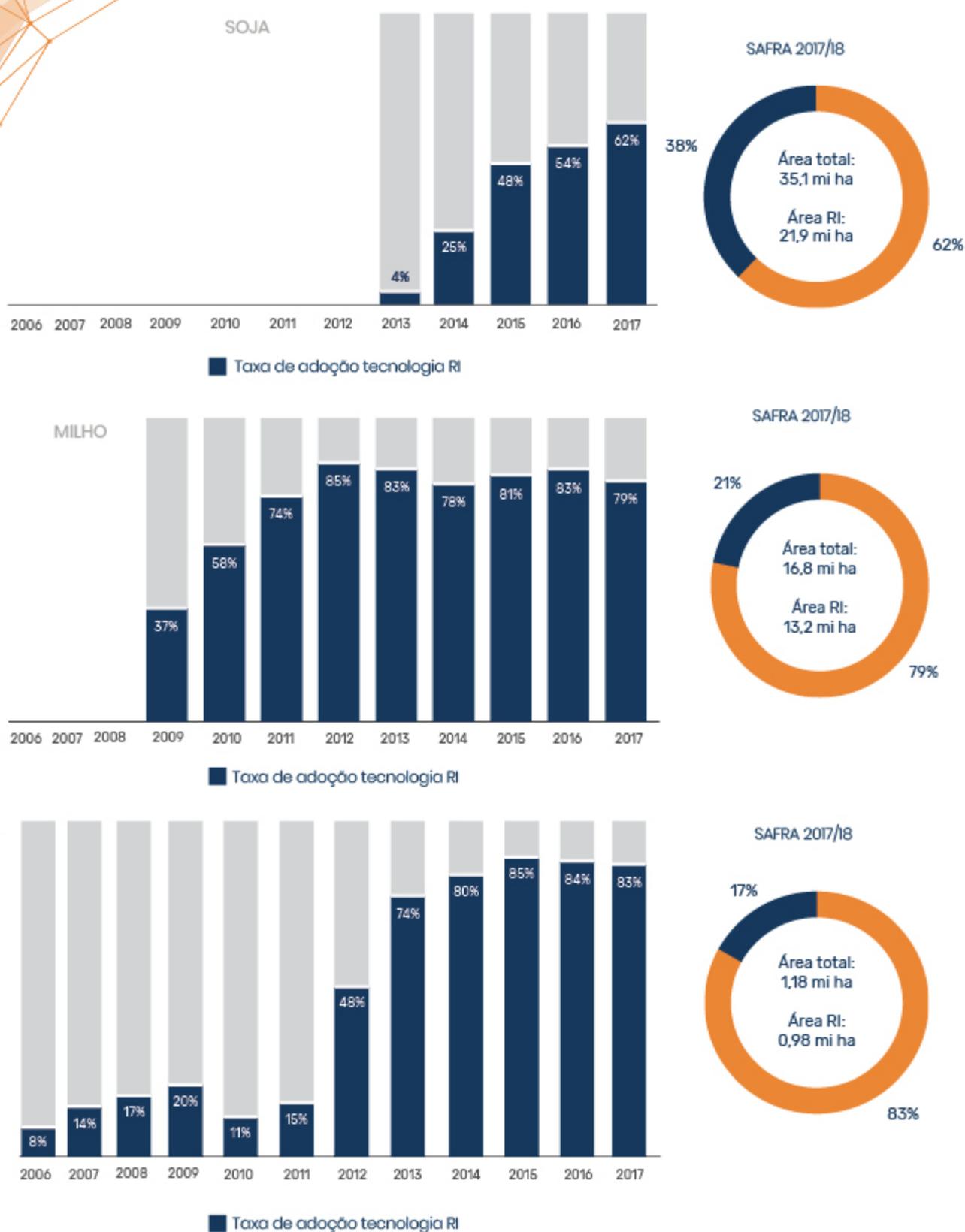
NOTA Dados de soja foram obtidos com base na área estimada pela Agroconsult e na adoção da tecnologia RI, por meio de amostras realizadas durante o Rally da Safra. Os dados de milho foram obtidos com base na área estimada pela Agroconsult e na participação da tecnologia, sendo: informações de 2008 oferecidas pelo ISAAA; informações de 2009 a 2017 oferecidas pela APPS. Dados de algodão obtidos com base na área estimada pela Agroconsult e no percentual de adoção da tecnologia, sendo: de 2006 a 2016 informações publicadas pelo ISAAA; de 2017 informações de taxa de adoção da tecnologia RI oferecidas por empresas do setor.

FONTE: ISAAA, APPS, AGROCONSULT, EMPRESAS DO SETOR.

Atualmente, o milho contendo a característica de resistência a insetos no Brasil possui participação de 79% na área plantada na safra 2017/18. Assim, contemplando o somatório de milho verão e milho inverno, são 13,2 milhões de hectares com a tecnologia RI, em um total de 16,8 milhões de hectares cultivados. No caso da soja, a principal cultura em termos de área no Brasil, 62% dos 35,2 milhões de hectares plantados na safra 2017/18 são cultivados com variedades resistentes a insetos, totalizando 21,9 milhões de hectares. No caso do algodão, 83% da área plantada no mesmo ano agrícola contém a tecnologia, o equivalente a 0,98 milhão de hectares (Figura 3).

Apesar do algodão ter sido a primeira cultura resistente a insetos liberada para plantio no Brasil, a taxa de adoção da tecnologia nessa cultura foi a que evoluiu mais lentamente. Enquanto o milho e a soja levaram de três a quatro anos para atingir uma taxa de adoção da tecnologia RI superior a 50% da área plantada total de cada cultura, o algodão, por sua vez, levou uma década para superar esse percentual.

FIGURA 3 HISTÓRICO DA TAXA DE ADOÇÃO DA TECNOLOGIA DE RESISTÊNCIA A INSETOS NAS CULTURAS DE SOJA, MILHO E ALGODÃO



NOTA Dados de soja foram obtidos com base na área estimada pela Agroconsult e na adoção da tecnologia RI, por meio de amostras realizadas durante o Rally da Safra. Os dados de milho foram obtidos com base na área estimada pela Agroconsult e na participação da tecnologia, sendo: informações de 2008 oferecidas pelo ISAAA; informações de 2009 a 2017 oferecidas pela APPS. Dados de algodão obtidos com base na área estimada pela Agroconsult e no percentual de adoção da tecnologia, sendo: de 2006 a 2016 informações publicadas pelo ISAAA; de 2017 informações de taxa de adoção da tecnologia RI oferecida por empresas do setor.

FONTE: ISAAA, APPS, AGROCONSULT, EMPRESAS DO SETOR.

METODOLOGIA DO ESTUDO

Para quantificar os impactos que as plantas resistentes a insetos proporcionam aos produtores, a Agroconsult comparou, ano a ano, as peculiaridades técnicas relacionadas ao uso de inseticidas, as diferenças nos custos de produção e os resultados financeiros de um sistema de produção com lavoura geneticamente modificada (GM) resistente a insetos com os de uma lavoura convencional.

É o valor diferencial por unidade de área verificado em cada ano, seja para variáveis técnicas ou econômicas, que serve como referência para calcular os impactos agregados, que serão posteriormente explorados. Para tanto, o diferencial é multiplicado pela área plantada com a tecnologia transgênica ao longo dos anos.

A base de dados de coeficientes técnicos de uso de defensivos e outros insumos, bem como as informações de custo de produção utilizadas no projeto, são de propriedade da Agroconsult. De acordo com a metodologia desenvolvida há cerca de duas décadas pela empresa e utilizada como referência pelos principais atores do agronegócio no País, os custos são calculados para 34 regiões, com base nos coeficientes técnicos de utilização de cada insumo e seus respectivos preços para os produtores.

FIGURA 4 REGIÕES MONITORADAS PELA AGROCONSULT



FONTE: RESULTADOS DO TRABALHO. ELABORAÇÃO: AGROCONSULT

Para construir e alimentar sua base de dados, a Agroconsult se respalda em um conjunto de dados primários e secundários, visando oferecer aos seus clientes uma leitura mais fidedigna dos valores desembolsados pelos produtores rurais. Dentre os levantamentos realizados periodicamente pela empresa, destacam-se:

Rally da Safra®: uma expedição realizada anualmente pela Agroconsult e que percorre as principais regiões produtoras de soja e milho do País. De sua estreia, em 2003, até 2018, o Rally da Safra percorreu 770 mil quilômetros, avaliou 15 mil lavouras e recebeu 18 mil produtores em seus eventos. Em sua edição mais recente, foram coletadas amostras em cerca de 1.500 lavouras e a equipe teve contato com cerca de 3.000 produtores. Durante os eventos, os produtores costumam participar de uma pesquisa. Por ano, são respondidos cerca de 700 questionários.

Índice de Confiança do Agronegócio (ICAgro) da Federação das Indústrias do Estado de São Paulo/ Organização das Cooperativas Brasileiras (FIESP/OCB): como responsável pelo levantamento do ICAgro, a Agroconsult entrevista trimestralmente 645 produtores, desde 2013.

Acompanhamento de Safra: levantamento de dados com até 70 consultores/produtores por quinzena.

Levantamento periódico de dados primários e secundários e constante alinhamento metodológico.

Além disso, para esse trabalho, a Agroconsult entrevistou técnicos, consultores agrônômicos e produtores rurais e revisou sistematicamente mais de uma centena de trabalhos científicos que abordavam alguma das dimensões de comparação do uso da tecnologia.

Para estimativa dos impactos futuros, a Agroconsult manteve os coeficientes técnicos projetados em seu cenário de longo prazo e utilizou projeção de preços para os insumos e para cada commodity analisada. Os diferenciais de produtividade, custo de produção, receita e rentabilidade entre a variedade RI e a convencional são, então, extrapoladas para variáveis agregadas, multiplicando esses fatores pela projeção de área plantada com a tecnologia RI em cada ano. Para tanto, manteve-se o nível de taxa de adoção verificado na última safra.

Embora, na prática, exista uma variação considerável nos resultados de estrutura de custos e produtividade observados para cada produtor (até entre talhões de uma mesma propriedade), esta análise priorizou os coeficientes mais recorrentes, de modo a traduzir os impactos mais comumente percebidos pelos produtores e especialistas. Os coeficientes foram, então, aplicados na estrutura de custo de produção e na produtividade alcançada em cada estado. Assim, os dados observados para o Brasil, e que serão explorados neste relatório, refletem uma média ponderada dos valores alcançados em cada estado analisado no âmbito deste trabalho⁷.

TABELA 1 ESCOPO GEOGRÁFICO E TEMPORAL CONTEMPLADO NO ESTUDO

ESTADOS	SOJA	MILHO VERÃO	MILHO INVERNO	ALGODÃO
Bahia	✓	✓		✓
Goiás e Distrito Federal	✓	✓	✓	✓
Maranhão	✓	✓	✓	
Mato Grosso	✓		✓	✓
Mato Grosso do Sul	✓		✓	✓
Minas Gerais	✓	✓	✓	✓
Pará	✓			
Paraná	✓	✓	✓	
Piauí	✓	✓	✓	
Rio Grande do Sul	✓	✓		
Rondônia	✓			
Santa Catarina	✓	✓		
São Paulo	✓	✓	✓	
Tooantins	✓	✓	✓	
HISTÓRICO (SAFRAS)	13/14 - 17/18	09/10 - 17/18	09/10 - 17/18	17/18
PROJEÇÃO (SAFRAS)	18/19 - 27/28	18/19 - 27/28	18/19 - 27/28	18/19 - 27/28

⁷ Os valores utilizados neste trabalho referem-se às estimativas realizadas pela Agroconsult no início de julho 2018.

IMPACTOS DECORRENTES DA ADOÇÃO DA TECNOLOGIA DE RESISTÊNCIA A INSETOS NO BRASIL: VISÃO HISTÓRICA

Diversos estudos procuraram avaliar os resultados obtidos com a adoção da tecnologia RI no Brasil e no mundo. De modo geral, os fatores que mais ajudam a explicar seu sucesso e alta taxa de adoção são aqueles observados diretamente na propriedade rural.

Os benefícios das variedades transgênicas resistentes ao ataque de pragas mais comumente apontados como influenciadores de sua adoção estão relacionados à maior simplificação e flexibilidade do manejo das culturas, à redução do risco produtivo – aqui entendido como uma maior segurança ao agricultor ao longo do ciclo da cultura em relação aos danos econômicos provocados por pragas – e ao menor uso de inseticidas. A combinação desses fatores pode ainda gerar vantagens em termos de produtividade e margem. Tratam-se de impactos que afetam o produtor rural, tanto em questões financeiras como em aspectos operacionais da lavoura, e que influenciam na decisão sobre adotar ou não plantas GM.

TABELA 2 RESULTADOS DA META-ANÁLISE: PRINCIPAIS FATORES AVALIADOS COM RELAÇÃO AO USO DE VARIEDADES TRANSGÊNICAS RESISTENTES A INSETOS NO BRASIL

CULTURA	ESTUDOS	ANÁLISE PRINCIPAL	RESULTADOS		% MÉDIA DE CONTROLE
			Nº OBSERVAÇÕES	CONTROLES POSITIVOS	
SOJA	31	Eficiência de controle e resistência a lagartas	19	16	84%
		Produtividade	11	10	91%
		Custo de produção	5	5	100%
		Seletividade sobre inimigos naturais	1	1	100%
MILHO	54	Eficiência de controle e resistência a lagartas	40	38	95%
		Produtividade	18	18	100%
		Custo de produção	5	3	60%
		Seletividade sobre inimigos naturais	3	3	100%
ALGODÃO	30	Eficiência de controle	20	19	95%
		Produtividade	10	10	100%
		Custo de produção	2	2	100%
		Seletividade sobre inimigos naturais	1	1	100%
TOTAL	115		135	126	
RESUMO			SOMA	CONTROLES POSITIVOS	% POSITIVOS
Eficiência de controle e resistência a lagartas			79	73	92%
Produtividade			39	38	97%
Custo de produção			12	10	83%
Seletividade sobre inimigos naturais			5	5	100%

FONTE: DIVERSAS (VER REFERÊNCIAS). ELABORAÇÃO: AGROCONSULT

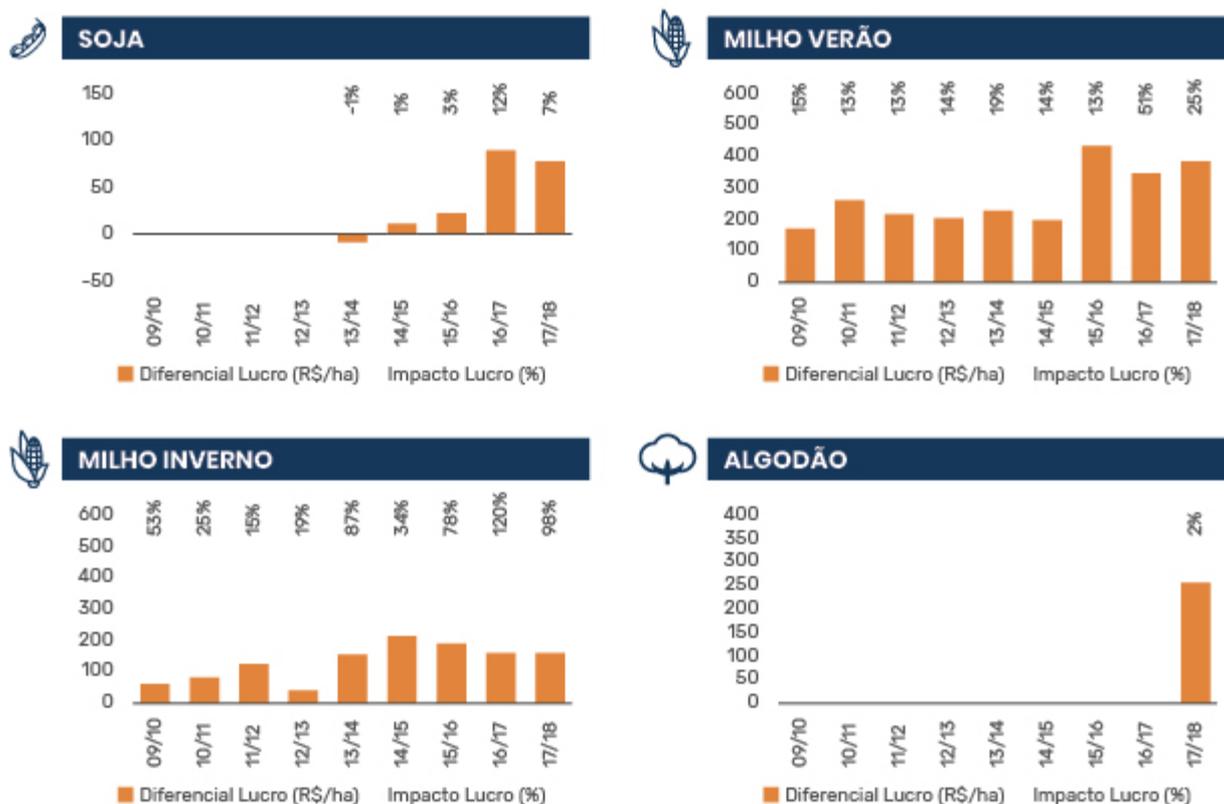
O objetivo desta seção é quantificar e discorrer sobre os resultados que a adoção da tecnologia de resistência a insetos proporcionaram para o produtor rural, desde a sua implantação no Brasil até a safra atual (2017/18) e demonstrar como os impactos verificados no campo beneficiaram outras áreas da economia, da sociedade e do meio ambiente.

IMPACTOS FINANCEIROS E OPERACIONAIS PARA O PRODUTOR RURAL: RESULTADOS POR HECTARE

ASPECTOS FINANCEIROS: LUCRO E CUSTOS DE PRODUÇÃO POR HECTARE

Para quantificar as vantagens que a tecnologia de resistência a insetos proporcionam aos produtores, a Agroconsult comparou, ano a ano, os custos de produção e os resultados financeiros de dois sistemas de produção: (i) aquele que faz uso da tecnologia RI e (ii) o que não utiliza a tecnologia em questão. Os principais fatores considerados foram os efeitos da adoção da tecnologia no custo de produção, com destaque para sementes e defensivos, e na produtividade. Com base nesses resultados, foi possível avaliar os impactos associados na receita e na rentabilidade para as culturas de soja, milho e algodão⁸.

FIGURA 5 COMPARATIVO HISTÓRICO DE LUCRO OPERACIONAL ENTRE TECNOLOGIA RI E VARIEDADE CONVENCIONAL (R\$/HA)



FONTE: RESULTADOS DO TRABALHO. ELABORAÇÃO: AGROCONSULT

Tomando como exemplo a safra 2017/18, a tabela a seguir ilustra de modo mais detalhado como o comportamento de custo e receita acabam por impactar o lucro auferido em cada uma das culturas analisadas⁹.

⁸ Os impactos para o milho são estimados desde a safra 2009/10; para soja, desde 2013/14; e para o algodão apenas na safra 2017/18.

⁹ A Tabela 3, apresentada adiante, mostra a evolução dos impactos de custo e receita ao longo dos anos de forma mais agregada.

TABELA 3 CÁLCULO DO BENEFÍCIO ECONÔMICO (LUCRO) ENTRE CULTIVARES RI E CONVENCIONAIS – SAFRA 2017/18

SAFRA 2017/18 (R\$/HA)	SOJA			MILHO VERÃO			MILHO INVERNO			ALGODÃO		
	RI	Conv.	Δ	RI	Conv.	Δ	RI	Conv.	Δ	RI	Conv.	Δ
CUSTOS (A)	2.568	2.563	6	3.292	3.249	43	1.562	1.586	-25	6.769	6.842	-73
DEFENSIVOS	606	746	-140	637	723	-187	324	448	-124	2.246	2.397	-151
SEMENTE	228	198	30	899	395	204	325	226	99	769	669	100
OUTROS CUSTOS	1.579	1.580	-1	2.069	2.043	26	833	834	0	3.713	3.736	-23
PRODUTIVIDADE	57,0	55,8	1,2	171,2	157,5	13,7	78,4	72,2	6,3	273,4	270,3	3,1
PREÇO	66,1	66,1	0,0	30,1	30,1	0,0	24,5	24,5	0,0	84,1	84,1	0,0
RECETA (B)	3.766	3.685	81	5.161	4.748	413	1.922	1.768	154	23.077	22.810	267
LUCRO (B) - (A)	1.198	1.122	75	1.869	1.499	370	360	182	179	16.308	15.967	340

NOTA 1 A categoria "Outros custos" engloba fertilizante, mão de obra, operação, manutenção, armazenagem, benfeioamento, transporte interno, imposto, juros e seguro.

NOTA 2 A categoria "Sementes" engloba a média de custos com sementes disponíveis no mercado, incluindo despesas com tratamento e royalties (quando aplicáveis)

NOTA 3 Conforme mencionado na seção de metodologia, os custos de produção estimados pela Agroconsult se respaldam na definição de um padrão de coeficientes técnicos de utilização de cada insumo e seus respectivos preços para os produtores.

FONTE: AGROCONSULT - PREMISSAS DO TRABALHO

Os indicadores analisados apontam que os resultados financeiros agregados justificam a opção pelo uso de sementes GM, já que elas tendem a ampliar o lucro da atividade produtiva. Ao longo do período analisado, a margem por hectare da soja resistente a insetos foi até 11,8% superior à da variedade convencional. Para o milho inverno, o desempenho diferencial foi 120% superior para aqueles que adotam a tecnologia RI (Figura 5). Para exemplificar como foram realizados os cálculos de diferencial de lucro para cada cultura e em cada ano safra, também são apresentados, na figura acima, os valores de custos – destacando defensivos e sementes –, a receita e o lucro na safra 2017/18, mostrando os fatores que impactam no lucro do produtor.

Os resultados obtidos refletem a combinação dos impactos da tecnologia no custo de produção e na produtividade, que são diretamente traduzidos na receita. É possível observar que, ao passar do sistema convencional para o que utiliza plantas RI, o custo com inseticidas cai de forma expressiva em todas as culturas aqui analisadas. No caso da soja, a redução variou de R\$ 68 a R\$ 160 por hectare. Em termos percentuais, a redução varia de 31,5% a 48,6% no dispêndio total com esses insumos. O maior impacto, no entanto, ocorre no cultivo do milho verão, no qual a economia é de até R\$ 210 por hectare, chegando a uma redução, em termos percentuais, de até 61,1% (Figura 6).

FIGURA 6 IMPACTOS FINANCEIROS PARA O PRODUTOR RURAL DECORRENTES DO USO DA TECNOLOGIA DE RESISTÊNCIA A INSETOS: ANÁLISE HISTÓRICA

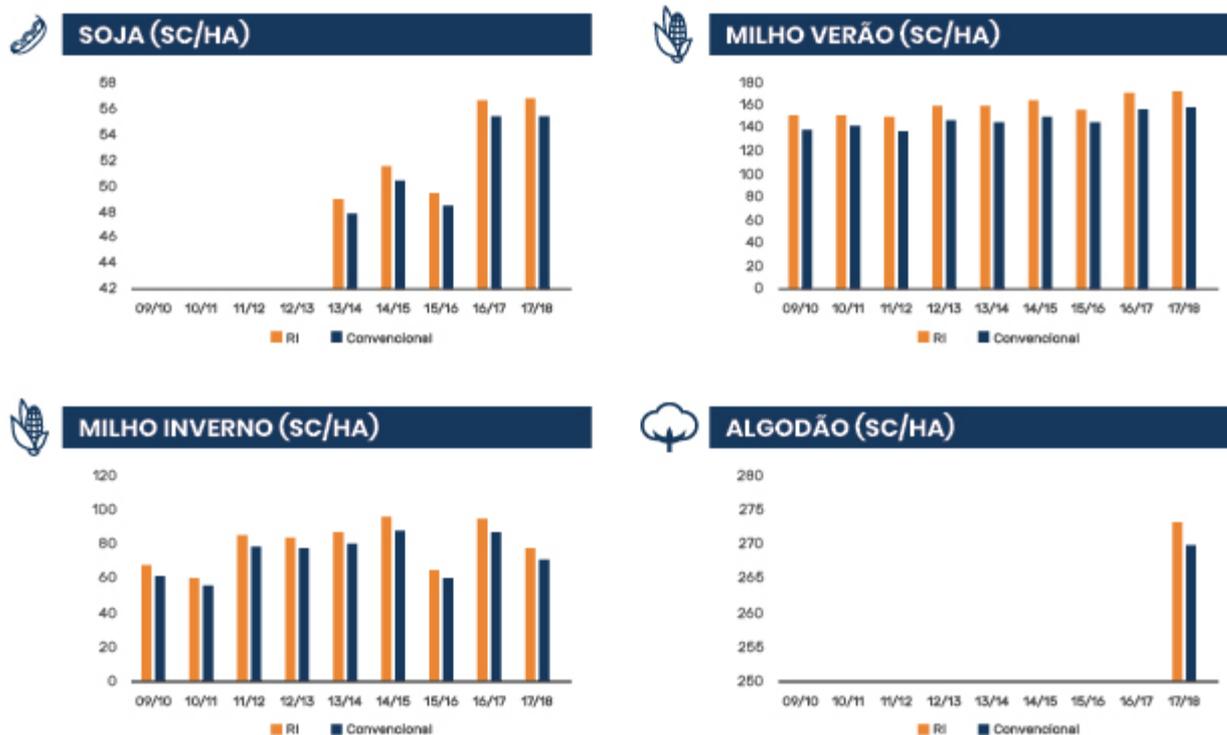


NOTA Valores referem-se às estimativas máxima e mínima encontradas na análise histórica do impacto financeiro proveniente da adoção de materiais RI. O período de análise da soja compreende os anos safra 2013/14 até 2017/18; do milho os anos safra 2009/10 até 2017/18; e algodão a safra 2017/18.

FONTE: RESULTADOS DO TRABALHO. ELABORAÇÃO: AGROCONSULT

Outro ponto de destaque é o diferencial obtido em produtividade a favor da tecnologia RI em todas as culturas. Os ganhos por hectare variam de 1,1 a 1,2 sacas para soja, 12 a 13,7 sacas para milho verão, 4,9 a 7,7 sacas para o milho inverno, e 3,1 arrobas para o algodão (Figura 6). Como a tecnologia não confere maior potencial de produção às plantas transgênicas, sendo apenas caracterizada pela presença de genes específicos que produzem determinadas proteínas com ação inseticida, pode-se assumir que o controle de pragas obtido no manejo de plantas RI pode ter sido mais eficiente e ter contribuído para que as plantas pudessem se aproximar mais do seu potencial de produção do que as convencionais¹⁰.

FIGURA 7 PRODUTIVIDADE: TECNOLOGIA RI VS. CONVENCIONAL: ANÁLISE HISTÓRICA



FONTE: RESULTADOS DO TRABALHO. ELABORAÇÃO: AGROCONSULT

De fato, os dados demonstram que a contribuição da tecnologia de resistência a insetos se deu, até o momento, majoritariamente por meio da melhoria da produtividade, uma vez que houve um incremento nos custos. Isso ocorreu porque o benefício auferido na redução com os gastos com defensivos, embora expressivo, foi praticamente absorvido na precificação da semente com a tecnologia.

ASPECTOS OPERACIONAIS: USO E APLICAÇÃO DE INSUMOS

Uma vez que o uso de sementes com a tecnologia RI permite um manejo mais flexível da lavoura e o uso otimizado dos insumos, o primeiro aspecto operacional avaliado é a redução da dosagem aplicada de inseticida, que é verificada em todas as culturas.

De acordo com as estimativas deste relatório, há uma redução na dosagem aplicada de inseticidas por hectare (incluindo adjuvantes relacionados) de até 15% para soja, de 10% para milho verão, de 14% para milho inverno e de 6% para algodão. Em valores absolutos, a maior queda ocorre no algodão, com redução de 2,4 kg por hectare.

¹⁰ Importante ressaltar que, em tese, o produtor tem como opção uma gama de diferentes variedades de sementes com diversos potenciais de produção, disponíveis tanto na versão GM quanto na convencional. Quanto mais as condições de desenvolvimento das plantas, no que tange tratamentos culturais e clima, se aproximam das ideais, mais próximo do potencial produtivo a planta pode chegar.

Como reflexo, a quantidade de ingrediente ativo¹¹ aplicada nas lavouras também diminuiu. Houve uma redução de até 23,3% para a soja, 11,4% para milho verão, 13,9% para milho inverno e de 1,5% para o algodão. Isso resulta em menor impacto ambiental por área cultivada, conforme evidenciado pelo Quociente de Impacto Ambiental (EIQ, na sigla em inglês¹²). Na última safra, por exemplo, a redução de impacto por hectare mensurado por esse indicador chegou a 5,4% para a soja, 35,2% para o milho inverno, 36,3% para milho verão e 4,5% para o algodão. Tal fato se traduz em menores riscos aos trabalhadores, animais e meio ambiente.

O menor uso de inseticida vem acompanhado de outro benefício: a queda no número de operações para pulverização desse insumo. Segundo dados estimados pela Agroconsult, o número de aplicações pode variar de zero a uma aplicação a menos para a soja, de até duas aplicações para o milho verão e milho inverno e de seis aplicações para o algodão. Essa redução impacta diretamente o consumo de combustível, gerando mais economia para o produtor e evitando a queima de mais combustíveis fósseis. A maior queda percentual no consumo ocorre para o milho inverno, chegando a uma redução de até 50% no período analisado, o que representa uma queda de até 1,6 litro por hectare. Em termos absolutos, a maior redução aplica-se ao algodão, com a utilização de 3,7 litros por hectare a menos (-20,1%).

FIGURA 8 IMPACTOS OPERACIONAIS PARA O PRODUTOR RURAL DECORRENTES DA TECNOLOGIA DE RESISTÊNCIA A INSETOS: ANÁLISE HISTÓRICA

INDICADORES	 Soja	 Milho Verão	 Milho Inverno	 Algodão
 Dose de Inseticida (kg/ha)	↓ 0,3 a 1,6	↓ 0,0 a 1,2	↓ 0,0 a 1,1	↓ 2,4
 Dose de Ingrediente Ativo (kg/ha)	↓ 0,1 a 1,1	↓ 0,0 a 0,6	↓ 0,0 a 0,5	↓ 0,3
 Número de Operações para Aplicação de Defensivo (/ha)	↓ 0 a 1	↓ 1 a 2	↓ 1 a 2	↓ 6
 Consumo de Combustível (L/ha)	↓ 0,1 a 0,9	↓ 0,6 a 1,5	↓ 0,7 a 1,6	↓ 3,7
 EIQ (EIQ/área)	↓ 1 a 25	↓ 0 a 12	↓ 0 a 11	↓ 6

↑ aumento ↓ redução

NOTA Valores referem-se às estimativas máxima e mínima encontradas na análise histórica do impacto financeiro proveniente da adoção de materiais RI. O período de análise da soja compreende os anos safra 2013/14 até 2017/18; do milho os anos safra 2009/10 até 2017/18; e algodão a safra 2017/18.

FONTE: RESULTADOS DO TRABALHO. ELABORAÇÃO: AGROCONSULT

Conclui-se, assim, que a tecnologia de resistência a insetos contribui para uma agricultura mais sustentável, uma vez que a redução de inseticidas e o menor uso de combustível diminuem o impacto ambiental na área cultivada.

¹¹ Os defensivos agrícolas são comercializados na forma de formulações, as quais incluem um ou mais ingredientes ativos e inertes. Conceitualmente, o ingrediente ativo é a substância química principal do produto – ou seja, aquela que confere eficácia à formulação e que tem ação sobre os organismos-alvo. Ele é, na grande maioria das vezes, o principal responsável pela toxicidade do defensivo. Os produtos inertes, por sua vez, são as substâncias não reativas, cuja função é diluir o ingrediente ativo e facilitar sua dispersão ou penetração no organismo-alvo.

¹² Para mensurar o quanto a redução no volume de ingrediente ativo aplicado nas lavouras beneficia o meio ambiente, a Agroconsult utilizou os indicadores da ferramenta do quociente de impacto ambiental. Esse quociente é uma ferramenta desenvolvida por pesquisadores da Universidade de Cornell, com objetivo de estabelecer um indicador único contemplando uma série de impactos ambientais relacionados ao uso de cada um dos produtos. De forma simplificada, o indicador pondera o risco de cada produto químico destinado ao controle fitossanitário para o trabalhador rural, para o consumidor e para a ecologia.

IMPACTOS FINANCEIROS E OPERACIONAIS PARA O PRODUTOR RURAL: RESULTADOS POR HECTARE

Os benefícios financeiros e operacionais proporcionados pela adoção de cultivares RI extrapolam os limites da fazenda, refletindo na atividade econômica como um todo.

Os resultados obtidos até a safra 2017/18¹³ indicam que a tecnologia RI foi responsável por um volume de produção adicional de 55,4 milhões de toneladas de grãos, sendo 4,55 milhões de toneladas de soja; 50,8 milhões de toneladas de milho e 46 mil toneladas de algodão (Figura 9). Considerando o preço médio da soja, do milho e do algodão em cada safra, o incremento da produção corresponde a uma receita adicional de R\$ 25,1 bilhões. Para fins de comparação, o volume físico adicional gerado representa mais do que o dobro (2,2 vezes) da produção atual de milho verão (safra 2017/18). Já em termos financeiros, o impacto equivale a todo valor gerado pela cultura do café em 2018, que ocupa a 5ª posição no ranking das culturas com maior valor bruto da produção (VBP) no Brasil¹⁴.

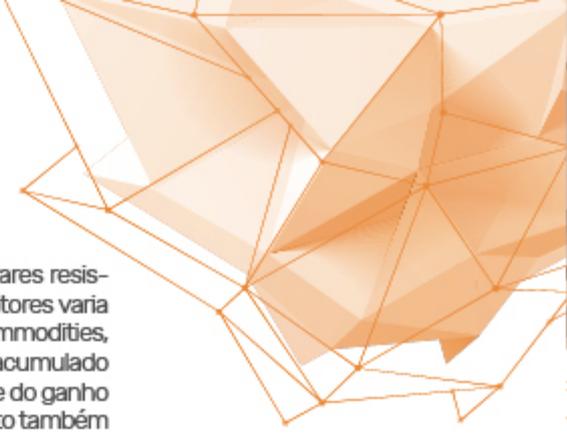
Do ponto de vista do custo, verifica-se um investimento adicional de R\$ 3,5 bilhões. Embora os dispêndios com aquisição de inseticidas tenham recuado em R\$ 17,1 bilhões, o investimento adicional em sementes – incluindo o pagamento de royalties para uso da tecnologia – somou R\$ 19,6 bilhões¹⁵. Mesmo assim, o benefício econômico proporcionado pela tecnologia, aqui medido pelo aumento no lucro total dos produtores, chega a R\$ 21,5 bilhões. É valor suficiente para custear cerca de 8,4 milhões de hectares de soja – toda extensão dos estados do Paraná e Goiás na safra 2017/18 – ou 13,8 milhões de hectares de milho inverno (mais do que toda a área a ser plantada na safra 2018/19).

FIGURA 9 BENEFÍCIOS ECONÔMICO-FINANCEIROS DECORRENTES DO USO DA TECNOLOGIA DE RESISTÊNCIA A INSETOS: ANÁLISE HISTÓRICA



NOTA O período de análise da soja compreende os anos safra 2013/14 até 2017/18; do milho os anos safra 2009/10 até 2017/18; e algodão a safra 2017/18.

FONTE: RESULTADOS DO TRABALHO. ELABORAÇÃO: CIB



Os resultados acumulados até a safra 2017/18 indicam que, nos últimos anos, para cada R\$ 1,00 adicional investido na aquisição da tecnologia – incluindo sementes e royalties – o setor obteve um benefício na margem operacional de R\$ 1,10.

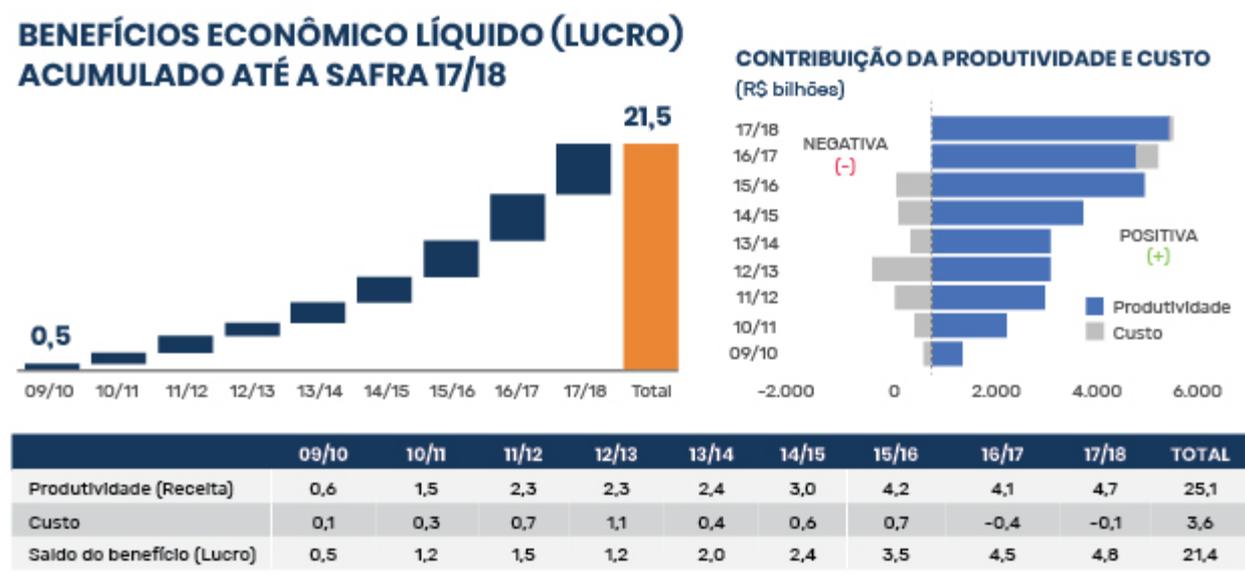
O benefício econômico registrado ao longo dos anos é reflexo dos impactos que cultivares resistentes a insetos proporcionam sobre a produtividade e custos. A composição desses fatores varia anualmente, a depender das condições climáticas, do comportamento de preços das commodities, do preço dos inseticidas, da pressão por pragas e do câmbio. Do benefício econômico acumulado pelos produtores até a safra 2017/18, no somatório das culturas analisadas, 100% decorre do ganho de produtividade. Nos anos mais recentes, no entanto, observa-se que a redução de custo também agregou ainda mais valor aos usuários da tecnologia (Figura 10).

Para entender melhor o benefício econômico, tomemos como exemplo a safra 2017/18, em que o ganho de produtividade decorrente do uso da tecnologia RI possibilitou uma receita adicional de R\$ 4,7 bilhões ao produtor rural. Nesse mesmo ano, o custo total apresentou uma queda de R\$ 68 milhões. Nesse caso, o benefício econômico foi duplamente influenciado de forma positiva, uma pelo aumento de produtividade, que é refletido no aumento da receita, como também na queda do custo de produção, resultando em um lucro, ou benefício econômico, de R\$ 4,8 bilhões na safra 2017/18.

Vale lembrar que apenas nas safras 2016/17 e 2017/18 o custo apresentou arrefecimento. Nos anos anteriores, mesmo ocorrendo queda no gasto com inseticidas, outros dispêndios superaram esse benefício, de forma que apenas o ganho de produtividade influenciou positivamente no lucro.

É importante também destacar que, a diminuição do custo foi influenciado não apenas pelos custos de inseticidas (-R\$4,9 milhões) e sementes (+ R\$ 4,8 bilhões), mas também por custos como operações, manutenção, armazenagem, entre outros. Dessa forma, a queda no custo total de R\$ 68 milhões, como mencionado acima, não é resultante apenas da diferença entre o custo de inseticida com o custo da semente.

FIGURA 10 SALDO ANUAL DO BENEFÍCIO ECONÔMICO LÍQUIDO (LUCRO) E CONTRIBUIÇÃO DOS GANHOS DE PRODUTIVIDADE E VARIAÇÃO DE CUSTOS DE PRODUÇÃO ATÉ A SAFRA 2017/18 (R\$ BILHÕES)



FONTE: RESULTADOS DO TRABALHO. ELABORAÇÃO: AGROCONSULT.

13 O período de análise histórica da soja compreende os anos safra 2013/14 até 2017/18; do milho os anos safra 2009/10 até 2017/18; e algodão a safra 2017/18.

14 A produção de milho verão em 2017/18 foi de 26,37 milhões de toneladas, segundo dados da Agroconsult. O valor bruto da produção do café em 2018 é de R\$ 24,34 bilhões, de acordo com dados do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), publicados em junho de 2018, e representa toda a receita gerada com a venda do produto – o café se baseia no volume total de produção e no preço médio recebido pelo produtor.

15 É importante ressaltar que a diferença de custo total entre cultivares RI e cultivares não RI considera também outros custos (fertilizante, mão de obra, operação, manutenção, armazenagem, beneficiamento, transporte interno, imposto, juros e seguro) além de semente e defensivo, o que explica a diferença do custo total não ser resultante apenas das diferenças entre o custo de semente e o custo de defensivos.

TABELA 4 BENEFÍCIOS ECONÔMICO-FINANCEIROS DECORRENTES DO USO DA TECNOLOGIA DE RESISTÊNCIA A INSETOS: ANÁLISE HISTÓRICA POR CULTURA

Impactos Financeiros Acumulados	TOTAL	SOJA	MILHO	ALGODÃO
Produções (milhões ton)	55,4	4,6	50,8	0,05
Receitas (R\$ bilhões)	25,1	4,8	20,1	0,26
Custo Total (R\$ bilhões)	3,6	1,1	2,5	-0,07
Custo Semente (R\$ bilhões)	19,6	9,5	9,9	0,10
Custo Defensivos (R\$ bilhões)	17,1	8,2	8,8	0,14
Lucro (R\$ bilhões)	21,5	3,7	17,5	0,33

NOTA 1 É importante ressaltar que a diferença de custo total entre cultivares RI e não RI considera também outros custos (fertilizante, mão de obra, operação, manutenção, armazenagem, beneficiamento, transporte interno, imposto, juros e seguro) além de semente e defensivo, o que explica a diferença do custo total não ser resultante apenas das diferenças entre o custo de semente e o custo de defensivos.

NOTA 2 O período de análise da soja compreende os anos safra 2013/14 até 2017/18; do milho os anos safra 2009/10 até 2017/18; e algodão a safra 2017/18.

FONTE: RESULTADOS DO TRABALHO. ELABORAÇÃO: AGROCONSULT

IMPACTOS ECONÔMICOS E SOCIAIS: VISÃO MACROECONÔMICA

O aumento na receita total da atividade agrícola influencia não apenas a dinâmica da soja, do milho e do algodão, mas também a dos setores que compõem sua cadeia de valor de maneira direta e indireta, gerando impactos nos agregados econômicos. Para estimar a contribuição da tecnologia nos resultados do setor agrícola e seus efeitos nos indicadores macroeconômicos ao longo dos anos, este estudo lançou mão do ferramental da matriz insumo-produto (MIP), levando em consideração os impactos no valor da produção, ou seja, na receita adicional de cada cultura¹⁶.

Do ponto de vista do Produto Interno Bruto (PIB), a adoção da tecnologia RI nas culturas de soja, milho e algodão representa R\$ 2,8 bilhões (Figura 11). Esse valor equivale ao PIB do município de Lucas do Rio Verde (Mato Grosso), um dos dez maiores polos produtores de grãos do País¹⁷. Além disso, vale lembrar da importância da agricultura para sustentar o desempenho do PIB brasileiro nos últimos anos. Em 2017, por exemplo, o PIB do País cresceu 1,0% em relação ao ano anterior, chegando a R\$ 6,56 trilhões. A agricultura contribuiu com 0,7 ponto percentual desse crescimento. Ou seja, sem considerar o setor agrícola, o PIB total teria crescido apenas 0,3%, o que torna os efeitos aqui destacados ainda mais relevantes.

O benefício da tecnologia RI para um maior dinamismo da atividade econômica do País também pode ser mensurado pela contribuição no VBP¹⁸. Da safra 2008/09 até a 2017/18, o desempenho das variedades resistentes a insetos foi responsável por uma injeção adicional de R\$ 45,3 bilhões na economia. A cifra é similar ao VBP das atividades ligadas à pecuária – bovinos, suínos, aves, leites e ovos – de toda a região Sudeste do Brasil¹⁹.

16 De modo resumido, a MIP identifica as diferentes relações de interdependência entre os diversos setores da economia e, com isso, seus coeficientes permitem estabelecer seu grau de interligação. Assim, a ferramenta permite mensurar os impactos encaixados gerados em toda a economia brasileira, a partir de um determinado choque em um setor específico. A matriz utilizada está disponível no site do NEREUS/USP e foi desenvolvida com base no trabalho de Guilhoto & Sesso Filho (2010).

17 Dados do PIB municipal retirados do levantamento do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e disponíveis até o ano de 2016. Dados de produção de grãos por município com base na Pesquisa Agrícola Municipal divulgada pelo IBGE.

18 O VBP corresponde à expressão monetária da soma do valor de todos os bens e serviços produzidos no País e equivale ao faturamento total da economia.

19 O VBP da pecuária dos estados da região Sudeste é estimado em R\$ 44,3 bilhões em 2018 e registrou o valor de R\$ 47,5 bilhões em 2017, segundo dados publicados pelo MAPA.

O incremento na produção de grãos também promove ganhos na balança comercial brasileira e contribui para gerar reservas monetárias. Considerando a participação anual das exportações no total da produção de cada cultura analisada, houve um acréscimo de 16,7 milhões de toneladas de grãos exportadas pelo País (2,6 milhões de toneladas de soja, 14,1 milhões de toneladas de milho e 26 mil toneladas de algodão). Em termos monetários, isso corresponde a US\$ 3,8 bilhões (R\$ 11,1 bilhões), sem considerar a adição de valor da produção de farelo, óleo e demais produtos derivados. Esse montante equivale a 83% do valor total arrecadado com as exportações de milho em 2017, ou a todo o valor obtido com as vendas externas das cadeias de sucos, fibras e produtos têxteis no mesmo ano²⁰.

Ao estimular o dinamismo da economia, os benefícios proporcionados pela tecnologia também ressoam na esfera social, com a geração de 49.281 postos de trabalho nos diversos setores da economia. No período analisado, isso corresponde a cerca de R\$ 2,2 bilhões pagos em salários aos trabalhadores dos diversos setores da economia – ou seja, 2,27 milhões de salários mínimos, considerando o valor oficial de referência para 2018 (R\$ 954 por mês). Os resultados reforçam as diversas análises que apontam para os níveis elevados no Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) e sua rápida evolução nos municípios relevantes para produção de soja, milho e algodão no País. Cabe ressaltar, assim, o caráter estratégico da atividade agrícola no desenvolvimento regional, influenciando diretamente a qualidade de vida, o nível de educação e a renda da população.

Por fim, a incorporação da característica RI nas culturas da soja, milho e algodão também contribui com os cofres públicos por meio da arrecadação de impostos. Estima-se que, ao longo dos anos analisados, o acréscimo de desempenho proporcionado pela tecnologia resultou numa arrecadação adicional de R\$ 731 milhões em tributos. Com esse valor, seria possível sustentar os dispêndios do Programa Nacional de Acesso ao Ensino Técnico e Emprego (Pronatec)²¹, nos patamares de 2017, por cerca de dois anos e meio.

TABELA 5 BENEFÍCIOS PARA A ECONOMIA BRASILEIRA DECORRENTES DO USO DA TECNOLOGIA DE RESISTÊNCIA A INSETOS: ANÁLISE HISTÓRICA POR CULTURA

Impactos Econômico-Social Acumulados	TOTAL	SOJA	MILHO	ALGODÃO
Aumento no PIB Brasil (R\$ bilhões)	2,8	1,6	1,2	0,1
Geração de Riqueza - VBP (R\$ bilhões)	45,3	9,1	35,8	0,4
Total de Impostos adicionais arrecadados (R\$ milhões)	723	200	526	5
Balança Comercial - volume (milhões ton)	16,7	2,6	14,1	0,0
Geração de Reservas USD (US\$ bilhões)	3,8	1,0	2,8	0,0
Geração de Reservas BRL (R\$ bilhões)	11,1	3,5	2,5	0,2
Geração de postos de trabalho	49.281	27.295	21.044	943
Salários pagos a trabalhadores (R\$ bilhões)	2,2	0,6	1,6	0,01

NOTA O período de análise da soja compreende os anos safra 2013/14 até 2017/18; do milho os anos safra 2009/10 até 2017/18; e algodão a safra 2017/18.

FONTE: RESULTADOS DO TRABALHO. ELABORAÇÃO: AGROCONSULT

²⁰ Segundo dados da balança comercial do agronegócio divulgados pelo MAPA, em 2017, as exportações de milho somaram US\$ 4,67 bilhões; as de suco, US\$ 2,14 bilhões e as de fibras e produtos têxteis chegaram a US\$ 1,79 bilhão.

²¹ O Pronatec foi criado pelo Governo Federal em 2011, com a finalidade de ampliar a oferta de cursos de Educação Profissional e Tecnológica (EPT), por meio de programas, projetos e ações de assistência técnica e financeira. Segundo dados do Portal da Transparência, em 2017, foram gastos R\$ 28,3 bilhões com o programa (valores pagos).

FIGURA 11 BENEFÍCIOS PARA A ECONOMIA BRASILEIRA DECORRENTES DO USO DA TECNOLOGIA DE RESISTÊNCIA A INSETOS: ANÁLISE HISTÓRICA



IMPACTO NA BALANÇA COMERCIAL



IMPACTO SOCIAL



NOTA O período de análise da soja compreende os anos safra 2013/14 até 2017/18; do milho os anos safra 2009/10 até 2017/18; e algodão a safra 2017/18.

FONTE: RESULTADOS DO TRABALHO. ELABORAÇÃO: CIB

IMPACTOS AMBIENTAIS

Parte expressiva dos benefícios atribuídos à tecnologia de resistência a insetos pode ser analisada sob o ponto de vista ambiental. O primeiro aspecto está relacionado à redução da quantidade de defensivos químicos utilizados para controle de lagartas. De acordo com as estimativas da Agroconsult, há uma redução na dosagem aplicada de inseticidas por hectare (incluindo adjuvantes relacionados) de até 15% para soja, 10% para milho verão, 14% para milho inverno e 6% para algodão.

Como reflexo, a quantidade de ingrediente ativo aplicado nas lavouras caiu em todas as culturas, sendo que a redução por unidade de área foi mais expressiva para soja²². Para mensurar os benefícios ao meio ambiente obtidos com a redução do volume de ingrediente ativo aplicado nas lavouras, a Agroconsult utilizou os indicadores da ferramenta do EIQ.

O cultivo de plantas RI contribuiu para reduzir em 122 mil toneladas o volume de inseticidas aplicados nas lavouras, o que corresponde à exclusão do ambiente de 49 mil toneladas de princípios ativos distintos, usados para o controle de pragas-alvo da tecnologia (Figura 12). Esses números correspondem a 90% do consumo de inseticida no Brasil do ano de 2017, em termos de produto, e a 77% em termos de ingrediente ativo²³. Como consequência, a redução no impacto ambiental, apurado para soja, milho e algodão, foi de 14%. De forma desagregada, observa-se que a contribuição de cada cultura foi queda de 12% na soja, de 19% no milho e de 4% no algodão.

A redução da aplicação de inseticidas para controle de lagartas também influencia na utilização do maquinário para pulverização desses produtos, com impacto no consumo de combustível²⁴. No período analisado, houve uma economia de 144 milhões de litros de combustível decorrente da adoção da tecnologia RI, o que equivale à retirada de circulação de 96 mil carros das ruas por um ano – frota similar à do município de São Caetano do Sul, situado na Grande São Paulo²⁵. Desse valor, 21% se referiu à soja, 76% ao milho e 3% ao algodão. A economia corresponde a 20,4% do consumo estimado de diesel por todo o setor agropecuário em 2017²⁶.

Considerando o diferencial de produtividade entre os sistemas que adotam a tecnologia RI e os que não a utilizam, outro benefício ambiental está relacionado à menor extensão de área plantada. Em outras palavras, qual a área adicional que teria de ser plantada para manter os níveis de produção alcançados nos últimos anos se não existissem variedades RI? A resposta, segundo mostram os números, é que deveriam ter sido plantados 9,9 milhões de hectares a mais no País entre 2009 a 2017 – o equivalente ao total de área de soja a ser plantada no estado do Mato Grosso na safra 2018/19²⁷.

22 Considerando um portfólio padrão de uso de defensivos adotado para cada cultura no Brasil, resultante do perfil dos agroquímicos aplicados em cada estado, a Agroconsult consultou as informações sobre a quantidade de ingrediente ativo contida em cada produto, de acordo com os dados disponibilizados no Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários (Agrofit), mantido pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA).

23 O consumo de inseticida em 2017 foi de 136 mil toneladas de produtos comerciais e de 64 mil toneladas de ingrediente ativo, de acordo com dados do Sindicato Nacional da Indústria de Produtos para Defesa Vegetal (Sindiveg).

24 Como os produtores costumam ministrar mais de um produto fitossanitário em algumas aplicações, a redução na quantidade de produto aplicada não é proporcionalmente refletida no número de operações com maquinário. A diminuição no número de aplicações pode variar de uma a duas operações a menos, a depender do estado e da cultura, sendo que, em algumas localidades o impacto é nulo.

25 As estimativas relacionadas à equivalência no consumo consideram que um carro roda, em média, 16 mil km por ano e consome cerca de um litro de combustível a cada dez km rodados. Esses indicadores foram adotados em estudos conduzidos pela PG Economias. Dados de frota por município foram retirados da base do Departamento Nacional de Trânsito (Denatran), com referência em dezembro de 2017.

26 Segundo dados da Agência Nacional de Petróleo (ANP), em 2017, o consumo de óleo diesel no Brasil foi de 54,8 bilhões de litros. Desse montante, a agropecuária representou 1,3%, o que corresponde a uma demanda de 712,4 milhões de litros. <https://anuario2018.somosplural.com.br/oleo-diesel/>.

27 A área de soja do estado do Mato Grosso na safra 2018/19 é estimada em 9,8 milhões de hectares segundo dados da Agroconsult.

Os benefícios combinados de redução na aplicação de inseticida e de economia de área cultivada têm impacto direto nas emissões de gases de efeito estufa (GEE) decorrentes do plantio de cada uma das culturas²⁸. Ao diminuir a aplicação de inseticidas – e consequentemente o uso de maquinário –, a adoção da tecnologia RI permitiu uma redução da emissão de GEE nas culturas de soja, milho e algodão da ordem de 2,6 milhões de toneladas de CO₂ equivalente. Isso é o mesmo que plantar de 18,6 milhões de árvores nativas²⁹.

Adicionalmente, a economia de área também reflete nas emissões de GEE, uma vez que deixam de ser adotados processos no cultivo que emitem tais gases. Assim, a tecnologia RI, dado o diferencial de produtividade e, consequentemente, a economia de área cultivada, permitiu uma redução de 12,9 milhões de toneladas de CO₂ equivalente ao longo das safras analisadas³⁰, o que corresponde ao plantio de 91,9 milhões de árvores nativas. Portanto, a redução de emissões totais soma 15,5 milhões de toneladas de CO₂ equivalente. De acordo com os dados de Sistema de Estimativas de Emissões de Gases de Efeito Estufa (SEEG), essa redução valor representa 27,7% das emissões totais para categoria de solos agrícolas calculadas para soja, milho e algodão no ano de 2016³¹.

TABELA 6 IMPACTOS AMBIENTAIS DECORRENTES DO USO DA TECNOLOGIA DE RESISTÊNCIA A INSETOS: ANÁLISE HISTÓRICA POR CULTURA

Impactos Ambientais Acumulados	TOTAL	SOJA	MILHO	ALGODÃO
Redução no uso de Inseticida (mil ton)	-122	-48	-72	-2
Redução no uso de Inseticida (mil ton de ingrediente vivo)	-49	-26	-23	-0,3
EIO total	-1,056	-570	-481	-6
EIO (%)	-14%	-12%	-19%	-4%
Redução no uso de combustível (milhão litros)	-144	-30	-110	-4
Economia de área plantada (milhão hectares)	9,9	1,4	8,4	0,01
Redução de emissões totais (milhão t CO ₂ equivalente)	-15,5	-2,8	-11,3	-1,5
Por redução de Inseticida e pulverização	-2,6	-1,1	-1,4	-0,05
Por economia de área plantada	-12,9	-1,6	-9,8	-1,41

NOTA O período de análise da soja compreende os anos safra 2013/14 até 2017/18; do milho os anos safra 2009/10 até 2017/18; e algodão a safra 2017/18.

FONTE: RESULTADOS DO TRABALHO. ELABORAÇÃO: AGROCONSULT

28 A quantificação de emissões de GEE, neste trabalho, utiliza as premissas definidas pelo GHG Protocol para Agricultura, considerado o método mais utilizado no mundo por empresas e governos para o desenvolvimento de inventários de gases de efeito estufa de produtos e projetos. Os cálculos foram estimados com base na Ferramenta de Cálculo do GHG Protocolo Agrícola, calculadora desenvolvida conjuntamente pelo World Resources Institute – WRI, pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) e pela Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) com o objetivo de contabilizar das emissões de GEE agrícolas utilizando metodologias específicas para a realidade brasileira.

29 O Instituto Brasileiro de Florestas (IBFlorestas) considera que 7,14 árvores podem compensar 1 tonelada de CO₂ equivalente. Foram utilizadas espécies nativas da Mata Atlântica como referência. <https://www.ibflorestas.org.br/component/content/article?id=219:afinal-quanto-carbono-uma-arvore-sequestra>

30 Emissões por hectare oriundas exclusivamente do cultivo (referente ao item “solos agrícolas”) conforme dados estimados pelo SEEG. Dados de emissão por hectare para algodão retirado de Avaliação do ciclo de vida da produção de algodão no cerrado brasileiro (K. R. Costa, J. F. PioolP, L. G. S. Hilara, M. T. Soahetti, A. C. G. Donke, N. D. Suassuna, M. A. B. Morandf, M. I. S. F. Matsuura) < <https://www.alioe.onptia.embrapa.br/bitstream/doi/1064204/1/2016AA31.pdf>>.

31 Emissões totais para categoria de solos agrícolas calculadas para soja, milho e algodão no ano de 2016 somam 55,9 milhões de toneladas de CO₂, segundo dados do SEEG.

FIGURA 12 IMPACTOS AMBIENTAIS DECORRENTES DO USO DA TECNOLOGIA DE RESISTÊNCIA A INSETOS: ANÁLISE HISTÓRICA



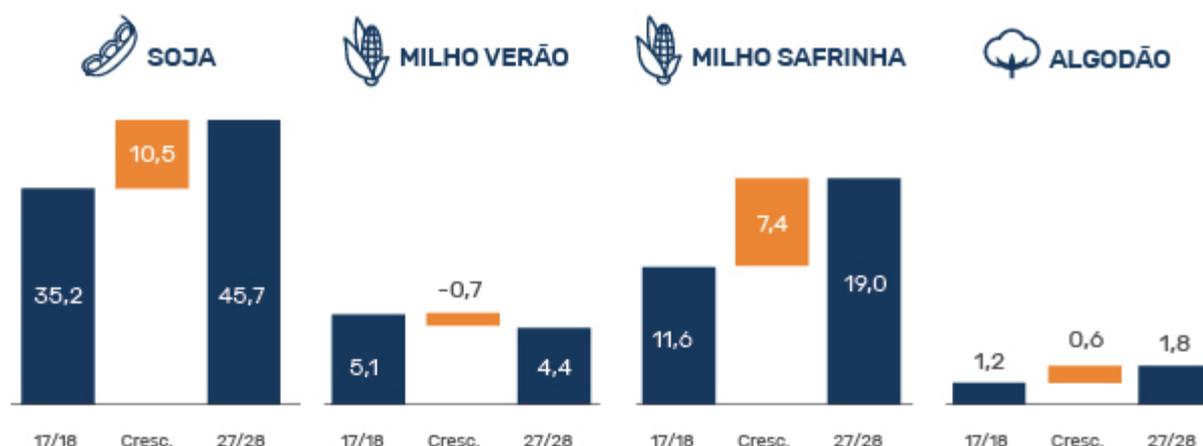
NOTA O período de análise da soja compreende os anos safra 2013/14 até 2017/18; do milho os anos safra 2009/10 até 2017/18; e algodão a safra 2017/2018.

FONTE: RESULTADOS DO TRABALHO. ELABORAÇÃO: CIB

OS BENEFÍCIOS POTENCIAIS DA TECNOLOGIA PARA OS PRÓXIMOS DEZ ANOS

Para os próximos dez anos, a expectativa é de que os benefícios relativos à utilização de sementes RI nos cultivos de soja, milho e algodão continuem e se intensifiquem. Eles devem acompanhar o cenário de demanda mundial crescente por esses produtos e a capacidade de oferta do Brasil.

FIGURA 13 PROJEÇÃO DA ÁREA PLANTADA PARA SOJA, MILHO E ALGODÃO (MILHÕES HECTARES)

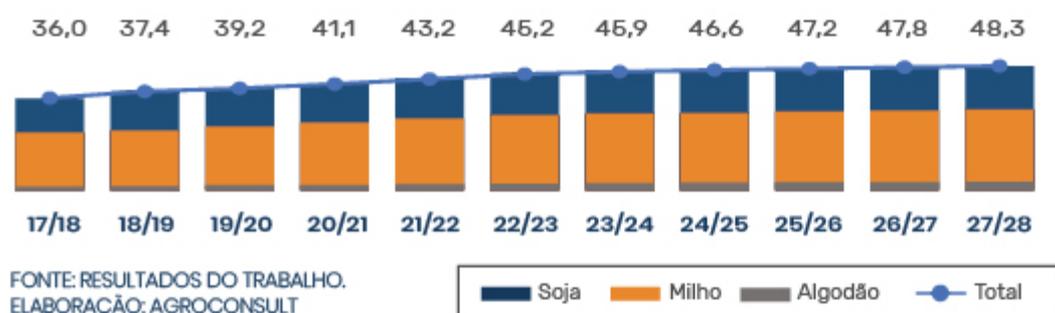


FONTE: RESULTADOS DO TRABALHO. ELABORAÇÃO: AGROCONSULT

Segundo projeções da Agroconsult, a área plantada de soja no País deve chegar a 45,7 milhões de hectares na safra 2027/28, 10,5 milhões de hectares a mais do que o registrado na safra 2017/18. Já a área destinada ao cultivo de milho verão deve recuar cerca de 700 mil hectares, passando dos atuais 5,1 milhões para 4,4 milhões de hectares. O crescimento do milho inverno será de 7,4 milhões de hectares e a área de algodão deve aumentar 600 mil hectares (Figura 13).

Nesse cenário, adotando premissas conservadoras e mantendo o nível de adoção da tecnologia RI verificado em 2017, a área plantada com essas cultivares deve chegar a 48,3 milhões de hectares na safra 2027/28, um crescimento médio anual de 3,0%. Será um aumento de 12,3 milhões de hectares na área cultivada com a tecnologia ao longo da próxima década. A área plantada de soja RI passará de 21,9 para 28,4 milhões de hectares. O milho adicionará 5,2 milhões de hectares, chegando a um total de 18,4 milhões de hectares na safra 2027/28. O algodão poderá alcançar um total de 1,48 milhões de hectares (Figura 14).

FIGURA 14 PROJEÇÃO DA ÁREA PLANTADA COM A TECNOLOGIA DE RESISTÊNCIA A INSETOS NO BRASIL: SOJA, MILHO E ALGODÃO (MILHÕES HECTARES)



ASPECTOS FINANCEIROS E OPERACIONAIS: RESULTADO POR HECTARE

Além da perspectiva favorável em termos de expansão de área, do ponto de vista do produtor rural, a expectativa para os próximos dez anos é de que os benefícios do cultivo de variedades resistentes a insetos sejam ainda mais positivos do que no passado recente. As projeções para os próximos dez anos foram feitas com base no cenário de longo prazo da Agroconsult, o que inclui indicadores operacionais e financeiros.

É importante ressaltar que as projeções foram baseadas na continuidade de produtos disponíveis atualmente no mercado, combatendo as mesmas pragas-alvo. Dessa forma, não assume variação de eficácia entre eventos RI e também não assume desenvolvimento de biotecnologia objetivando outras pragas-alvo, que atualmente não estão disponíveis.

ASPECTOS FINANCEIROS: LUCRO E CUSTOS DE PRODUÇÃO POR HECTARE

O diferencial obtido em produtividade a favor da tecnologia RI deve permanecer em todas as culturas, com um pequeno incremento atrelado a ganhos decorrentes de investimentos que devem ser feitos pelo produtor para melhorar os resultados no campo de modo geral. Concomitantemente, a economia com inseticidas deve ser superior aos dispêndios adicionais com sementes ao longo de todo o período, o que resulta na redução dos custos de produção totais e gera impactos mais significativos no lucro operacional do que os registrados até o momento (Figura 15).

FIGURA 15 IMPACTOS FINANCEIROS PARA O PRODUTOR RURAL DECORRENTES DO USO DA TECNOLOGIA DE RESISTÊNCIA A INSETOS: IMPACTOS ESPERADOS PARA OS PRÓXIMOS DEZ ANOS

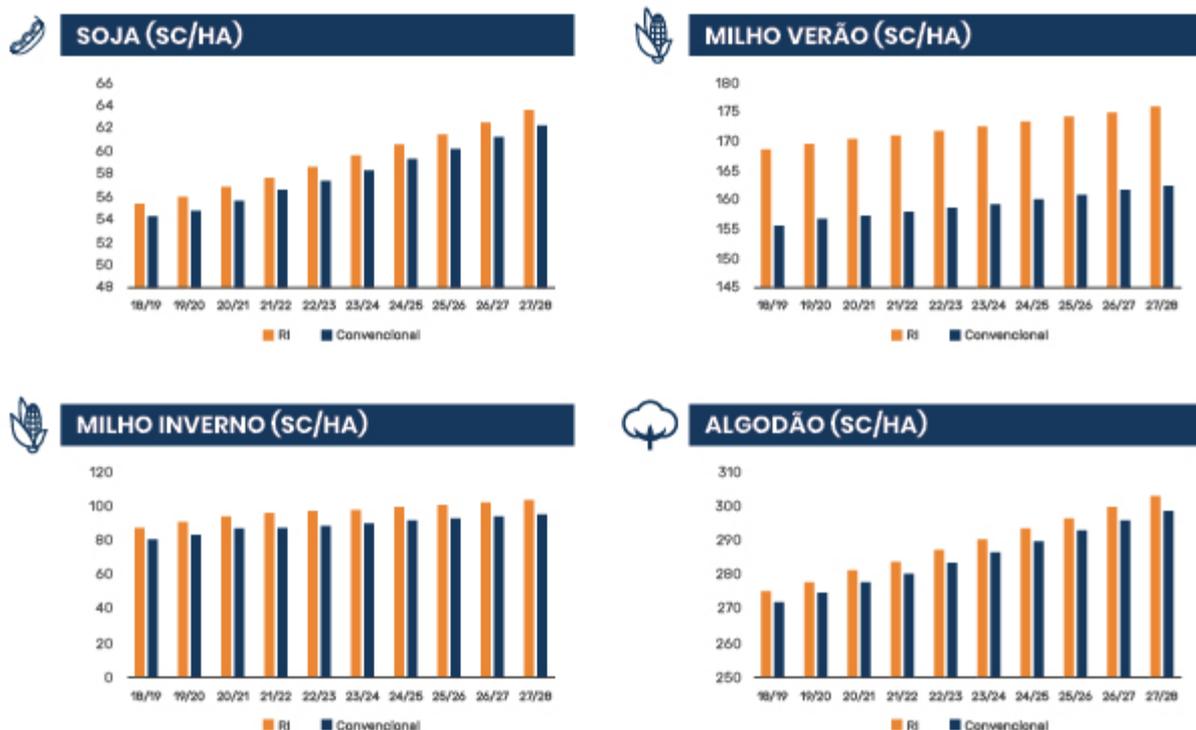
INDICADORES	Soja	Milho Verão	Milho Inverno	Algodão
Custo Total (R\$/ha)	↓ 13 a 54	↑ 16 a 31	↓ 25 a 38	↓ 106 a 113
Custo Defensivo (R\$/ha)	↓ 160 a 204	↓ 213 a 228	↓ 142 a 145	↓ 178 a 183
Produtividade (Soja e Milho sc/ha; Algodão - @/ha)	↑ 1,2 a 1,4	↑ 13,6 a 14,2	↑ 7,4 a 8,7	↑ 3,3 a 3,9
Receita (R\$/ha)	↑ 80 a 108	↑ 405 a 535	↑ 189 a 244	↑ 313 a 377
Lucro (R\$/ha)	↑ 93 a 157	↑ 375 a 517	↑ 227 a 278	↑ 519 a 590

aumento redução

NOTA Os próximos dez anos referem-se ao período entre as safras 2018/19 e 2027/28. Valores referem-se às estimativas máxima e mínima encontradas na projeção do impacto financeiro proveniente da adoção de materiais RI.

FONTE: RESULTADOS DO TRABALHO. ELABORAÇÃO: AGROCONSULT

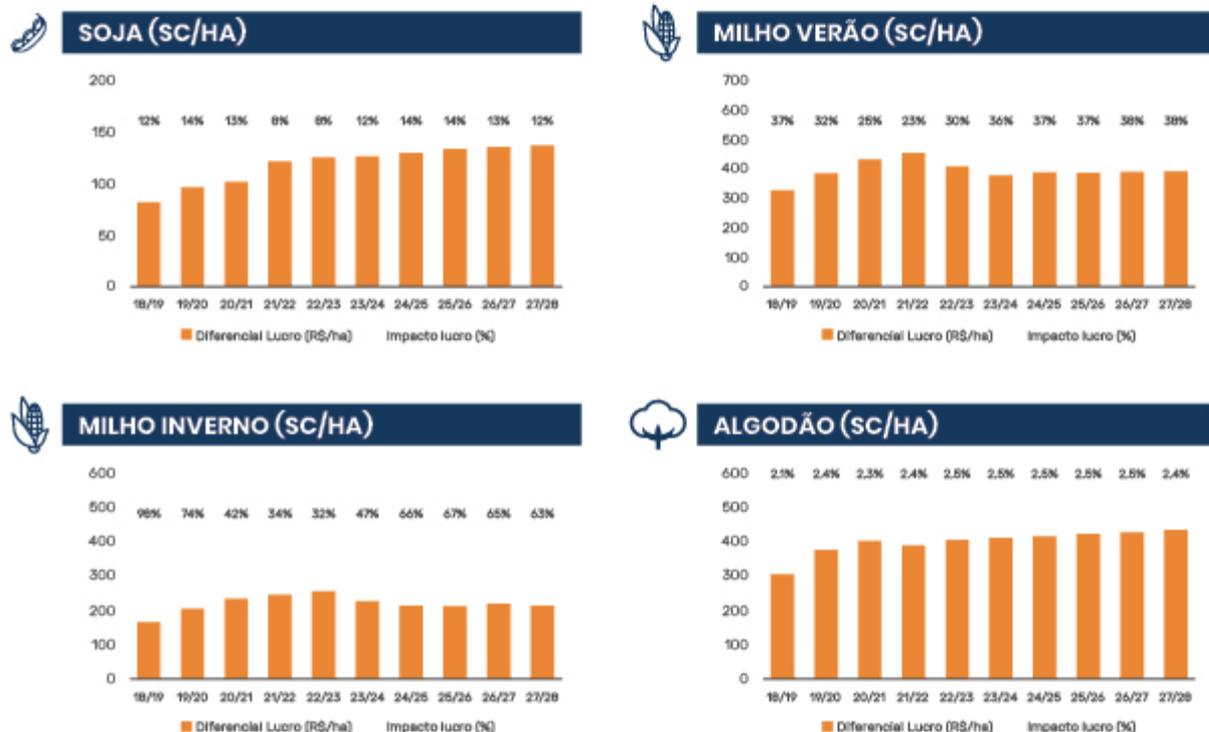
FIGURA 16 PRODUTIVIDADE: TECNOLOGIA RI VS. CONVENCIONAL: ANÁLISE HISTÓRICA



FONTE: RESULTADOS DO TRABALHO. ELABORAÇÃO: AGROCONSULT

Assim, os produtores de soja que utilizarem variedades resistentes a insetos, por exemplo, devem obter um lucro adicional de R\$ 93 a R\$ 157 por hectare, um ganho de até 14,4% em relação às variedades convencionais. No algodão, os ganhos chegam a até 2,5%. Em termos relativos, os resultados obtidos para o milho são de até 38% para o cultivo de verão e de 74% para o de inverno.

FIGURA 17 COMPARATIVO DE LUCRO OPERACIONAL ESPERADO PARA OS PRÓXIMOS DEZ ANOS PARA TECNOLOGIA RI E VARIEDADE CONVENCIONAL (R\$/HA)



FONTE: AGROCONSULT – PREMISSAS DO TRABALHO

Tomando como exemplo a safra 2017/18, a tabela a seguir ilustra de modo mais detalhado como o comportamento de custo e receita acabam por impactar o lucro auferido em cada uma das culturas analisadas.

TABELA 7 CÁLCULO DO BENEFÍCIO ECONÔMICO (LUCRO) ENTRE CULTIVARES RI E CONVENCIONAIS – SAFRA 2027/28

SAFRA 2017/18 (R\$/HA)	SOJA			MILHO VERÃO			MILHO INVERNO			ALGODÃO		
	RI	Conv.	Δ	RI	Conv.	Δ	RI	Conv.	Δ	RI	Conv.	Δ
CUSTOS (A)	3.352	3.406	-54	4.157	4.136	21	2.041	2.065	-25	8.488	8.601	-113
DEFENSIVOS	873	1.077	-204	655	882	-1227	374	517	-142	2.790	2.973	-183
SEMENTE	281	245	37	640	424	216	360	259	101	603	503	100
OUTROS CUSTOS	2.032	2.036	-4	2.774	2.742	32	1.228	1.211	17	5.033	5.062	-30
PRODUTIVIDADE	64,2	62,8	1,4	177,1	162,9	14,2	108,3	99,6	8,7	305,3	301,4	3,9
PREÇO	74,2	74,2	0,0	32,5	32,5	0,0	24,7	24,7	0,0	94,7	94,7	0,0
RECEITA (B)	4.764	4.662	103	5.756	5.259	460	2.672	2.458	214	29.039	28.662	377
LUCRO (B) - (A)	1.412	1.255	157	1.598	1.159	439	631	393	238	20.551	20.061	490

NOTA 1 A categoria "Outros custos" engloba fertilizante, mão de obra, operação, manutenção, armazenagem, beneficiamento, transporte interno, imposto, juros e seguro.

NOTA 2 A categoria "Sementes" engloba a média de custos com sementes disponíveis no mercado, incluindo despesas com tratamento e royalties (quando aplicáveis)

NOTA 3 Conforme mencionado na seção de metodologia, os custos de produção estimados pela Agroconsult se respaldam na definição de um padrão de coeficientes técnicos de utilização de cada insumo e seus respectivos preços para os produtores.

FONTE: RESULTADOS DO TRABALHO. ELABORAÇÃO: AGROCONSULT

ASPECTOS OPERACIONAIS: USO E APLICAÇÃO DE INSUMOS

No que tange aos aspectos operacionais no campo, de acordo com as estimativas deste relatório, nos próximos dez anos, a redução na dosagem aplicada de inseticidas por hectare (incluindo adjuvantes relacionados), comparando variedades RI com convencionais, pode chegar a ser até 3% para soja, de 10% para milho verão, de 12% para milho inverno e de 6% para algodão.

Como reflexo, a quantidade de ingrediente ativo aplicado nas lavouras também diminuirá. A queda na dose aplicada poderá representar uma redução de até 1,1% para a soja, até 11,5% para milho verão, 14,0% para milho inverno e 1,5% para o algodão. Isso resulta em um menor impacto ambiental por área cultivada, conforme evidenciado pelo indicador de Quociente de Impacto Ambiental. Na safra 2027/28, por exemplo, a redução de impacto por hectare, mensurada por esse mesmo indicador, poderá chegar a 5,5% para a soja, 35,4% para o milho inverno, 36,3% para milho verão e 4,3% para o algodão.

FIGURA 18 IMPACTOS OPERACIONAIS PARA O PRODUTOR RURAL DECORRENTES DA TECNOLOGIA DE RESISTÊNCIA A INSETOS: IMPACTOS ESPERADOS PARA OS PRÓXIMOS DEZ ANOS

INDICADORES	 Soja	 Milho Verão	 Milho Inverno	 Algodão
 Dose de Inseticida (kg/ha)	↓ 0,3 a 0,4	↓ 1,2	↓ 1,1	↓ 2,2 a 2,4
 Dose de ingrediente ativo (kg/ha)	↓ 0,1 a 1,1	↓ 0,5 a 0,6	↓ 0,5	↓ 0,3
 Número de operações para aplicação de defensivo (/ha)	↓ 1 a 2	↓ 3 a 4	↓ 2	↓ 6
 Consumo de combustível (L/ha)	↓ 0,5 a 1,1	↓ 1,9 a 3,1	↓ 1,5	↓ 3,7
 EIQ (EIQ/área)	↓ 1,4	↓ 12	↓ 11	↓ 6

↑ aumento ↓ redução

NOTA Os próximos dez anos referem-se ao período entre as safras de 2018/19 e 2027/28. Valores referem-se às estimativas máxima e mínima encontradas na projeção do impacto operacional proveniente da adoção de materiais RI.

FONTE: RESULTADOS DO TRABALHO. ELABORAÇÃO: AGROCONSULT

O menor uso de inseticida vem acompanhado de outro aspecto operacional: a queda no número de operações para pulverização desse insumo. Segundo dados estimados pela Agroconsult, o número de aplicações poderá variar de uma a duas aplicações a menos para a soja, de três a quatro aplicações para o milho verão, duas aplicações para o milho inverno e de seis aplicações para o algodão³². Essa redução impacta diretamente o consumo de combustível, gerando mais economia para o produtor e evitando a queima de mais combustíveis fósseis. A maior queda percentual no consumo ocorre para o milho verão, chegando a uma redução de até 48,7% no período analisado, o que representa uma queda de até 3,1 litros por hectare. Em termos absolutos, a maior redução aplica-se ao algodão, com a utilização de 3,7 litros por hectare a menos (-20,1%).

³² Para o cenário futuro, a Agroconsult considera que para a cultura convencional há aumento no número de aplicações (perda de eficiência do produto aplicado, o que requer maior número de aplicações), enquanto que para o cultivar RI o número de aplicações não se altera.

EXPECTATIVAS PARA OS PRODUTORES RURAIS: RESULTADOS AGREGADOS

Os resultados esperados na esfera do produtor rural para os próximos dez anos indicam que a tecnologia RI será responsável por um volume de produção adicional de 107,1 milhões de toneladas de grãos. Esse total deverá ser composto de 20,3 milhões de toneladas de soja, 86,1 milhões de toneladas de milho e 730 mil toneladas adicionais de algodão (Figura 19). Em termos comparativos, o volume equivale a 90% do total de soja produzida na safra 2017/18 no Brasil³³.

FIGURA 19 BENEFÍCIOS ECONÔMICOS DECORRENTES DO USO DA TECNOLOGIA DE RESISTÊNCIA A INSETOS: IMPACTOS ESPERADOS PARA OS PRÓXIMOS DEZ ANOS

Volume de Produção Adicional



NOTA Os próximos dez anos referem-se ao período entre as safras de 2018/19 e 2027/28.

FONTE: RESULTADOS DO TRABALHO. ELABORAÇÃO: CIB

³³ A produção de soja em 2017/18 foi de 118,88 milhões de toneladas, segundo dados da Agroconsult.

Considerando o preço médio das três culturas em cada safra, o incremento da produção corresponde a uma receita adicional de R\$ 70,5 bilhões, número semelhante ao valor gerado em 2017 pela cultura de cana-de-açúcar, que ocupa a 2ª posição no ranking das culturas com maior VBP no Brasil³⁴. O benefício econômico esperado (lucro adicional) soma R\$ 86,3 bilhões, dos quais R\$ 15,8 bilhões (18%) ocorrerão em consequência da queda no custo de produção, enquanto R\$ 70,5 bilhões (82%) virão do aumento da produtividade esperada dos cultivares RI em comparação com a tecnologia convencional.

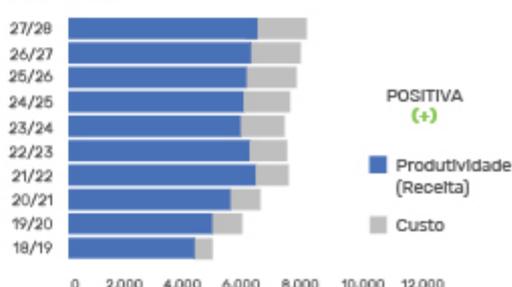
É importante destacar que, na análise dos próximos dez anos, é esperado que o benefício econômico (lucro) seja influenciado tanto pelo aumento da receita – consequência do aumento da produtividade –, como também pela queda no custo de produção, grande parte impactado com a queda no dispêndio com inseticidas, que tende a ser superior aos gastos com sementes.

FIGURA 20 SALDO ANUAL DO BENEFÍCIO ECONÔMICO LÍQUIDO (LUCRO) E CONTRIBUIÇÃO DOS GANHOS DE PRODUTIVIDADE E VARIAÇÃO DE CUSTOS DE PRODUÇÃO DA SAFRA 2018/19 A SAFRA 2027/28

BENEFÍCIO ECONÔMICO LÍQUIDO (LUCRO) ACUMULADO ATÉ A SAFRA 17/18
SAFRA 2018/19 a 2027/28 (R\$ bilhões)



CONTRIBUIÇÃO DA PRODUTIVIDADE E CUSTO
(R\$ bilhões)



	18/19	19/20	20/21	21/22	22/23	23/24	24/25	25/26	26/27	27/28	TOTAL
Produtividade (Receita)	5,2	6,0	6,7	7,8	7,6	7,2	7,2	7,4	7,6	7,8	70,5
Custo	-0,7	-1,2	-1,2	-1,4	-1,5	-1,8	-1,9	-2,0	-2,0	-2,0	-15,8
Saldo do benefício (Lucro)	6,0	7,2	8,0	9,1	9,1	8,9	9,2	9,4	9,6	9,8	86,3

NOTA É importante ressaltar que a diferença de custo total entre cultivares RI e cultivares não RI considera também outros custos (fertilizante, mão de obra, operação, manutenção, armazenagem, beneficiamento, transporte interno, imposto, juros e seguro) além de semente e defensivo, o que explica a diferença do custo total não ser resultante apenas das diferenças entre o custo de semente e o custo de defensivos.

FONTE: RESULTADOS DO TRABALHO. ELABORAÇÃO: AGROCONSULT

O benefício econômico esperado equivale ao suficiente para custear cerca de 33,6 milhões de hectares de soja – quase a totalidade da área plantada com a cultura na safra 2017/18 no Brasil – ou 55,3 milhões de hectares de milho inverno (cinco vezes a área plantada com essa cultura na safra 2017/18)³⁵. Além disso, os resultados projetados para os próximos dez anos indicam um benefício na margem operacional para o setor de R\$ 1,43 para cada R\$ 1,00 adicional investido na aquisição da tecnologia – incluindo sementes e royalties.

³⁴ O VBP da cana-de-açúcar em 2017 foi de R\$ 72,09 bilhões de acordo com os dados do MAPA publicados em junho de 2018.

³⁵ A área plantada de soja em 2017/18 foi de 35,15 milhões de hectares e a área plantada de milho safrinha em 2017/18 foi de 11,65 milhões de hectares, segundo dados da Agroconsult.

TABELA 8 BENEFÍCIOS ECONÔMICO-FINANCEIRO DECORRENTES DO USO DA TECNOLOGIA DE RESISTÊNCIA A INSETOS: IMPACTOS ESPERADOS PARA OS PRÓXIMOS DEZ ANOS POR CULTURA

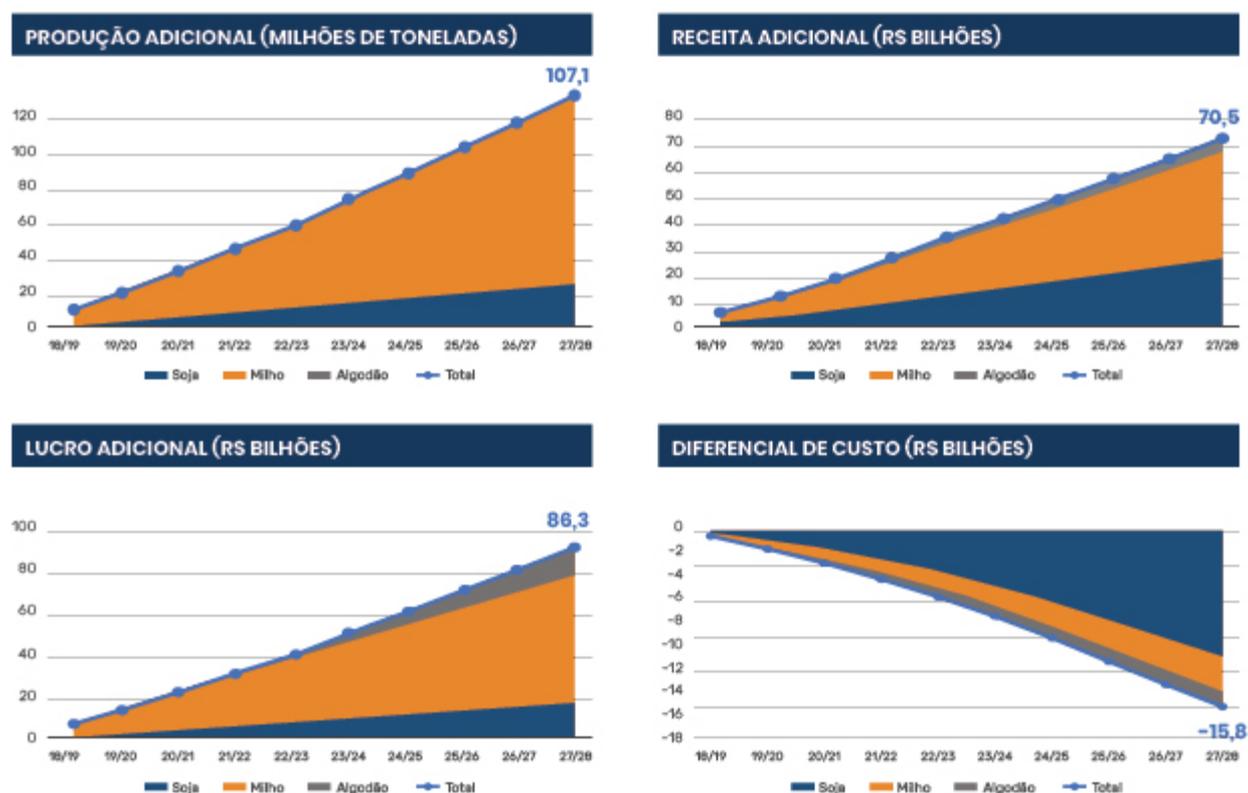
Impactos Financeiros Acumulados	TOTAL	SOJA	MILHO	ALGODÃO
Produção (milhões ton)	107,1	20,3	86,1	0,73
Receita (R\$ bilhões)	70,5	25,3	40,4	4,7
Custo Total (R\$ bilhões)	-15,8	-11,1	-3,2	-1,5
Custo Semente (R\$ bilhões)	60,3	40,2	18,8	1,3
Custo Defensivos (R\$ bilhões)	-77,2	-50,2	-24,7	-2,4
Lucro (R\$ bilhões)	86,3	36,4	43,6	6,2

NOTA 1 É importante ressaltar que a diferença de custo total entre cultivares RI e cultivares não RI considera também outros custos (fertilizante, mão de obra, operação, manutenção, armazenagem, beneficiamento, transporte interno, imposto, juros e seguro) além de semente e defensivo, o que explica a diferença do custo total não ser resultante apenas das diferenças entre o custo de semente e o custo de defensivos.

NOTA 2 Os próximos dez anos referem-se ao período entre as safras de 2018/19 e 2027/28.

FONTE: RESULTADOS DO TRABALHO. ELABORAÇÃO: AGROCONSULT

FIGURA 21 BENEFÍCIOS ECONÔMICO-FINANCEIRO DECORRENTES DA ADOÇÃO DA TECNOLOGIA DE RESISTÊNCIA A INSETOS: IMPACTOS ESPERADOS PARA OS PRÓXIMOS DEZ ANOS AGREGADOS



NOTA 1 Os próximos dez anos referem-se ao período entre as safras de 2018/19 e 2027/28.

NOTA 2 É importante ressaltar que os impactos financeiros acumulados levam em consideração o impacto por hectare multiplicado pela área de adoção da tecnologia, o que faz com que os impactos da soja e do milho sejam superiores ao do algodão, uma vez que a área de algodão é relativamente pequena quando comparada à área de soja e milho.

FONTE: RESULTADOS DO TRABALHO; ELABORAÇÃO: AGROCONSULT.

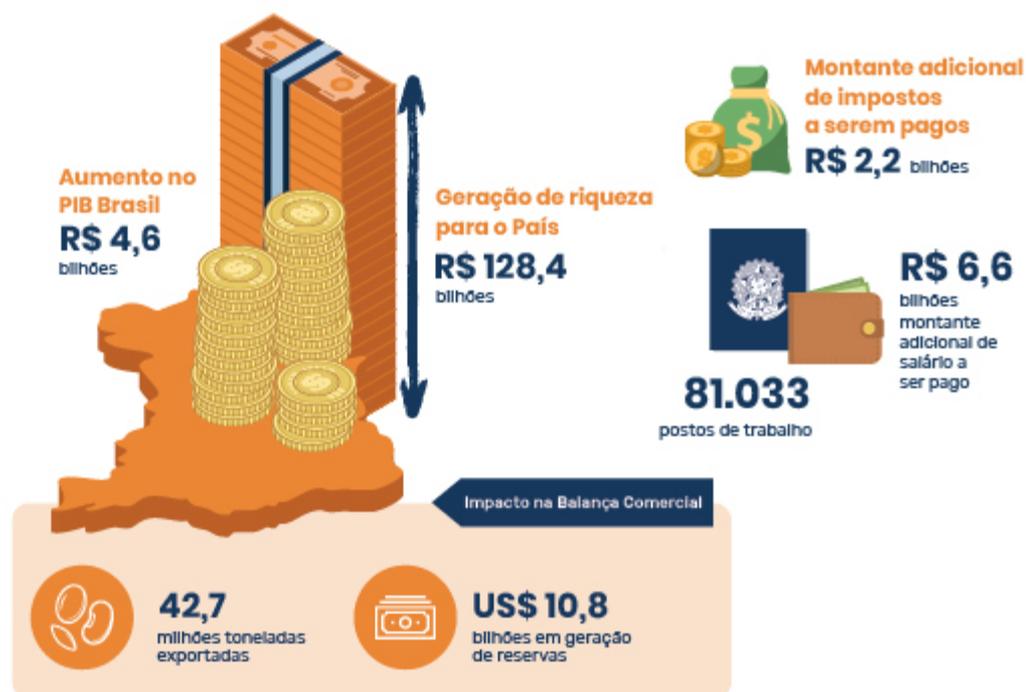
EFETOS ESPERADOS NAS ESFERAS ECONÔMICA E SOCIAL

Como já visto anteriormente, os resultados relativos à renda do produtor, aos custos e aos lucros causam impactos que extrapolam o setor agrícola, gerando efeitos sobre os agregados macroeconômicos e para a sociedade como um todo. No que diz respeito ao PIB, a continuidade da adoção e a eficiência da tecnologia RI representam R\$ 4,6 bilhões do valor gerado pela economia. Esse valor equivale ao PIB do município de Sorriso (MT), principal polo produtor de grãos do País³⁶.

O maior dinamismo da atividade econômica, decorrente dos benefícios da tecnologia RI, também pode ser mensurado pela contribuição no VBP, em que a adoção da tecnologia tende a trazer uma injeção adicional de R\$ 128,4 bilhões na economia brasileira nos próximos dez anos. O montante é similar ao VBP gerado pela cultura da soja em 2017³⁷.

O incremento na produção de grãos, como consequência do uso da tecnologia RI, também trará ganhos na balança comercial brasileira e contribuirá para a geração de reservas monetárias. A Agroconsult estima que, nos próximos dez anos, haverá um acréscimo de 42,7 milhões de toneladas de grãos exportadas pelo País (13,0 milhões de toneladas de soja, 29,2 milhões de toneladas de milho e 419 mil toneladas de algodão). Em termos monetários, isso corresponde a US\$ 10,8 bilhões (R\$ 37,9 bilhões), sem considerar a adição de valor da produção de farelo, óleo e demais produtos derivados. É o equivalente a todo o valor obtido com as vendas externas da cadeia de produtos florestais (papel, celulose e madeira) em 2017³⁸.

FIGURA 22 BENEFÍCIOS PARA A ECONOMIA BRASILEIRA DECORRENTES DO USO DA TECNOLOGIA DE RESISTÊNCIA A INSETOS: IMPACTOS ESPERADOS PARA OS PRÓXIMOS DEZ ANOS



NOTA Os próximos dez anos referem-se ao período entre as safras de 2018/19 e 2027/28

FONTE: RESULTADOS DO TRABALHO. ELABORAÇÃO: CIB

³⁶ Dados do PIB municipal retirados do levantamento do IBGE e disponíveis até o ano de 2016. Dados de produção de grãos por município com base na Pesquisa Agrícola Municipal divulgada pelo IBGE.

³⁷ O VBP da cultura de soja é de R\$ 125,06 bilhões em 2017 segundo dados publicados pelo MAPA.

³⁸ Segundo dados da balança comercial do agronegócio divulgados pelo MAPA, em 2017 as exportações de papel, celulose e madeira somaram US\$ 11,5 bilhões.

Na esfera social, a tecnologia RI será responsável por sustentar 81.033 postos de trabalho nos diversos setores da economia. Para os próximos dez anos, isso corresponde ao pagamento de cerca de R\$ 6,6 bilhões em salários adicionais, ou 6,87 bilhões de salários mínimos, considerando o valor oficial de referência para 2018 (R\$ 954 por mês). Essa massa salarial deve irrigar principalmente, mas não exclusivamente, a economia das regiões mais dinâmicas da agricultura no interior do País.

Por fim, a arrecadação de impostos estimada como contrapartida do crescimento da renda e do produto gerado deverá levar aos cofres públicos R\$ 2,2 bilhões adicionais nos próximos dez anos. Com esse valor, seria possível sustentar os dispêndios do Programa para Redução da Emissão de Gases de Efeito Estufa na Agricultura (Programa ABC), conforme alocação prevista pelo Plano Agrícola e Pecuário 2018/19.

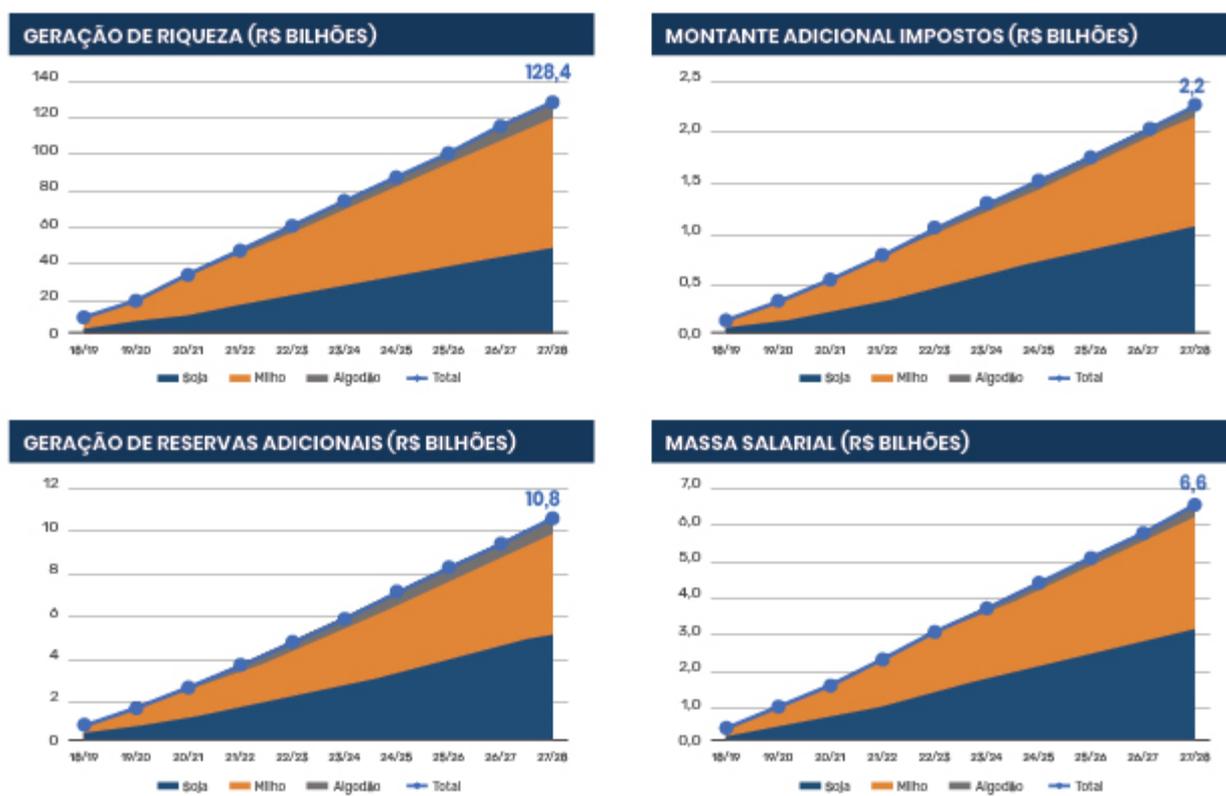
TABELA 9 BENEFÍCIOS PARA A ECONOMIA BRASILEIRA DECORRENTES DO USO DA TECNOLOGIA DE RESISTÊNCIA A INSETOS: IMPACTOS ESPERADOS PARA OS PRÓXIMOS DEZ ANOS POR CULTURA

Impactos Econômico-Social Acumulados	TOTAL	SOJA	MILHO	ALGODÃO
Aumento no PIB Brasil (R\$ bilhões)	4,6	2,6	1,9	0,1
Geração de riqueza - VBP (R\$ bilhões)	128,4	48,2	72,1	8,1
Montante adicional de Impostos (R\$ bilhões)	2,2	1,1	1,1	0,1
Balança Comercial - volume (milhões ton)	42,7	13,0	29,2	0,4
Geração de reservas USD (US\$ bilhões)	10,8	5,2	4,8	0,7
Geração de reservas BRL (R\$ bilhões)	37,9	18,3	17,1	2,5
Geração de postos de trabalho	81,033	45,207	33,870	1,956
Montante adicional de salários (R\$ bilhões)	6,6	3,2	3,1	0,2

NOTA Os próximos dez anos referem-se ao período entre as safras de 2018/19 e 2027/28.

Fonte: RESULTADOS DO TRABALHO. ELABORAÇÃO: AGROCONSULT

FIGURA 23 BENEFÍCIOS PARA A ECONOMIA BRASILEIRA, DECORRENTES DA ADOÇÃO DA TECNOLOGIA DE RESISTÊNCIA A INSETOS: IMPACTOS ESPERADOS PARA OS PRÓXIMOS DEZ ANOS AGREGADOS



NOTA 1 Os próximos dez anos referem-se ao período entre as safras de 2018/19 e 2027/28.

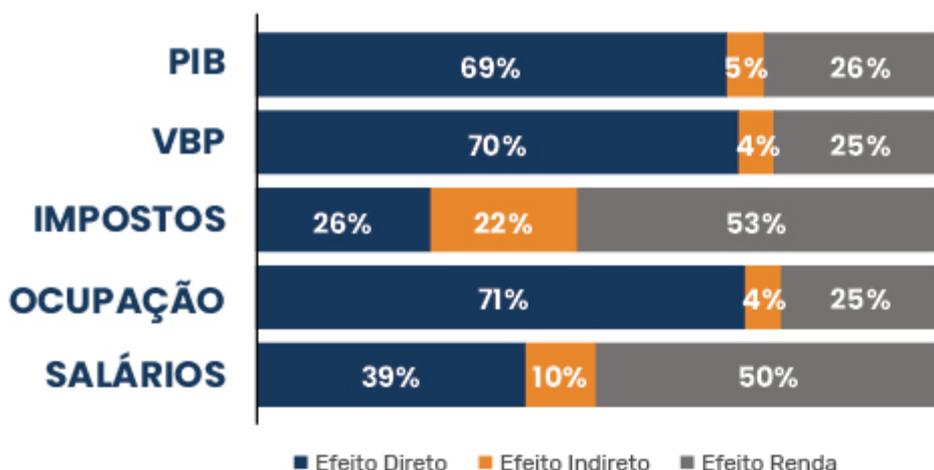
NOTA 2 É importante ressaltar que os impactos financeiros acumulados levam em consideração o impacto por hectare multiplicado pela área de adoção da tecnologia, o que faz com que os impactos da soja e do milho sejam superiores ao do algodão, uma vez que a área de algodão é relativamente pequena quando comparada à área de soja e milho.

FONTE: RESULTADOS DO TRABALHO; ELABORAÇÃO: AGROCONSULT.

No gráfico a seguir, verificamos como os efeitos multiplicadores da atividade agrícola acabam por impactar no restante da economia. Esses efeitos foram calculados com base nos coeficientes da matriz insumo–produto, refletindo as inter-relações dos setores de soja, milho e algodão com o restante da economia.

Os efeitos multiplicadores podem ser desagregados em três diferentes níveis: direto, indireto e induzido (ou efeito renda). O efeito direto mede os impactos do aumento da produção e da renda na própria cadeia produtiva. O efeito indireto está ligado aos impactos nos setores que se relacionam diretamente às cadeias produtivas em destaque. Por fim, o efeito induzido, também conhecido como efeito renda, mede os impactos nos demais setores da economia brasileira provocados pelo aumento no poder de consumo, dada a elevação na renda gerada pelo crescimento da produção agrícola.

FIGURA 24 BENEFÍCIOS ESPERADOS PARA A ECONOMIA BRASILEIRA DECORRENTES DO USO DA TECNOLOGIA DE RESISTÊNCIA A INSETOS: ANÁLISE POR NÍVEL DE EFEITO DA MATRIZ INSUMO–PRODUTO



Fonte: RESULTADOS DO TRABALHO; ELABORAÇÃO: AGROCONSULT.

PERSPECTIVAS DE GANHOS AMBIENTAIS

Na esfera ambiental, mantendo-se os coeficientes técnicos da safra 2017/18, os impactos positivos na próxima década serão ainda mais significativos do que os observados nos últimos anos. Em relação ao volume de inseticida, estima-se que a tecnologia RI proporcionará uma redução de 294 mil toneladas de 2018/19 a 2027/28, o que corresponde a deixar de aplicar 98 mil toneladas de princípios ativos distintos usados para o controle de pragas-alvo da tecnologia. Para comparar, esse montante equivale a 2,2 vezes o consumo anual atual de produtos inseticidas no Brasil e 1,5 vez o uso de ingrediente ativo com efeito inseticida³⁹. A cultura com maior peso é o milho, responsável por 78% da redução total – soja e algodão devem responder por quedas de 18% e 4% respectivamente.

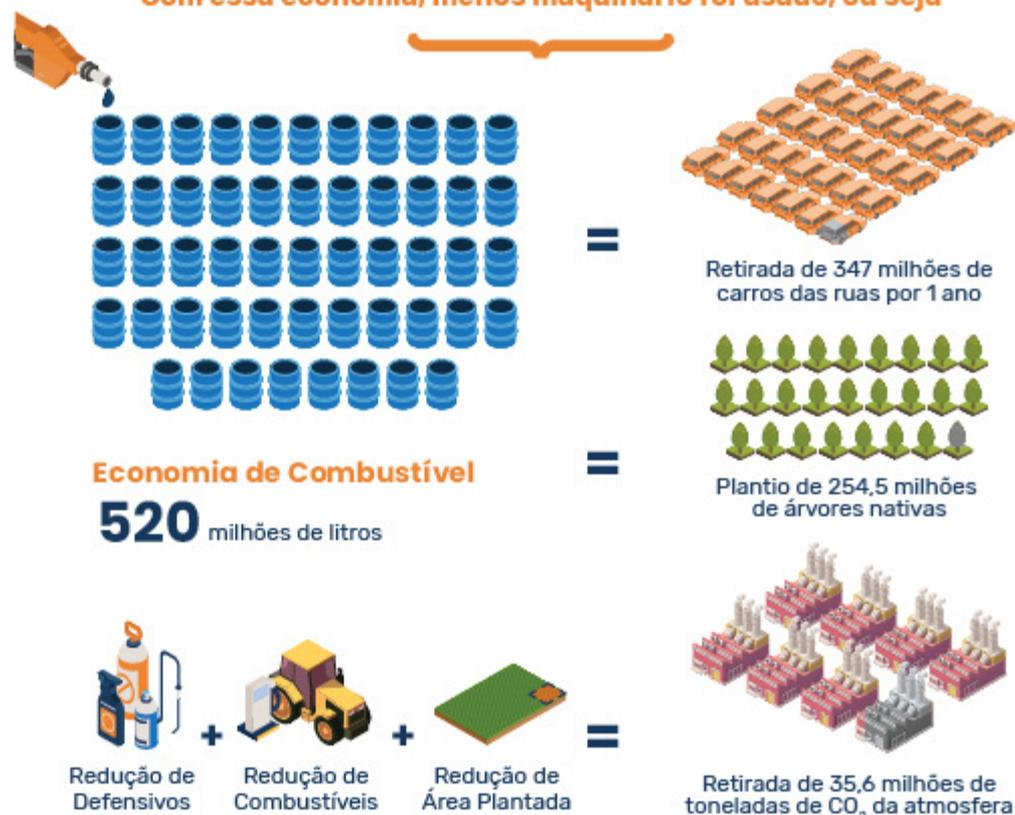
Como reflexo da redução na quantidade de ingrediente ativo aplicado nas lavouras, o impacto ambiental se reduzirá em 12%, considerando os aspectos toxicológicos relacionados ao trabalhador agrícola, ao consumidor final e a um componente ecológico. A maior queda no impacto ambiental ocorre para a cultura do milho (29%), enquanto soja e algodão tendem a apresentar quedas de 4% cada um.

³⁹ O consumo de inseticida em 2017 foi de 135 mil toneladas em produtos comerciais e de 55,4 mil toneladas de ingrediente ativo, de acordo com os dados do Sindicato Nacional da Indústria de Produtos para Defesa Vegetal (Sindiveg).

FIGURA 25 IMPACTOS AMBIENTAIS DECORRENTES DO USO DA TECNOLOGIA DE RESISTÊNCIA A INSETOS: IMPACTOS ESPERADOS PARA OS PRÓXIMOS DEZ ANOS



Com essa economia, menos maquinário foi usado, ou seja



2x Área de soja a ser plantada no Mato Grosso na safra 18/19



= 10 milhões de litros; = 10 milhões; = 1 milhão; = 5 milhões

NOTA Os próximos dez anos referem-se ao período entre as safras de 2018/19 e 2027/28.

FONTE: RESULTADOS DO TRABALHO. ELABORAÇÃO: CIB

A redução no número de aplicações de inseticidas para o controle da lagarta resulta em diminuição no uso de combustíveis. Assim, a adoção da tecnologia de resistência a insetos será responsável por diminuir o uso de combustível em 520 milhões de litros – ou seja, quase $\frac{3}{4}$ do montante de óleo diesel consumido por todo setor agropecuário no período de um ano⁴⁰. É uma economia equivalente à retirada de circulação de 347 mil carros pelo período de um ano⁴¹. Trata-se de uma frota que ocuparia a 18ª posição no ranking de municípios brasileiros com maior número de automóveis, acima da cidade de Sorocaba (SP), onde circulam, atualmente, 300 mil carros. O milho será responsável por 44% da queda total, 47% poderão ser atribuídos à soja e 9% ao algodão.

Outro importante fator relacionado aos benefícios ambientais diz respeito ao efeito dos ganhos de produtividade na extensão da área plantada. A economia de área gerada pelo uso da tecnologia RI é estimada em 19,6 milhões de hectares, dos quais 13,6 milhões de hectares correspondem ao milho. Em outras palavras, caso não houvesse a tecnologia RI, seria preciso plantar, de 2018 a 2027, 19,6 milhões de hectares com cultivos convencionais para manter o nível de produção a ser alcançado com a utilização de variedades resistentes a insetos. Trata-se do equivalente a duas vezes o total de área de soja a ser plantada no estado do Mato Grosso na safra 2018/19⁴².

A combinação entre a menor dose aplicada de inseticidas – e a consequente redução no uso de combustível – e a economia de área plantada impacta diretamente nas emissões de gases de efeito estufa. Projeta-se uma redução total de 35,6 milhões de toneladas de CO₂ equivalente, decorrente do uso de cultivares RI, cabendo ao milho a maior contribuição, em torno de 16,5 milhões de toneladas de CO₂ equivalente. Esse montante representa 63,7% do total de emissões de solos agrícolas das culturas de soja, milho e algodão, que atualmente somam 55,9 milhões de toneladas de CO₂⁴³. Da redução total esperada, 6,4 milhões de toneladas referem-se à queda nas emissões relacionadas às aplicações de inseticidas, enquanto a diminuição das outras 29,2 milhões de toneladas resulta da economia de área plantada.

A redução esperada nas emissões de CO₂ decorrentes do uso da tecnologia RI pode ajudar o País a cumprir as metas estabelecidas pelo Acordo de Paris⁴⁴, uma vez que a agropecuária é o 2º setor que mais contribui com a emissão de gases de efeito estufa no Brasil (22% do total de emissões do País). Ademais, as emissões evitadas devido à redução no uso de inseticida equivalem ao plantio de 45,8 milhões de árvores nativas⁴⁵.

40 Segundo dados da Agência Nacional de Petróleo (ANP), o consumo de óleo diesel no Brasil em 2017 foi de 54,8 bilhões de litros. Desse montante, a agropecuária representou 1,3%, o que corresponde a uma demanda de 712,4 milhões de litros. <https://anuario2018.somosplural.com.br/oleo-diesel/>.

41 As estimativas relacionadas à equivalência no consumo de carros consideram que um carro roda, em média, 16.000 km por ano e consome cerca de 1 litro de combustível a cada 10 km rodados. Esses indicadores foram adotados em estudos conduzidos pela PG Economias.

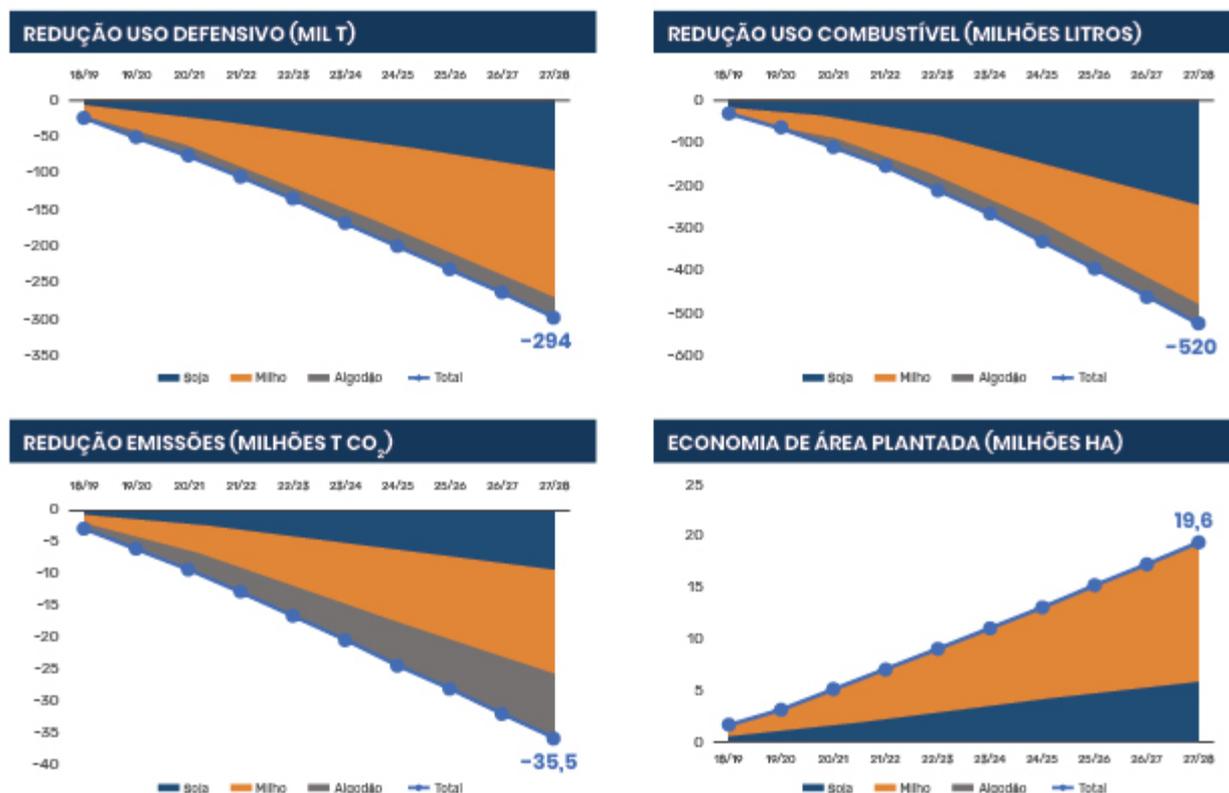
42 A área de soja do estado do Mato Grosso na safra 2018/19 é estimada em 9,8 milhões de hectares segundo dados da Agroconsult.

43 Segundo dados do Sistema de Estimativa de Gases de Efeito Estufa (SEEG).

44 Compromisso internacional aprovado por 196 países, incluindo o Brasil, que tem como objetivo atingir metas para reduzir as emissões de gases de efeito estufa. As metas brasileiras resumem-se em reduzir as emissões de gases de efeito estufa em 37% abaixo dos níveis de 2005, até 2025; e em consequência, reduzir as emissões de gases de efeito estufa em 43% abaixo dos níveis de 2005, até 2030.

45 O Instituto Brasileiro de Florestas – IBFlorestas considera que 7,14 árvores podem compensar 1 tonelada de CO₂ equivalente. Foram utilizadas espécies nativas da Mata Atlântica como referência. <https://www.ibflorestas.org.br/component/content/article?id=219:afinal-quanto-carbono-uma-arvore-sequestra>

FIGURA 26 BENEFÍCIOS AMBIENTAIS DECORRENTES DA ADOÇÃO DA TECNOLOGIA DE RESISTÊNCIA A INSETOS: IMPACTOS ESPERADOS PARA OS PRÓXIMOS DEZ ANOS (RESULTADOS AGREGADOS)



NOTA 1 Os próximos dez anos referem-se ao período entre as safras de 2018/19 e 2027/28.

NOTA 2 É importante ressaltar que os impactos financeiros acumulados levam em consideração o impacto por hectare multiplicado pela área de adoção da tecnologia, o que faz com que os impactos da soja e do milho sejam superiores ao do algodão, uma vez que a área de algodão é relativamente pequena quando comparada à área de soja e milho.

FONTE: RESULTADOS DO TRABALHO; ELABORAÇÃO: AGROCONSULT.

TABELA 10 IMPACTOS AMBIENTAIS DECORRENTES DO USO DA TECNOLOGIA DE RESISTÊNCIA A INSETOS: IMPACTOS ESPERADOS PARA OS PRÓXIMOS DEZ ANOS POR CULTURA

Impactos Ambientais Acumulados	TOTAL	SOJA	MILHO	ALGODÃO
Redução no uso de inseticida (mil ton)	-294	-92	-172	-29
Redução no uso de inseticida (mil ton de ingrediente vivo)	-98	-18	-77	-3,4
EIQ total	-2,119	-344	-1,701	-74
EIQ (%)	-12%	-4%	-29%	-4%
Redução no uso de combustível (milhão litros)	-520	-246	-227	-47
Economia de área plantada (milhão hectares)	19,6	5,8	13,6	0,2
Redução de emissões totais (milhão t CO ₂ equivalente)	-35,6	-9,2	-16,5	-9,9
Por redução de inseticida e pulverização	-6,4	-2,6	-3,1	-0,7
Por economia de área plantada	-29,2	-6,6	-13,4	-9,25

NOTA Os próximos dez anos referem-se ao período entre as safras de 2018/19 e 2027/28.

FONTES: RESULTADOS DO TRABALHO; ELABORAÇÃO: AGROCONSULT.

BENEFÍCIOS EM XEQUE: A QUESTÃO DA PERDA DA EFICÁCIA DA TECNOLOGIA DE RESISTÊNCIA A INSETOS

Nos últimos anos surgiram relatos sobre o aumento da população de insetos-alvo resistentes às toxinas Bt, colocando em xeque a eficácia da tecnologia no controle dessas pragas. Como o ganho de produtividade propiciado pelas sementes resistentes a insetos está diretamente relacionado à redução do risco produtivo, uma vez que a tecnologia busca justamente diminuir os danos potenciais ocasionados pelas pragas-alvo, a perda de eficácia tende a refletir no desempenho na lavoura (com a queda do diferencial de produtividade) e também no manejo de pragas (com aplicação de outros defensivos para o controle dos insetos). Em um cenário de aumento da população de insetos não controlados pela tecnologia RI, os benefícios econômicos, sociais e ambientais proporcionados pela tecnologia ficam sob risco: eles diminuem com o passar do tempo e podem até mesmo ser perdidos.

Para tentar minimizar ou reverter a situação, empresas vêm investindo em pesquisa e desenvolvimento para a identificação de novas proteínas ou ativos com característica inseticida que sejam efetivos contra pragas. Além disso, as empresas vêm focando no desenvolvimento de materiais que passam a incorporar mais de um gene (piramidação) para que cada um produza diferentes proteínas inseticidas, com modos de ação únicos e independentes, como ferramenta de manejo de resistência, visando maior durabilidade das tecnologias. No entanto, o processo de desenvolvimento de um novo transgênico RI é lento e bastante custoso. Segundo informações disponibilizadas pelo Conselho de Informações sobre Biotecnologia (CIB), o custo médio da aprovação de um novo evento transgênico chega a US\$ 136 milhões⁴⁶ e leva cerca de 13 anos, do início do projeto à liberação comercial. Dessa maneira, ainda que novas tecnologias de resistência a insetos estejam em desenvolvimento, o engajamento dos produtores rurais na preservação das atuais cultivares RI é fundamental para que os benefícios se mantenham por mais tempo.

⁴⁶ <http://oib.org.br/ousto-de-um-novo-evento-transgenio/>



Em países de clima tropical como o Brasil, há cultivo de múltiplas safras ao longo do ano e presença de pragas que se alimentam de diversos hospedeiros. Por isso, o País reúne condições que favorecem a multiplicação de insetos, acelerando processos biológicos evolutivos que podem levar as pragas a desenvolver resistência aos mecanismos de controle. Assim, é especialmente necessário que os produtores brasileiros respeitem as recomendações para o uso da tecnologia, observando as técnicas do manejo integrado de pragas e, principalmente, adotando a área de refúgio.

A adoção da área de refúgio é considerada a boa prática mais importante para o manejo da resistência dos insetos. Seu objetivo principal é reduzir o potencial de evolução do processo de resistência dos insetos, auxiliando, assim, na manutenção da eficácia da tecnologia no controle das pragas ao longo dos anos. O produtor que não adota o refúgio, ou que não faz o manejo correto, contribui para o aumento da população de insetos resistentes e para a perda na eficiência do controle das pragas-alvo, gerando externalidades negativas para si e para os demais produtores da região, inclusive para aqueles que implementam o refúgio corretamente⁴⁸.

A dificuldade em conscientizar o produtor rural sobre a importância do refúgio decorre do fato de que sua adoção traz benefícios mais claros no futuro. Se forem avaliados apenas os benefícios imediatos, pode-se optar por não adotar a recomendação de plantar o refúgio por receio de que a boa prática acarrete prejuízos econômicos e/ou em dificuldades operacionais. Sem a visão de longo prazo, ele não consegue mensurar o prejuízo que essa atitude pode trazer para o negócio, dado que das plantas perderiam sua proteção contra os insetos-praga.

Além da dimensão temporal, a decisão sobre implementar ou não a área de refúgio também passa por questões que envolvem o chamado dilema da ação coletiva, conceito concebido por Olson⁴⁹, em 1999. De maneira resumida, problemas de ação coletiva surgem na medida em que os indivíduos procuram maximizar sua própria utilidade e desviam do comportamento cooperativo. A opção pela deserção é favorecida pelo fato de o agente não perceber a importância da sua contribuição individual para o bem coletivo. Ademais, sua transgressão muitas vezes nem é passível de ser identificada pelos demais, pelo fato de ser muito reduzida dado a população como um todo. Ao final, a decisão de privilegiar os interesses individuais acaba sendo predominante, fazendo com que o resultado para o bem coletivo seja insuficiente ou desastroso. Para contornar a situação e favorecer o comportamento cooperativo, Olson propõe a criação de incentivos seletivos negativos e positivos por meio de mecanismos de monitoramento.

Isso posto, cabe ressaltar que urge a definição de um marco regulatório sobre a adoção da área de refúgio no Brasil, o qual está em discussão desde 2014. Ainda que algumas práticas sejam recomendadas, discutidas e avaliadas pelo Ministério da Agricultura, elas não têm força de lei e, portanto, não existe fiscalização sobre a adoção do refúgio. Assim, o caminho a ser trilhado no futuro depende das ações a serem tomadas agora. Ou buscamos consolidar os benefícios que a tecnologia pode gerar ou colocamos em risco essas vantagens, gerando perdas para economia e sociedade e aumentando os danos ambientais.

48 O tamanho do refúgio deve equivaler a uma porcentagem da área total a ser plantada na propriedade. O percentual varia de acordo com a cultura. Atualmente, o Comitê de Ação à Resistência a Insetídeos (IRAC) recomenda que a área de refúgio seja de 20% para soja e algodão e de 10% para o milho.

49 Mancur Olson, economista norte-americano que, em 1971, propôs a utilização de modelos econômicos para a análise dos grupos sociais e da ação coletiva.

CONCLUSÃO

Os resultados apresentados pelo trabalho permitiram descortinar os benefícios financeiros, econômicos, sociais e ambientais oriundos do uso da tecnologia de RI. Os ganhos verificados desde a introdução das plantas resistentes a insetos no Brasil são evidentes e constituem a razão do sucesso de sua adoção.

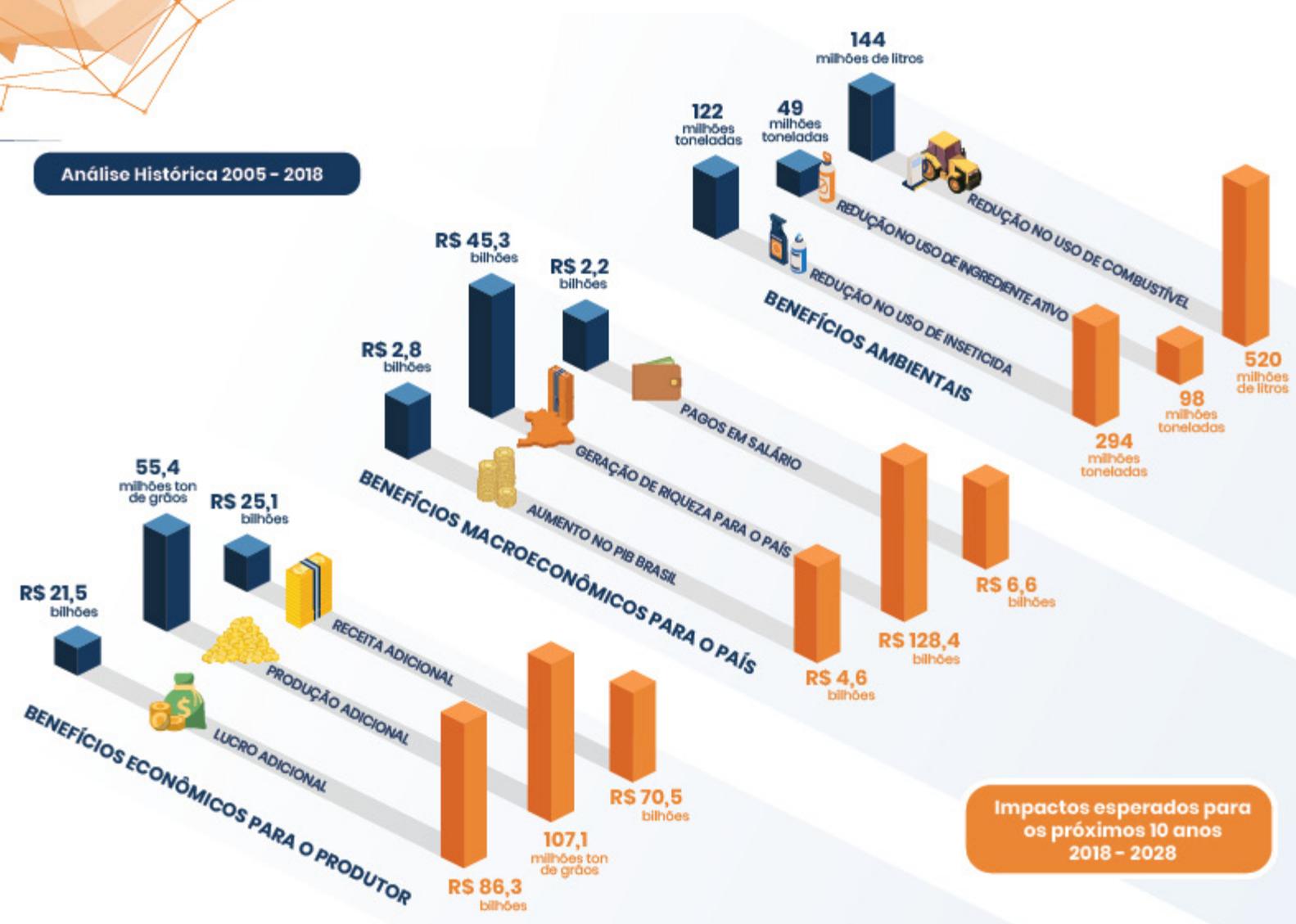
No geral, observou-se que a tecnologia RI:

- aumenta a produtividade das culturas,
- reduz o uso de inseticidas e o consumo de combustível nas aplicações defensivos agrícolas,
- impulsiona a rentabilidade do produtor,
- contribui para o dinamismo da economia e para geração de riqueza no País,
- incentiva a criação de empregos e o aumento da massa salarial,
- eleva a arrecadação de impostos,
- diminui a emissão de gases de GEE,
- minimiza impactos ambientais e
- contribui para menor uso de área.

O cenário mostra que os benefícios esperados para a próxima década devem superar os resultados que foram obtidos desde a liberação da tecnologia RI até o momento. Contudo, alguns sinais importantes de que o sistema precisa se debruçar sobre o problema da resistência de pragas começam a aparecer em algumas regiões e geram um alerta sobre os potenciais prejuízos que isso pode acarretar para o setor agrícola e para a economia como um todo.



FIGURA 28 TECNOLOGIA DE RESISTÊNCIA A INSETOS: GANHOS HISTÓRICOS E PERSPECTIVAS PARA PRÓXIMA DÉCADA



NOTA 1 Resultado histórico refere-se aos períodos de análise da soja, que compreende os anos safras 2013/14 até 2017/18; do milho os anos safras 2009/10 até 2017/18; e algodão a safra 2017/18.

NOTA 2 Os próximos dez anos referem-se ao período entre as safras de 2018/19 e 2027/28.

FONTE: RESULTADOS DO TRABALHO. ELABORAÇÃO: CIB

A quantificação dos benefícios em risco, explorada neste trabalho com uma perspectiva de ganhos futuros, constitui uma contribuição relevante para convencer e esclarecer os diversos agentes sobre a importância de incorporarem ou incentivarem a adoção das medidas de boas práticas agrícolas necessárias para a manutenção da eficácia da tecnologia. Os números apresentados justificam um esforço elevado de todos os envolvidos – principalmente de produtores, indústria e governo – na definição de ações integradas e coordenadas para conter o avanço da população de pragas resistentes às proteínas Bt, garantindo a continuidade dos benefícios da tecnologia e evitando um retrocesso no setor.

Os efeitos adversos que a resistência das pragas pode trazer para os resultados do negócio agrícola e suas consequências sociais, econômicas e ambientais devem fazer com que a proteção da durabilidade das tecnologias de resistência a insetos se torne prioridade entre os agentes que compõem os segmentos da cadeia de produção. A manutenção dos benefícios da tecnologia de resistência a insetos depende da conscientização de todos.

TABELA 11 RESUMO DOS IMPACTOS DECORRENTES DO USO DA TECNOLOGIA DE RESISTÊNCIA A INSETOS: ANÁLISE HISTÓRICA E IMPACTOS ESPERADOS PARA OS PRÓXIMOS DEZ ANOS

Benefícios Ambientais	Histórico	Projeção
Redução no uso de inseticida (mil ton)	-122	-294
Redução no uso de inseticida (mil ton de ingrediente ativo)	-48,6	-98,4
Economia de combustível (milhão de litros)	-144	-520
Economia de área plantada (milhão de hectares)	9,9	19,6
Redução de emissões totais (milhão t co ₂ equivalente)	-15,5	-35,6
Por redução de inseticida e pulverização (milhão t co ₂ equiv)	-2,6	-6,4
Por economia de área (milhão t co ₂ equiv.)	-12,9	-29,2
Benefícios Sociais	Histórico	Projeção
Geração de empregos (postos de trabalho)	49.281	81.033
Montante adicional de salários pagos (R\$ bilhões)	2,2	6,6
Benefícios Econômico-Financeiro	Histórico	Projeção
Aumento na produção de grãos (milhões ton)	55,4	107,1
Aumento na receita total (r\$ bilhões)	25,1	70,5
Impacto no custo total (r\$ bilhões)	3,6	-15,8
Benefício Líquido / Aumento no Lucro Total (R\$ bilhões)	21,5	86,3
Geração de Riqueza / VBP Brasil - Total (R\$ bilhões)	45,3	128,4
Contribuição para Produto Interno Bruto (PIB) (R\$ bilhões)	2,8	4,6
Montante adicional de impostos pagos	0,73	2,2
Impacto na balança comercial - volume (milhão ton)	16,7	42,7
Contribuição para Geração de Reservas - Valor (US\$ bilhão) - USD	3,8	10,8
Contribuição para Geração de Reservas - Valor (R\$ bilhão) - BRL	11,1	37,9

NOTA 1 Resultado histórico refere-se aos períodos de análise da soja, que compreende os anos safras 2013/14 até 2017/18; do milho os anos safra 2009/10 até 2017/18; e algodão a safra 2017/18.

NOTA 2 Os próximos dez anos referem-se ao período entre as safras de 2018/19 e 2027/28.

FONTE: RESULTADOS DO TRABALHO. ELABORAÇÃO: AGROCONSULT

REFERÊNCIAS

Albernaz, K. C.; Merlin, B. L.; Martinelli, S.; Head, G. P.; Omoto, C. 2012. Baseline susceptibility to Cry1Ac insecticidal protein in *Heliothis virescens* (Lepidoptera: Noctuidae) populations in Brazil. *Journal of economic entomology*, v. 106, n. 4, p. 1819-1824.

Almeida, A. C. S.; Silva, C. L. T.; Paiva, L. A.; Araújo, M. S.; Jesus, F. G. 2017. Antibiosis in soybean cultivars to *Heliothis virescens* (Lepidoptera: Noctuidae). *Florida Entomologist*, v. 100, n. 2, p. 334-338.

Alves, L. R. A.; Souza, J. B. 2009. Avaliação econômica de milho geneticamente modificado resistente a insetos – MON89034 e MON810. *Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural*, p. 47.

Araújo, C. R. 2009. Aspectos biológicos de *Spodoptera cosmioides* Walker, 1858 (Lepidoptera: Noctuidae) nas cultivares de algodoeiro DeltaOPAL e NuOPAL (Bollgard I). 55 p. Tese de Mestrado em Entomologia Agrícola – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal.

Ávila, C. J.; Vivan, L. M.; Tomquelski, G. V. 2013. Ocorrência, aspectos biológicos, danos e estratégias de manejo de *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) nos sistemas de produção agrícolas. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste.

Azambuja, R.; Degrande, P. E.; Santos, R. O.; Souza, E. P.; Santana, D. R. S.; Pereira, M. D. C. 2015. Mortalidade de *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) em variedades de algodoeiro Bt. In: X Congresso Brasileiro de Algodão, 2015, Foz do Iguaçu, PR.

Barbosa, A. V.; Toscano, L. C.; Pelizaro, H. R.; Maruyama, W. I. 2012. Comportamento de *Spodoptera frugiperda* em diferentes cultivares de milho safra 2011/12 em Cassilândia – MS. In: XXIV Congresso Brasileiro de Entomologia, 2012, Curitiba, PR.

Barros, J. R. M. 2013. Soja Intacta – Uma visão econômica dos benefícios da adoção da nova tecnologia. MB Agro. São Paulo.

Barros, R.; Degrande, P. E. 2012. Desempenho do algodão-Bt como tática de controle de pragas em condições de campo. *Científica*, v. 40, n. 2, p. 117-137.

Benini, A.; Prado, F. A.; Grego, N. A. 2015. Custos comparativos da produção da soja transgênica RR e a Intacta RR2 PRO: Estudo de uma propriedade rural no município de Luiziana-PR. In: I Seminário dos Cursos de Ciências Sociais Aplicadas (SECISA) da UNESPAR Campus de Campo Mourão, PR.

Bernardi, D.; Salmeron, E.; Horikoshi, R. J.; Bernardi, O.; Dourado, P. M.; Carvalho, R. A.; Martinelli, S.; Head, G. P.; Omoto, C. 2015. Cross-resistance between Cry1 proteins in fall armyworm (*Spodoptera frugiperda*) may affect the durability of current pyramided Bt maize hybrids in Brazil. *PLoS One*, v. 10, n. 10, p. e0140130.

Bernardi, O. Avaliação do risco de resistência de lepidópteros-praga (Lepidoptera: Noctuidae) à proteína Cry1Ac expressa em soja MON 87701 x MON 89788 no Brasil. 2012. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

Bernardi, O.; Malvestiti, G. S.; Dourado, P. M.; Oliveira, W. S.; Martinelli, S.; Berger, G. U.; Head, G. P.; Omoto, C. 2012. Assessment of the high dose concept and level of control provided by MON 87701x MON 89788 soybean against *Anticarsia gemmatalis* and *Pseudoplusia includens* (Lepidoptera: Noctuidae) in Brazil. *Pest Management Science*, v. 68, n. 7, p. 1083-1091.

Bernardi, O.; Dourado, P.; Carvalho, R. A.; Omoto, C. 2014. High levels of biological activity of Cry1Ac protein expressed on MON 87701x MON 89788 soybean against *Heliothis virescens* (Lepidoptera: Noctuidae). *Pest management science*, v. 70, n. 4, p. 588-594.

Bernardi, O.; Sorgatto, R. J.; Barbosa, A. D.; Domingues, F. A.; Dourado, P. M.; Carvalho, R. A.; Martinelli, S.; Head, G. P.; Omoto, C. 2014. Low susceptibility of *Spodoptera cosmioides*, *Spodoptera eridania* and *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) to genetically-modified soybean expressing Cry1Ac protein. *Crop protection*, v. 58, p. 33-40.

Bernardi, O.; Bernardi, D.; Amado, D.; Sousa, R. S.; Fatoletto, J.; Medeiros F. C. L.; Conville, J.; Burd, T.; Omoto, C. Resistance risk assessment of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) and *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae) to Vip3Aa20 insecticidal protein expressed in corn. *Journal of economic entomology*, v. 108, n. 6, p. 2711-2719, 2015.

Borges, W. L. B.; Freitas, R. S.; Mateus, G. P.; Hipólito, J. L.; Cazentini Filho, G.; Tokuda, F. S.; Casteleti, M. L.; Gasparino, A. C.; Tomazini, N. R.; Bárbaro-Torneli, I. M. Desempenho de cultivares de soja em sistema agropastoril no Nordeste Paulista. *Nucleus*, p. 75-82, 2017.

Bortolin, T. M.; Batista, N. R. F.; Gravena, R.; Crivellari, A. C.; Carvalho, R. A.; Castilho, R. C. 2016. Efeito de longo prazo de Milho Bt sobre a comunidade de artrópodes não alvo em diferentes regiões produtoras do Brasil. In: XXVI Congresso Brasileiro de Entomologia; IX Congresso Latino-americano de Entomologia (XXVI CBE / IX CLE), 2016, Maceió, AL. Resumos do XXVI Congresso Brasileiro de Entomologia; IX Congresso Latino-americano de Entomologia (XXVI CBE / IX CLE). p. 613.

Bortolotto, O. C.; Bueno, A. F.; Braga, K.; Barbosa, G. C.; Sanzovo, A. Biological characteristics of *Heliothis virescens* fed with Bt-soybean MON 87701x MON 89788 and its conventional isolate. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, v. 86, n. 2, p. 973-980, 2014.

Bortolotto, O. C.; Silva, G.V.; Freitas Bueno, A.; Pomari, A.F.; Martinelli, S.; Head, G.P.; Carvalho, R.A.; Barbosa, G.C. Development and reproduction of *Spodoptera eridania* (Lepidoptera: Noctuidae) and its egg parasitoid *Telenomus remus* (Hymenoptera: Platygasteridae) on the genetically modified soybean (Bt) MON 87701x MON 89788. *Bulletin of entomological research*, v. 104, n. 6, p. 724-730, 2014.

Bottcher, A.; Claus, A.; Algeri, A.; Bottcher, A.A.; Hermes, E. 2016. Análise comparativa de parâmetros agronômicos entre as variedades transgênicas de soja. In: X SEAGRO – Semana Agronômica, 2016, Cascavel, PR. *Anais da X SEAGRO*. p. 24-27.

Brookes, G.; Barfoot, P. 2018. GM crops: global socio-economic and environmental impacts 1996-2016. PG Economics Ltda.

Brookes, G.; Barfoot, P. 2016. GM crops: global socio-economic and environmental impacts 1996-2014. PG Economics Ltda.

Brookes, G. The farm level impact of using Bt maize in Spain. Canterbury, UK: Brookes West, 2002.

Camargo, A. C.; Santos, J. B. Araújo, F. G.; Nascimento, K. C. C.; Nascimento, G. M.; Czepak, C. Eficiência de controle em laboratório de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) através da utilização de diferentes híbridos de milho com tecnologias Bt e inseticidas no tratamento de semente. In: XXII Congresso Brasileiro de Entomologia, 2008, Uberlândia, MG.

Carvalho, L. C. 2015. Análise econômica da produção de soja RR2 PRO e soja RR1: estudo de caso no Estado de Mato Grosso. 2015. 67 p. Tese de Mestrado em Energia na Agricultura – Universidade Estadual Paulista – Faculdades de Ciências Agrônomicas, Botucatu.

Cordioli, V. H.; Di Oliveira, J. R. G.; Gravena, R.; Santos, A. C.; Gravena, S. 2008. Eficiência de inseticidas no manejo de *Spodoptera frugiperda* em milho geneticamente modificado. In: XXII Congresso Brasileiro de Entomologia, 2008, Uberlândia, MG.

Cordioli, V. H.; Fracasso, G. V.; Di Oliveira, J. R. G.; Gravena, R.; Santos, A. C.; Gravena, S.; Basile, A. G.; Júnior, N. A. 2008. Eficiência do híbrido 2B710HX que expressa a proteína Cry1 F e de diferentes estratégias inseticidas no manejo de lagartas do milho. In: XXII Congresso Brasileiro de Entomologia, 2008, Uberlândia, MG.





Cordioli, V. H.; Gravena, R.; Basile, A. G.; Amorim, L. C. S.; Di Oliveira, J. R. G.; Gravena, S.; Santos, A. C.; Rosseto, J.; Pavan, L. A. 2012. Eficiência de milho geneticamente modificado POWERCORE no manejo de *Spodoptera frugiperda*, *Diatraea saccharalis* e *Helicoverpa zea*. In: XXIV Congresso Brasileiro de Entomologia, 2012, Curitiba, PR.

Costa, R. F. 2016. Desempenho agrônômico de cultivares de soja transgênica em condições de cerrado. 45 p. Tese de Mestrado em Agronomia. Instituto Federal Goiano, Rio Verde.

Crosariol Netto, J.; Michelotto, M. D.; Duarte, A. P.; Finoto, E. L.; Freitas, R. S.; Pirota, M. Z. Eficiência do milho Bt no controle de lepidópteros-praga e reflexos na produtividade. In: XXIV Congresso Brasileiro de Entomologia, 2012, Curitiba, PR.

Dallagnol, L. C.; Suzana, C. S.; Fortuna, L. S.; Damiani, R.; Salvadori, J. R. 2015. Tempo de vida de lagartas de *Helicoverpa armigera* alimentadas com diferentes estruturas de soja Bt. In: XXVI Congresso Brasileiro de Entomologia; IX Congresso Latino-americano de Entomologia (XXVI CBE / IX CLE), 2016, Maceió. Anais do XXVI Congresso Brasileiro de Entomologia. p. 612.

Denez, M. D.; Oliveira Jr, J. A.; Blumer, L.; Schneider, A. M. Uso de inseticida no controle de *Spodoptera frugiperda* em milho geneticamente modificado (Bt). In: XXIV Congresso Brasileiro de Entomologia 2012, Curitiba, PR.

Di Bello, M. M.; Júnior, A. L. B.; Ribeiro, Z. A.; Nogueira, L.; Freitas, M. M.; Eduardo, W. I. 2015. Sobrevivência e desenvolvimento de *Heliiothis virescens* (Lepidoptera: Noctuidae) em cultivares convencionais e transgênicos de algodoeiro. In: X Congresso Brasileiro de Algodão, Foz do Iguaçu, PR.

Dourado, P. M.; Bacalhau, F. B.; Amado, D.; Carvalho, R. A.; Martinelli, S.; Head, G. P.; Omoto, C. 2016. High Susceptibility to Cry1Ac and Low Resistance Allele Frequency Reduce the Risk of Resistance of *Helicoverpa armigera* to Bt Soybean in Brazil. In: Europe PMC 11.

Eshenaur, B., Grant, J., Kovach, J., Petzoldt, C., Degni, J., and Tette, J. www.nysipm.cornell.edu/publications/EIQ. Environmental Impact Quotient: "A Method to Measure the Environmental Impact of Pesticides." New York State Integrated Pest Management Program, Cornell Cooperative Extension, Cornell University. 1992 – 2015.

Farinelli, R.; Júnior, W. R. C. Resposta de cultivares de milho transgênico e convencional a densidades populacionais. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, v. 13, n. 3, p. 336-346, 2015.

Fatoretto, J. C.; Duarte, J.; Bothona, C.; Saldanha, L.; Aramaki, P.; Nascimento, A.; Lovato, B. Eficácia dos eventos de transformação genética BT11XMIR162XGA21no controle de insetos-praga da Ordem Lepidoptera. In: XXII Congresso Brasileiro de Entomologia, 2008, Uberlândia, MG.

Fernandes, O. D. Efeito do milho geneticamente modificado (Mon810) em *Spodoptera frugiperda* (JE Smith, 1797) e no parasitóide de ovos *Trichogramma* spp. 2003. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

Fernandes, O. D.; Parra, J. R. P.; Neto, A. F.; Pícoli, R.; Borgatto, A. F.; Demétrio, C. G. B. Efeito do milho geneticamente modificado MON810 sobre a lagarta-do-cartucho *Spodoptera frugiperda* (JE Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae). *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, v. 2, n. 02, 2010.

Ferraro, F.; Boer, C.; Oliveira, T.; Pereira, A.; Blumer, L.; Moura, J. 2013. Comparação da proteína Cry1 Ac + Cry2 Ab2 com as proteínas Cry1 Ac + Cry1 F e Cry1 Ac no manejo de lepidópteros no algodão geneticamente modificado. IX Congresso Brasileiro de Algodão, Foz do Iguaçu, PR.

Ferreira, F. Algodão Bolgard no controle de lepidópteros pragas nas principais regiões produtoras do Brasil – Monsanto do Brasil. In: VI Congresso Brasileiro do Algodão, 2007,

Uberlândia, MG.

Filho, J. L. S.; Pedrosa, M. B.; Suassuna, N. D.; Morello, C. D.; Farias, F. J. C.; Perina, F. J. Avaliação de cultivares de algodoeiro no Cerrado da Bahia, safra 2015/2016. Embrapa Algodão-Documents (INFOTECA-E).

Finoto, E. L.; Miguel, L. Z. M.; Júnior, P. S. C.; Paula, L.; Soares, M. B. B.; Bolonhezi, D. Avaliação de genótipos de soja RR e Intacta RR2 PRO® em semeadura direta na reforma de cana curta. Ciência & Tecnologia Fatec-JB, v. 7, n. esp., 2015.

Fiorini, M. V.; Harter, W. R.; Daltro, F. P.; Yeda, M. P.; Rosseto, J.; Santos, A. C.; Vilarinho, E. C.; Manzoni, C. G. 2008. Eficiência de Widestrike, algodão geneticamente modificado que expressa as proteínas Cry1 F e Cry1 Ac, no manejo dos principais lepidópteros que atacam a cultura. XXII Congresso Brasileiro de Entomologia, Uberlândia, MG.

Fischer, T. D. Avaliação do inseticida biológico (*Bacillus thuringiensis*) no manejo de pragas em cultivares de soja (*Glycine max* L.) modificadas geneticamente. 2015.

Freire, E. C.; Pedrosa, M. B.; Brentano, S. A. Avaliações de cultivares de algodão no Cerrado da Bahia – safras 2014/15 e 2015/16. In: Workshop – Divulgação dos resultados de pesquisa safra 2015/16. Abapa/FBA, 2016.

Freitas, M. M.; Júnior, A. L. B.; Nogueira, L.; Di Bello, M. M.; Souza, B. H. S.; Oliveira, T. S. 2015. Efeito de genótipos de algodão Bt e não Bt no desenvolvimento de *Spodoptera eridania* (Cramer) (Lepidoptera: Noctuidae). In: X Congresso Brasileiro de Algodão, Foz do Iguaçu, PR.

Funichello, M.; Grigolli, J. F. J.; Crosariol Netto, J.; Souza, L. A.; Fraga, D. F.; Júnior, A. L. B.; Busoli, A. Efeito da cultivar NuOPAL (Bollgard I®) na biologia de *Pseudoplusia includens* (Walker, 1857) (Lepidoptera: Noctuidae). XXIV Congresso Brasileiro de Entomologia 2012. Curitiba, PR.

Goffi, M.; Tironi, S. P.; Radünz, A. L.; Tramontin, M. A. 2017. Produtividade e retorno econômico da cultura da soja com tecnologia Intacta®. Agrarian Academy, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.4, n.7; p. 380-391.

Gravena, R.; Amorim, L. C. S.; Cordioli, V. H.; Oliveira, J. R. G.; Gravena, S.; Santos, A. C.; Manzoni, C. G.; Rosseto, J.; Pavan, L. A. Eficiência do milho geneticamente modificado POWERCORE no manejo de *Spodoptera frugiperda*, *Diatraea saccharalis* e *Helicoverpa zea*. In: XXIV Congresso Brasileiro de Entomologia, 2012, Curitiba, PR.

Gruère, G.; Bouët, A.; Mevel, S. Genetically modified food and international trade. International Food Policy Res Institute, 2007.

Guilhoto, J.J.M., U.A. Sesso Filho (2010). "Estimação da Matriz Insumo-Produto Utilizando Dados Preliminares das Contas Nacionais: Aplicação e Análise de Indicadores Econômicos para o Brasil em 2005". Economia & Tecnologia. UFPR/TECPAR. Ano 6, Vol 23, Out./Dez. ISSN 1809-080X.

Guilhoto, J.J.M. e U. Sesso Filho (2005). "Estimação da Matriz Insumo-Produto a Partir de Dados Preliminares das Contas Nacionais". Economia Aplicada. Vol. 9. N. 2. Abril-Junho. pp. 277-299

Härter, W. R.; Santos, A. C.; Rosseto, J.; Manzoni, C. G. Eficácia do Herculex I no controle de *Elasmopalpus lignosellus* na cultura do milho. In: XXII Congresso Brasileiro de Entomologia, 2008, Uberlândia, MG.

ISAAA. 2017. Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops in 2017: Biotech Crop Adoption Surges as Economic Benefits Accumulate in 22 Years. ISAAA Brief No. 53. ISAAA: Ithaca, NY.

Júnior, P. S. C.; Freitas, R. S.; Mateus, G. P.; Hipólito, J. L.; Cazentini Filho, G.; Tokuda, F. S.; Casteleti, M. L.; Gasparino, A. C.; Tomazini, N. R.; Bárbaro-Torneli, I. M. Desempenho



agronômico de cultivares de soja para a Região Centro-Norte Paulista, safra 2016/17. *Nucleus*, p. 59-66, 2017.

Júnior, P. A. V.; Osaki, M.; Alves, L. R. A. Rentabilidade da produção de soja em grão no Brasil. In: Santos, M. M. (Supervisão) *Sustentabilidade e sustentação da produção de alimentos no Brasil: O desafio da rentabilidade na produção* – Brasília: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2014. v.2. p. 49-70.

Kovach, J., Petzoldt, C., Degni, J., and Tette, J. 1992. A method to measure the environmental impact of pesticides. *New York's Food and Life Sciences Bulletin* 139:1-8.

Leite, N.A.; Pereira, R. M.; Durigan, M. R.; Amado, D.; Fatoresso, J.; Medeiros, F. C. I.; Omoto, C. Susceptibility of Brazilian Populations of *Helicoverpa armigera* and *Helicoverpa zea* (Lepidoptera: Noctuidae) to Vip3Aa20. *Journal of economic entomology*, v.111, p. 399-404, 2018.

Lima, F. F.; Alves, L. R. A.; Osaki, M.; Ribeiro, R. G. 2015. Custo de produção e competitividade de cultivo de algodão 1ª safra nas temporadas 2011/12 e 2013/14, na Região Centro-Leste do Estado do Mato Grosso. In: X Congresso Brasileiro de Algodão, 2015, Foz do Iguaçu, PR.

Lopes, M. E.; Mendes, S. M.; Costa, M.; Waquil, J. M.; Boregas, K. G. B.; Firmino, T. C. Influência da idade da lagarta-do-cartucho do milho *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae), na taxa de sobrevivência e biomassa quando alimentadas com milho Bt. In: Embrapa Milho e Sorgo – Artigo em anais de congresso (ALICE). In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 28.; SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE A LAGARTA DO CARTUCHO, 4., 2010, Goiânia. *Potencialidades, desafios e sustentabilidade: resumos expandidos...* Goiânia: ABMS, 2010.

Lourenção, A. L. F.; Fernandes, M. G. Avaliação do Milho Bt Cry1Ab e Cry1F no controle de *Spodoptera frugiperda* (JE Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) em condições de campo. *Científica*, v. 41, n. 2, p. 164-188, 2013.

Marques, L. H.; Castro, B. A.; Rossetto, J.; Silva, O. A. B. N.; Moscardini, V. F.; Zobiolo, L. H. S.; Santos, A. C.; Valverde-Garcia, P.; Babcock, J. M.; Rule, D. M.; Fernandes, O. A. Efficacy of soybean's event DAS-81419-2 expressing Cry1F and Cry1Ac to manage key tropical lepidopteran pests under field conditions in Brazil. *Journal of economic entomology*, v. 109, n. 4, p. 1922-1928, 2016.

Marques, L. H.; Moscardini, V. F.; Silva, O. A. B. N.; Rossetto, J.; Santos, M. J.; Castro, B.; Manzoni, C. G.; Santos, A. C. 2015. Eficiência da soja Bt Conkesta™ E3 no controle de *Spodoptera cosmioides* (Lepidoptera: Noctuidae), em condições de campo. In: XXVI Congresso Brasileiro de Entomologia; IX Congresso Latino-americano de Entomologia (XXVI CBE / IX CLE), 2016, Maceió. *Anais do XXVI Congresso Brasileiro de Entomologia*. p. 614.

Marques, L. H.; Santos, A. C.; Castro, B.; Moscardini, V. F.; Rossetto, J.; Silva, O. A. B. N.; Zobiolo, L. H. S.; Valverde-Garcia, P.; Babcock, J. M.; Storer, N. P.; Rule, D. M.; Fernandes, O. A. et al. Field evaluation of soybean transgenic event DAS-81419-2 expressing Cry1F and Cry1Ac proteins for the control of secondary lepidopteran pests in Brazil. *Crop Protection*, v. 96, p. 109-115, 2017.

Marques, L. H.; Santos, A. C.; Rossetto, J.; Manzoni, C. G. 2012. Eficácia do Milho Geneticamente Modificado, PowerCore™, em diferentes híbridos, no manejo de *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1797). In: XXIV Congresso Brasileiro de Entomologia, 2012, Curitiba, PR.

Marra, M. C.; Pardey, P. G.; Alston, J. M. *The payoffs to transgenic field crops: An assessment of the evidence*. 2003.

MBAgro. 2013. *Soja Intacta: uma visão econômica dos benefícios da adoção da nova tecnologia*.

Mendes, S. M.; Boregas, K. G. B.; Lopes, M. E.; Firmino, T. C.; Costa, M. C. A.; Waquil, M. S.; Marucci, R. C.; Waquil, J. M. Efeito da interação entre genótipo de milho e evento geneti-

camente modificado contendo a toxina Cry 1A (B) nas variáveis biológicas de *Spodoptera frugiperda* (JE Smith, 1797)(Lepidoptera: Noctuidae). In: Embrapa Milho e Sorgo-Artigo em anais de congresso (ALICE). In: SEMINÁRIO NACIONAL DE MILHO SAFRINHA, 10., 2009, Rio Verde. Anais. Rio Verde: Universidade de Rio Verde, 2009., 2009.

Mendes, S. M.; Boregas, K. G. B.; Waquil, M. S.; Marucci, R. C.; Waquil, J. M. Biologia e comportamento do percevejo predador, *Orius insidiosus* (Say, 1832) (Hemiptera: anthocoridae) em milho Bt e não Bt. Embrapa Milho e Sorgo-Artigo em periódico indexado (ALICE), 2012.

Mendes, S. M.; Boregas, K. G. B.; Waquil, M. S.; Marucci, R. C.; Waquil, J. M. Milho Bt: avaliação preliminar da resistência de híbridos comerciais à lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda* (JE Smith 1797). Embrapa Milho e Sorgo. Comunicado técnico, 2008.

Mendes, S. M.; Boregas, K. G. B.; Waquil, M. S.; Marucci, R. C.; Waquil, J. M. Respostas da lagarta do cartucho a milho geneticamente modificado expressando a toxina Cry1 Ab. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 46, n. 3, p. 239-244, 2011.

Mendes, S. M.; Marucci, R. C.; Waquil, J. M.; Boregas, K. G. B. Avaliação da incidência de organismos alvo e não alvo em milho Bt (Cry 1Ab) em condições de campo em Sete Lagoas-MG. Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica, 2009.

Michelotto, M. D.; Duarte, A. P.; Freitas, R. S.; Miguel, F. B.; Crosariol Netto, J. Controle da lagarta-do-cartucho em milho transgênico na safrinha em São Paulo: dez anos de uso. Nucleus, p. 67-74, 2017.

Michelotto, M. D.; Finoto, E. L.; Martins, A. L. M.; Duarte, A.P. Interaction between transgenics and inseticides in the control of key pests on off-season maize hybrids. Instituto Biológico, São Paulo, v.78, n.1, p.71-79, 2011.

Michelotto, M. D.; Souza, T. M.; Lamana, L. E. P.; Martins, A. L. M.; Pereira, A. D. P.; Júnior, P. S. C.; Martins, M. H. 2016. Controle da lagarta-do-cartucho em híbridos de milho com diferentes tecnologias Bt. In: XXXI Congresso Nacional de Milho e Sorgo, 2016, Bento Gonçalves. Anais do XXXI Congresso Nacional de Milho e Sorgo. p. 192-195.

Miguel, F. B. Rentabilidade e risco da produção de milho safrinha geneticamente modificado na região de Guaíra-SP. 2013.

Miguel, F. B.; Duarte, A. P.; Freitas, R. S.; Bárbaro, I. M.; Ticelli, M. Avaliação econômica de cultivares de milho convencionais e transgênicas nas regiões Norte e Oeste do Estado de São Paulo. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO. 2016. p. 152-156.

Miguel, F. B.; Esperancini, M. S. T.; Furlaneto, F. P. B.; Bárbaro, I. M.; Ticelli, M. Adoção de milho transgênico no estado de São Paulo: resultados econômicos e riscos. Informações Econômicas, v. 43, p. 5-13, 2013.

Miguel, F. B.; Esperancini, M. S. T.; Grizotto, R. K. Rentabilidade e risco da produção de milho safrinha geneticamente modificado e convencional na região de Guaíra/SP. Energia na Agricultura, v. 29, n. 1, p. 64-75, 2014.

Miguel, F. B.; Ticelli, M.; Bárbaro, I. M.; Ferreira, F. O. A.; Júnior, J. B. V. Avaliação econômica de milho safrinha, transgênico e convencional no município de Colina, Estado de São Paulo, safra 2013. In: XII Seminário Nacional de Milho Safrinha, 2013, Dourados. Embrapa, 2013.

Monnerat, R.; Martins, E.; Silva, C. R. C.; Lima, L. M.; Albuquerque, F. A.; Santos, R. C. 2009. Taxa de mortalidade de *Spodoptera frugiperda* alimentadas com folhas de plantas transformadas (t0) de algodão contendo o gene CRY1Ac. VII Congresso Brasileiro do Algodão, Foz do Iguaçu, PR. Anais... Campina grande: Embrapa Algodão, 2009. p. 299-304.

Morello, C. L. Cultivares de algodoeiro BRS. In: XI Congresso Brasileiro do Algodão, 2017. Maceió, 2016.

Morello, C. L.; Suassuna, N. D.; Pedrosa, M. B.; Filho, J. L. S.; Barroso, P. V.; Suassuna, T. M. F.; Perina, F. J.; Sofiatti, V.; Farias, F. J. C.; Magalhães, F. O. C. BRS 433 FL B2RF:





cultivar de algodoeiro de fibra longa com resistência a Lepidópteros e tolerância ao herbicida Glifosato. In: XI CONGRESSO BRASILEIRO DO ALGODÃO, 2017, Maceió. Resumos... Inovação e rentabilidade na cotonicultura: resumos... Brasília, DF: Associação Brasileira dos Produtores de Algodão-Abrapa, 2017.

Moscardini, V. F.; Marques, L. H.; Müller, C.; Batista, M.; Santos, A. C. 2015. Performance da soja Bt Conkesta™ E3 sobre *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) em ambiente telado. In: XXVI Congresso Brasileiro de Entomologia; IX Congresso Latino-americano de Entomologia (XXVI CBE / IX CLE), 2016, Maceió. Anais do XXVI Congresso Brasileiro de Entomologia. p. 615.

Nais, J.; Busoli, A. C.; Michelotto, M. D. Comportamento de híbridos de milho transgênicos e respectivos híbridos isogênicos convencionais em relação à infestação de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) em duas localidades e épocas de semeadura. Instituto Biológico, São Paulo, v.80, n.2, p.159-167, 2013.

Nogueira, L.; Júnior, A. L. B.; Freitas, M. M.; Di Bello, M. M.; Ribeiro, Z. A.; Eduardo, W. I. 2015. Desenvolvimento e consumo foliar de *Heliothis virescens* (Fabricius) (Lepidoptera: Noctuidae) em cultivares de algodão Bt. In: X Congresso Brasileiro de Algodão, Foz do Iguaçu, PR.

Nogueira, L.; Júnior, A. L. B.; Freitas, M. M.; Ribeiro, Z. A.; Eduardo, W. I.; Di Bello, M. M. 2015. Efeito de cultivares de algodão Bt e não-Bt em lagartas de *Heliothis virescens* (Fabricius, 1781) (Lepidoptera: Noctuidae). In: X Congresso Brasileiro de Algodão, Foz do Iguaçu, PR.

Oliveira, R. R. C.; Peixoto, M. F.; Oliveira, R. N.; Barbosa, R. V.; Rodrigues, E.; Rocha, G. C.; Moraes, R. S.; Souza, F. C. Efeito do milho Bt no controle da lagarta-do-cartucho. In: XXII Congresso Brasileiro de Entomologia, 2008, Uberlândia, MG.

Omoto, C.; Bernardi, O.; Salmeron, E.; Sorgatto, R.; Dourado, P. M.; Crivellari, A.; Carvalho, R.; Willse, A.; Martinelli, S.; Head, G. P. Field evolved resistance to Cry1Ab maize by *Spodoptera frugiperda* in Brazil. *Pest management science*, v. 72, n. 9, p. 1727-1736, 2016.

Pedrosa, M. B.; Morello, C. L.; Suassuna, N. D.; Filho, J. L. S.; Perina, F. J.; Freire, E. C.; Alencar, A. R.; Oliveira, E. R.; Tavares, J. A.; Jesus, T. S. Desempenho do ensaio de valor cultivado e uso com linhagens de algodoeiro, resistentes a lepidópteros e herbicidas, no cerrado da Bahia, safra 2015/2016. In: Embrapa Algodão-Resumo em anais de congresso (ALICE). In: CONGRESSO BRASILEIRO DO ALGODÃO, 11., 2017, Maceió. Resumos... Inovação e rentabilidade na cotonicultura: resumos... Brasília, DF: Associação Brasileira dos Produtores de Algodão-Abrapa, 2017.

Peres, A. J. A.; Tomquelski, G. V.; Papa, G.; Vilela, R.; Martins, G. L. M. Ocorrência de pragas em algodoeiro geneticamente modificado (Bt) e convencional. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, p. 810-813, 2012.

Peterlini, E.; Oliveira, N. C.; Azevedo, A. P. Desenvolvimento da lagarta-do-cartucho em híbridos de milho com diferentes tecnologias Bt. *Revista Campo Digital*, v. 9, n. 2, 2014.

Richetti, A. Viabilidade econômica da cultura da soja na safra 2015/2016, em Mato Grosso do Sul. Embrapa Agropecuária Oeste-Comunicado Técnico (INFOTECA-E), 2015.

Richetti, A. Viabilidade econômica da cultura da soja na safra 2017/2018, em Mato Grosso do Sul. Embrapa Agropecuária Oeste-Comunicado Técnico (INFOTECA-E), 2017.

Rocha, D. D. D.; Silva, L. F.; Paiva, P. M.; Dantas, C. L.; Oliveira, C. R.; Valicente, F. H. Incidência de *Helicoverpa zea* (Lepidoptera: Noctuidae) e impacto na produtividade de milho Bt. In: Congresso Brasileiro de entomologia, 26.; Congresso Latino-americano de entomologia, 9., 2016, Maceió. Anais... Brasília, DF: Embrapa, 2016.

Roggia, S.; Pasini, A.; Lofego, A. C.; Sismeiro, M. N. S.; Campos, T. A.; Silva, J. E. P.; Oliveira, M. F. Soja Bt: flutuação de pragas e predadores. In: Embrapa Soja-Resumo em anais de congresso (ALICE). In: SIMPÓSIO DE CONTROLE BIOLÓGICO, 13., 2013, Bonito, MS. Anais... Brasília, DF: Embrapa, 2013. 1 CD-ROM. SICONBIOL.

Rosa, A. P. S. A.; Martins, J. F. S.; Fernandes, F. O.; Filho, J. A. R.; Christ, L. M. Danos de *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1797) em milho expressando a proteína Cry1A. 105/Cry2Ab2 em terras baixas. In: XXXI Congresso Nacional de Milho e Sorgo, 2016. Resumos de XXXI Congresso Nacional de Milho e Sorgo. p. 201-205.

Rosseto, L.; Santos, A. C.; Marques, L. H.; Castro, B.; Manzoni, C. G.; Moscardini, V. F.; Silva, O. A. B. N. 2015. Performance da soja Bt Conkesta E3™ em *Elasmopalpus lignosellus* (Zeller, 1848) no Brasil. In: XXVI Congresso Brasileiro de Entomologia; IX Congresso Latino-americano de Entomologia (XXVI CBE / IX CLE), 2016, Maceió. Anais do XXVI Congresso Brasileiro de Entomologia. p. 611.

Rossetto, J.; Santos, A. C.; Pavan, L. A.; Manzoni, C. G.; Gravena, R.; Oliveira, J. R. O.; Brito, A.; Pereira, R. Eficiência e praticabilidade agrônômica de milho geneticamente modificado – Herculex I – que expressa a proteína Bt Cry1 F, no manejo de *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1797). In: X Seminário Nacional de Milho Safrinha, Rio Verde, 2010. Anais do X Seminário Nacional do Milho Safrinha, 2010. p. 436-440.

Rosseto, J.; Santos, A. C.; Marques, L. H.; Manzoni, C. G.; Müller, C.; Härter, W. R.; Gravena, R.; Oliveira, J. R. Eficiência do Milho Geneticamente Modificado – Powercore™ no Manejo de *Elasmopalpus lignosellus* (Zeller, 1848). In: XXIV Congresso Brasileiro de Entomologia 2012, Curitiba, PR.

Salmeron, E.; Corrêa, A. C. U.; Sá, V. G. M.; Santos, A. C.; Castro, B.; Omoto, C. 2016. Susceptibility Monitoring of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) to Cry1F protein in maize-growing regions from Brazil during 2014/15 and 2015 cropping seasons. In: XXVI Congresso Brasileiro de Entomologia, Maceió, AL. Anais do XXVI Congresso Brasileiro de Entomologia. p.610.

Santana, A.G.; Ávila, C. J.; Oliveira, H. N.; Bellon, P. P.; Mendes, S. M. Desenvolvimento do predador *Podisus nigrispinus* (Dallas, 1851) (Hemiptera: Pentatomidae) em algodão (*Gossypium hirsutum* L.) geneticamente modificado e convencional. In: Embrapa Milho e Sorgo-Resumo em anais de congresso (ALICE). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 24., 2012, Curitiba. Anais web. Curitiba: SEB: UFPR, 2012.

Santos, R. L.; Torres, J. B. Produção da proteína Cry1Ac em algodão transgênico e controle de lagartas. Revista Brasileira de Ciências Agrárias, v. 5, n. 4, p. 509-517, 2010.

Silva, G. A.; Picanço, M. C.; Ferreira, L. R.; Ferreira, D. O.; Farias, E. S.; Souza, T. C.; Rodrigues-Silva, N.; Pereira, E. J. O. G. Yield Losses in Transgenic Cry1Ab and Non-Bt Corn as Assessed Using a Crop-Life-Table Approach. Journal of economic entomology, 2018.

Sorgatto, R. J.; Bernardi, O.; Oliveira, W. S.; Martinelli, S.; Omoto, C. 2008. Efeitos da proteína Cry1 Ab expressa em milho Bt sobre parâmetros biológicos de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) e *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae). In: XXII Congresso Brasileiro de Entomologia, Uberlândia, MG.

Sorgatto, R. J.; Bernardi, O.; Omoto, C. Survival and development of *Spodoptera frugiperda* and *Chrysodeixis includens* (Lepidoptera: Noctuidae) on Bt cotton and implications for resistance management strategies in Brazil. Environmental entomology, v. 44, n. 1, p. 186-192, 2015.

Sorgatto, R. J.; Horikoshi, R. J.; Bernardi, O.; Omoto, C. 2012. Efeito da fenologia de algodão Bt na mortalidade e desenvolvimento de *Spodoptera frugiperda* e *Pseudoplusia includens* (Lepidoptera: Noctuidae). XXIV Congresso Brasileiro de Entomologia 2012. Curitiba, PR.

Souza, D. S. O.; Camara, H. P.; Daltro, F. P.; Manzoni, C. G.; Rosseto, J.; Santos, A. C.; Vilarinho, E. C. 2008. Efeito do milho Bt Herculex I no controle *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae). In: XXII Congresso Brasileiro de Entomologia, Uberlândia, MG.

Suassuna, N. D. Morello, C. D.; Filho, J. L. S.; Pedrosa, M. B.; Barroso, P. A. V.; Suassuna, T. M. F.; Perina, F. J.; Sofiatti, V.; Magalhães, F. O. C.; Farias, F. J. C. BRS 430 B2RF e BRS 432 B2RF: cultivares de algodoeiro de alto potencial produtivo no cerrado do Brasil com resistência a lepidópteros e tolerância ao herbicida glisofato. In: XXI CONGRESSO BRA-



SILEIRO DO ALGODÃO, 2017, Maceió, AL. Resumos... Inovação e rentabilidade na cotoni-cultura: resumos... Brasília, DF: Associação Brasileira dos Produtores de Algodão-Abra-pa, 2017.

Sujii, E. R. Togni, P. H. B.; Nakasu, E. Y. T.; Pires, C. S. S.; Paula, D. P.; Fontes, E. M. G. Im-pacto do algodoeiro Bt na dinâmica populacional do pulgão-do-algodoeiro em casa de vegetação. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 43, n. 10, p. 1251-1256, 2008.

Tomquelski, G. V. Ocorrência de pragas e custo de produção em algodoeiro geneticamente modificado (Bt) e convencional. 2009.

Trigo, E. J.; Cap, E. J. The impact of the introduction of transgenic crops in Argentinean agriculture. 2004.

Viana, D. L.; Souza, I. H. S.; Aguirre-gil, O. J.; Fraga, D. F.; Souza, L. A.; Busoli, A. C. Aspectos biológicos de *Spodoptera eridania* (Lepidoptera: Noctuidae) (Cramer, 1782) desenvolvi-das em cultivares de algodoeiro Bt e não Bt. In: XXVI Congresso Brasileiro de Entomolo-gia; IX Congresso Latino-americano de Entomologia (XXVI CBE / IX CLE), 2016, Maceió, AL. Anais do XXVI Congresso Brasileiro de Entomologia; IX Congresso Latino-americano de Entomologia (XXVI CBE / IX CLE). p. 616.

Vilarinho, E. C.; Santos, A. C.; Manzoni, C. G.; Souza, D. S. O.; Daltro, F. P.; Rosseto, J.; Pa-van, L. A.; Bittencourt, M. F. 2008. Efeito do milho geneticamente modificado Herculex I no controle da lagarta-da-espiga, *Helicoverpa zea* (Boddie) (Lepidoptera: Noctuidae). In: XXII Congresso Brasileiro de Entomologia, Uberlândia, MG.

Vilela, P. M. C. A.; Belot, J. L. Variedades comerciais e pré-comerciais de algodão para o Mato Grosso. Mato Grosso: IMAMT, 2015. 16 p. (IMAMT. Circular Técnica, 22).

Waquil, J. M.; Dourado, P. M.; Carvalho, R. A.; Oliveira, W. S.; Berger, G. U.; Head, G. P.; Mar-tinelli, S. Manejo de lepidópteros-praga na cultura do milho com o evento Bt piramidado Cry1A.105 e Cry2Ab2. In: *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 48, n. 12, 2013. p. 1529-1537.

Waquil, J. M.; Mattoso, M. J.; Uzuele, E. L.; Vertuan, H.; Motomiya, W. R.; Sordi, D.; Carval-ho, R. A.; Dourado, P. M.; Oliveira, W. S.; Martinelli, S. Avaliação da resistência do milho-Bt, MON 89034, à lagarta-do-cartucho do Milho (LCM), lagarta-da-espiga do milho (LEM) e à broca da cana-de-açúcar (BCA). 2012. In: XXIV Congresso Brasileiro de Entomologia, 2012, Curitiba, PR.

Waquil, J. M.; Villela, F. M. F.; Foster, J. E. Resistência do milho (*Zea mays* L.) transgêni-co (Bt) à lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, v. 1, n. 03, 2010.

Yano, S. A. C.; Specht, A.; Moscardi, F.; Carvalho, R. A.; Dourado, P.M.; Martinelli, S.; Head, G. P.; Sosa-Gómez, D. R. High susceptibility and low resistance allele frequency of *Chry-sodeixis includens* (Lepidoptera: Noctuidae) field populations to Cry1Ac in Brazil. *Pest management science*, v. 72, n. 8, p. 1578-1584, 2016.



