



## RELATÓRIO DE AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS DE TECNOLOGIAS GERADAS PELA EMBRAPA

<b>Nome da tecnologia:</b>	Redução da quantidade de sementes de soja na lavoura
<b>Ano de avaliação da tecnologia:</b>	2019
<b>Unidade(s):</b>	Embrapa Soja
<b>Responsáveis pelo relatório:</b>	Marcelo Hiroshi Hirakuri

Londrina, dezembro de 2019

## RELATÓRIO DE AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS DAS TECNOLOGIAS GERADAS PELA EMBRAPA

### 1. IDENTIFICAÇÃO DA TECNOLOGIA

#### 1.1. Nome/Título: Redução da quantidade de sementes de soja na lavoura

#### 1.2. Eixos de Impacto do VI Plano Diretor da Embrapa

Eixo de Impacto do VI PDE	
X	Avanços na busca da Sustentabilidade Agropecuária
	Inserção estratégica do Brasil na Bioeconomia
	Suporte à Melhoria e Formulação de Políticas Públicas
	Inserção Produtiva e Redução da Pobreza Rural
	Posicionamento da Embrapa na Fronteira do Conhecimento
	Não se aplica

#### 1.3. Descrição Sucinta

Parte dos ganhos em produtividade da soja é decorrente do melhoramento genético e parte do aprimoramento no manejo do solo e da cultura (Hirakuri et al., 2017). Dentre as práticas de manejo, o arranjo espacial da soja pode afetar expressivamente a velocidade de fechamento das entre linhas, a produção de fitomassa, a arquitetura das plantas, o manejo de plantas daninhas, a severidade de doenças, o acamamento e a produtividade da lavoura. Isso ocorre porque o arranjo afeta a competição intraespecífica e, conseqüentemente, a quantidade de recursos do ambiente – água, luz e nutrientes - disponíveis para cada planta. Em nível de lavoura, o arranjo espacial pode ser alterado pela densidade de plantas e pelo espaçamento entre as fileiras.

Na literatura nacional e internacional, há vários trabalhos que demonstram a baixa resposta da soja às variações de densidade de plantas. Esse resultado é função da alta plasticidade fenotípica da cultura, a qual consiste na habilidade da planta em alterar sua morfologia e componentes do rendimento, a fim de adequá-los à condição imposta pelo arranjo de plantas, permitindo a manutenção da produtividade em ampla faixa de densidade (Procópio et al., 2014). Em baixa densidade, as plantas de soja tendem a emitir maior quantidade de ramos e formar hastes mais robustas, aumentando o número de vagens por planta. Com isso, pode haver efeito compensatório da menor quantidade de indivíduos por área pela maior produção por planta.

Resultados de pesquisa evidenciaram que a utilização de densidades de semeadura menores àquelas indicadas pelos obtentores de cultivares de soja, muitas vezes, bastante elevadas, poderia ser adotada como estratégia para aumentar a remuneração do sojicultor. Em outros termos, a alta

plasticidade fenotípica da soja poderia ser utilizada para aumentar o lucro do agricultor pela redução da quantidade de sementes por unidade de área (ha) e a consequente diminuição dos produtos utilizados no tratamento dessas sementes (Hirakuri et al., 2017).

**1.4. Ano de Início da Geração da Tecnologia:** 2012

**1.5. Ano de Lançamento:** 2016

**1.6. Ano de Atualização da Tecnologia, se houver\*:** \_\_\_\_\_

**1.7. Ano de Início da Adoção:** 2016

**1.8. Abrangência da adoção:**

Nordeste		Norte		Centro Oeste		Sudeste		Sul	
AL	X	AC	X	DF	X	ES		PR	X
BA	X	AM	X	GO	X	MG	X	RS	X
CE		AP	X	MS	X	RJ		SC	X
MA	X	PA	X	MT	X	SP	X		
PB		RO	X						
PE		RR	X						
PI	X	TO	X						
RN									
SE	X								

A redução da quantidade de sementes de soja na lavoura é uma tecnologia empregada em todas as regiões produtoras de soja do Brasil, com uma significativa área de adoção.

**1.9. Beneficiários**

Os principais beneficiários da tecnologia são os sojicultores, pois a adoção da tecnologia leva à redução da quantidade de sementes de soja e à consequente diminuição de custos do agricultor. Também beneficia o meio ambiente, pois a menor quantidade do insumo na lavoura diminui a pressão pela abertura de novos campos de produção de sementes.

De forma indireta, outros beneficiários são os setores de esmagamento e transformação, cujos produtos derivados podem ser comercializados nos mercados interno e externo. Estes derivados são transformados em produtos finais ao consumidor, como alimentos, rações e biodiesel.

## 2. IDENTIFICAÇÃO DOS IMPACTOS NA CADEIA PRODUTIVA

Os sojicultores representam o primeiro agente afetado pela tecnologia, pois a redução da quantidade de sementes de soja tem como intuito reduzir custos e aumentar a sua remuneração. Além disso, o meio ambiente também é impactado pela redução da quantidade de sementes na lavoura, pois tem-se uma menor pressão pela abertura de novos e extensos campos de sementes.

A safra de soja pode ser vendida para diversos tipos de empresas, como cooperativas agropecuárias, tradings, cerealistas, complexos agroindustriais e usinas de biodiesel, entre outras. A soja também gera um fluxo de capital em outros setores como transporte, distribuição e portos.

Não obstante a importância dos impactos econômicos, o agronegócio da soja também gera impactos sociais relevantes, como a manutenção de empregos e a capacitação de profissionais como: gestores, agrônomos, operadores, pesquisadores, supervisores, técnicos administrativos, promotores de vendas e técnicos de laboratório.

## 3. AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS ECONÔMICOS E CUSTOS DA TECNOLOGIA

### 3.1. Avaliação dos Impactos Econômicos

Se aplica: sim (X) não ( )

<b>3.1.1. Tipo de Impacto: Incremento de Produtividade</b>	Se aplica: sim ( ) não (X)
--	----------------------------

<b>3.1.2. Tipo de Impacto: Redução de Custos</b>	Se aplica: sim (X) não ( )
--	----------------------------

**Tabela B - Benefícios Econômicos por de Redução de Custos (Exemplo -2009/19)**

Ano	Unidade de Medida	Custo Atual (R\$/ha)	Custo Anterior (R\$/ha)	Economia Obtida (R\$/ha)
2016	Reais por hectare	249,6900	311,4300	61,7400
2017		288,4800	359,9400	71,4600
2018		303,9300	379,2000	75,2700
2019		295,6500	368,8600	73,2100

Ano	Participação da Embrapa (%)	Ganho Líquido Embrapa (R\$/ha)	Unidade de área	Área de Adoção	Benefício econômico (R\$)
2016	50%	30,8700	Hectare	3.325.190,0000	102.648.615,3000
2017	50%	35,7300		5.086.410,0000	181.737.429,3000
2018	50%	37,6350		7.029.840,0000	264.568.028,4000
2019	50%	36,6050		8.968.525,0000	328.292.857,6250
					<b>877.246.930,6250</b>

Nota: valores corrigidos pelo IGP-DI.

<b>3.1.3. Tipo de Impacto: Expansão da Produção em Novas Áreas</b>	Se aplica: sim ( ) não (X)
--	----------------------------

<b>3.1.4. Tipo de Impacto: Agregação de Valor</b>	Se aplica: sim ( ) não (X)
---	----------------------------

### 3.1.5. Análise dos impactos econômicos

A tecnologia foi gerada por uma rede interinstitucional que uniu Embrapa, Organizações Estaduais de Pesquisa Agropecuária (OEPAs), universidades e organizações da cadeia produtiva da soja (e.g. cooperativas agropecuárias). Conforme destacado por especialistas da cadeia produtiva da soja em painéis e verificado em análises econômicas, ambos realizados pela Embrapa Soja, os custos de produção evoluíram consideravelmente nos anos 2000, com destaque para os dispêndios referentes à aquisição de insumos: pesticidas, sementes, adubos e calcário, entre outros ([Hirakuri et al., 2018](#); [Hirakuri et al., 2019](#)).

Os referidos especialistas destacaram que, muitas vezes, empresas e profissionais do setor agrícola (e.g. obtentores, cooperativas agropecuárias e consultores) recomendam uma população elevada de plantas para determinadas cultivares de soja. Assim, uma vez que o preço das sementes e dos produtos para o seu tratamento avançou significativamente nos últimos anos, houve um aumento substancial no custo de produção de soja.

A partir dos painéis supracitados, realizados em várias regiões brasileiras, e de informações de empresas do setor, observou-se que a dose média de sementes, por unidade de área, variou sensivelmente conforme o local de cultivo, normalmente ficando entre 40 a 70 kg ha<sup>-1</sup>. O menor valor de média do intervalo (40 kg ha<sup>-1</sup>) é baixo, comparado às recomendações das empresas (geralmente acima de 50 kg ha<sup>-1</sup>), revelando que a redução de sementes na lavoura já se configura no padrão dominante de algumas regiões produtoras de soja, cenário que tem proporcionado uma elevada adoção da tecnologia (Tabela B).

Por meio de estimativas realizadas com dados obtidos nos painéis, tem-se que a tecnologia proporcionou uma redução sobre a quantidade anteriormente utilizada de sementes, em torno de 20%, o que geralmente representou um valor entre 8 e 14 kg ha<sup>-1</sup>, conforme região de cultivo.

O tratamento de sementes de soja é realizado com inseticidas e/ou fungicidas, sendo que cada produto utilizado tem uma recomendação de dose por 100 kg de sementes. Como verificado, a redução na dose destes tipos de produto, gerada pela tecnologia, é proporcional à redução ocorrida na quantidade de sementes. Por exemplo, se a dose de um determinado produto é 200 ml por 100 kg de sementes, ao se utilizar 60 kg ha<sup>-1</sup> de sementes, tem-se uma dose de 120 ml ha<sup>-1</sup> do

produto para tratamento. Assim, caso a quantidade de sementes seja reduzida para 48 kg ha<sup>-1</sup>, a dose do produto para tratamento diminui para 96 ml ha<sup>-1</sup> (20%).

Os especialistas também relataram uma pequena redução no uso de inoculantes. Contudo, esta diminuição é menos representativa e os especialistas não conseguiram mensura-la. Além disso, os inoculantes possuem baixíssimo custo, de tal forma que uma redução pouco representativa do insumo gera impactos econômicos ínfimos. Assim, esta diminuição não está sendo considerada no cálculo do benefício econômico.

A partir do contexto descrito, a adoção da redução da quantidade de sementes de soja na lavoura gerou um benefício econômico substancial em 2019, superior a R\$ 328 milhões, valor calcado em um ganho unitário elevado e uma área de adoção significativa. Em valores monetários corrigidos, após quatro anos, a tecnologia gerou um benefício econômico total superior a R\$ 877 milhões.

### 3.2. Custos da Tecnologia

#### 3.2.1. Estimativa dos Custos

**Tabela 3.2.1.1.** – Estimativa dos custos

Ano	Custo da tecnologia (R\$)					Total
	Pesquisa	Pessoal	Transferência	Administrativo	Depreciação	
2012	70.722,330	143.434,820	17.680,580	29.467,640	27.700,850	289.006,220
2013	186.120,760	132.659,130	46.530,190	77.550,320	25.619,790	468.480,190
2014	186.872,520	125.602,200	46.718,130	77.863,550	24.256,920	461.313,320
2015	128.219,250	120.698,240	32.054,810	53.424,690	23.309,850	357.706,840
2016	0,000	0,000	11.263,460	0,000	0,000	11.263,460
2017	0,000	0,000	10.626,670	0,000	0,000	10.626,670
2018	0,000	0,000	10.655,900	0,000	0,000	10.655,900
2019	0,000	0,000	10.000,000	0,000	0,000	10.000,000
<b>TOTAL</b>	<b>571.934,860</b>	<b>522.394,390</b>	<b>185.529,740</b>	<b>238.306,200</b>	<b>100.887,410</b>	<b>1.619.052,600</b>

Nota: valores corrigidos pelo IGP-DI.

#### 3.2.2. Análise dos Custos

Especialistas da cadeia produtiva da soja ressaltaram que o custo de geração da tecnologia foi relativamente baixo, quando comparado com o custo das principais tecnologias geradas pelas empresas do setor. Sobre este fato, ressalta-se que o custo com pessoal foi relativamente baixo, uma vez que o projeto voltado para o arranjo espacial de plantas de soja não necessitou de uma rede ampla de unidades da Embrapa, em virtude da sua natureza. Assim, o custo com pessoal, que

costuma ser bastante superior aos demais, acabou sendo pouco inferior ao custo com pesquisa, que foi o maior na geração da tecnologia (Tabela 8.1.1).

Os gastos administrativos foram custeados pelo projeto de pesquisa vigente entre 2012 e 2016, assim com as ações de transferência de tecnologia (TT) neste período. Após a execução do projeto têm sido realizadas apenas atividades de transferência de tecnologia, com a participação dos pesquisadores da Embrapa Soja, utilizando recursos da Unidade (muitas vezes captados em outras fontes, diferentes da União), cujo montante é definido após um rateio entre diversas áreas de pesquisa.

### 3.3. Análises de rentabilidade

**Tabela 3.3.1:** Análises de rentabilidade – taxa interna de retorno (TIR), a relação benefício/custo (B/C) e o valor presente líquido (VPL)

Taxa Interna de Retorno TIR	Relação Benefício/Custo B/C (6%)	Valor Presente Líquido VPL (6%)
341,83%	422,27	R\$ 585.361.055,75

Indicadores financeiros foram estimados a partir dos procedimentos de cálculos dispostos em Kuhnen (2008). Para uma Taxa Mínima de Atratividade (TMA) de 6%, a tecnologia alcançou um Valor Presente Líquido (VPL) de R\$ 585,4 milhões e uma Taxa Interna de Retorno (TIR) de 341,83%. Além disso, para cada Real investido, foram retornados R\$ 422,27 para a sociedade.

Um primeiro ponto referente aos valores significativos de VPL, TIR e IBC reside no fato de que o aumento no preço das sementes e insumos utilizados no seu tratamento levou à escalada dos custos associados, o que potencializou os benefícios de se reduzir a quantidade de sementes por unidade de área. Dito de outra forma, a redução nos custos de produção causada pela adoção da tecnologia foi potencializada pelo mercado.

Em segundo lugar, a soja é a principal cultura produzida no Brasil, com uma área superior ao dobro da área total de milho (1ª e 2ª safras) e ao quadruplo da área de cana de açúcar a ser colhida (CONAB, 2019). Esse aspecto e a significativa taxa de adoção da tecnologia tiveram um efeito multiplicador ímpar, que impulsionaram as receitas anuais geradas. Assim, com um baixo custo de geração (Tabela 3.2.1.1), muito inferior ao benefício proporcionado (Tabela B), os índices financeiros alcançaram valores bastante substanciais.

Um aspecto interessante é que as pesquisas e ações de TT, voltadas para práticas de manejo para aprimorar o Sistema Plantio Direto (SPD), surgem como uma demanda urgente da cadeia

produtiva da soja ([Hirakuri et al., 2018](#); [Hirakuri et al. 2019](#)). Porém, projetos de pesquisa e TT, elaborados por pesquisadores da rede pública, relacionados ao Manejo, Solo e Cultura, com foco em soja, costumam não serem tratados com a devida importância. Assim, geralmente são considerados básicos e sem importância, sendo reprovados pelas equipes avaliadoras.

### **3.4. Instituições envolvidas/parcerias**

As cooperativas agropecuárias, as universidades e as OEPAs foram as principais parceiras da Embrapa Soja na geração tecnológica. Além da tecnologia ser validada em áreas de produção, a rede interinstitucional proporcionou levantar coeficientes técnicos e informar aos sojicultores que a redução de sementes de soja na lavoura é uma tecnologia com importantes benefícios econômicos.

## **4. AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS DE TECNOLOGIAS AGROPECUÁRIAS – AMBITEC-Agro**

A avaliação de impactos gerados pela redução da quantidade de sementes de soja na lavoura utilizou a metodologia AMBITEC-AGRO. Referente ao agronegócio do grão, existem:

- a) Médios e grandes produtores empresariais, que são responsáveis pela tomada de decisão de ordem superior, sendo as decisões operacionais delegadas a um administrador;
- b) Pequenos e médios produtores familiares, em que o produtor é responsável por todo tipo de decisão, até mesmo aquelas que envolvem operações agrícolas corriqueiras.

A partir do cenário descrito e considerando os aspectos analisados, especialistas da cadeia produtiva da soja e sojicultores relataram que produtores patronais e familiares são impactos na mesma intensidade, pela tecnologia avaliada.



#### 4.1. Impactos Ecológicos da Avaliação dos Impactos

**Tabela 4.1.1:** Impactos ecológicos – aspecto eficiência tecnológica

Critérios	Se aplica (Sim/Não)	Média Tipo 1 (*)	Média Tipo 2 (**)	Média Geral
1. Mudança no uso direto da terra	Sim	0,25	0,25	0,25
2. Mudança no uso indireto da terra	Sim	1,25	1,25	1,25
3. Consumo de água	Não			
4. Uso de insumos agrícola	Sim	1,00	1,00	1,00
5. Uso de insumos veterinários e matérias-primas	Não			
6. Consumo de energia	Não			
7. Geração própria, aproveitamento, reuso e autonomia	Não			
8. Emissões à atmosfera	Não			
9. Qualidade do solo	Não			
10. Qualidade da água	Não			
11. Conservação da biodiversidade e recuperação ambiental	Não			

\* Tipo 1 - Produtor familiar (pequeno). \*\*Tipo 2 - Produtor patronal (médio e grande, comercial).

Os produtores buscam diversas formas de aumentar sua renda e diminuir os riscos do negócio agrícola, tais como a adoção de práticas que permitem racionalizar o uso de insumos. No que se refere à tecnologia avaliada, o principal impacto gerado é a diminuição da quantidade de sementes na lavoura de soja, assim como de insumos utilizados no tratamento destas sementes (fungicidas e/ou inseticidas).

Como descrito na seção de benefícios econômicos, por meio de painéis com especialistas da cadeia produtiva da soja e de informações de empresas do setor, observou-se que a tecnologia avaliada proporcionou uma redução sobre a quantidade anteriormente utilizada de sementes, em torno de 20%, o que geralmente representou um valor entre 8 e 14 kg ha<sup>-1</sup>, de acordo com a região de cultivo. Concernente ao tratamento de sementes, a redução na dose de fungicidas e/ou inseticidas depende da indicação de cada produto, sendo proporcional à redução ocorrida na quantidade de sementes. A partir disso, podem ser feitas as seguintes considerações sobre a tecnologia:

- Ganho e escala: o aumento de renda auferido pela redução de custos com aquisição de sementes reduz a pressão de deslocamento da produção sobre novas áreas, impactando no aspecto uso indireto da terra;
- Efeito poupa terra: além da redução de custos, recomendações mais ajustadas na dose de sementes pode proporcionar uma sequência de altas produtividades, o que impacta no aspecto uso direto da terra;

Devido às suas características, a redução da quantidade de sementes de soja na lavoura não altera variáveis de consumo e qualidade de água ou afeta o uso de insumos veterinários e matérias-

primas. A tecnologia também não gera impactos em: (a) geração própria, aproveitamento, reuso e autonomia; (b) qualidade do solo; (c) conservação da biodiversidade e recuperação ambiental; (d) consumo de energia; (e) emissões à atmosfera (Tabela 4.1.1).

## 4.2. Impactos Socioambientais da Avaliação dos Impactos

**Tabela 4.2.1:** Impactos socioambientais – aspecto respeito ao consumidor

Critérios	Se aplica (Sim/Não)	Média Tipo 1 (*)	Média Tipo 2 (**)	Média Geral
12. Qualidade do produto				
13. Capital social				
14. Bem-estar e saúde animal				

\* Tipo 1 - Produtor familiar (pequeno). \*\*Tipo 2 - Produtor patronal (médio e grande, comercial)

A redução da quantidade de sementes de soja na lavoura não afeta fatores como: (a) resíduos químicos, contaminantes biológicos, procedimentos de pós-colheita, fontes de insumos e idoneidade dos fornecedores de insumos; (b) integração cultural entre colaboradores e familiares, movimentos sociais, patrimônio histórico, artístico ou cultural, a dinâmica de comunidades, projetos de extensão comunitária, projetos de extensão rural e programas ou políticas de transferência de tecnologia; (c) quaisquer fatores ligados ao bem-estar e saúde de animais. Nesse contexto, não foram verificados impactos no aspecto respeito ao consumidor (Tabela 4.2.1).

**Tabela 4.2.2:** Impactos socioambientais – aspecto trabalho/emprego

Critérios	Se aplica (Sim/Não)	Média Tipo 1 (*)	Média Tipo 2 (**)	Média Geral
15. Capacitação	Sim	2,75	2,75	2,75
16. Qualificação e oferta de trabalho	Não			
17. Qualidade do emprego/ocupação	Sim	1,00	1,00	1,00
18. Oportunidade, emancipação e recompensa equitativa entre gêneros, gerações e etnias	Não			

\* Tipo 1 - Produtor familiar (pequeno). \*\*Tipo 2 - Produtor patronal (médio e grande, comercial)

Especialistas da cadeia produtiva da soja destacaram que a renda adicional é direcionada para investimentos que buscam aumentar o valor da propriedade: benfeitorias e infraestrutura. Inclusive, os investimentos em máquinas e equipamentos diminuem a necessidade de se contratar novos empregados e, como relataram os referidos especialistas, evitam futuros imbrólios jurídicos, pois a legislação trabalhista brasileira foi concebida para a realidade urbana e não está adequada aos negócios rurais.

Por outro lado, embora não sejam contratados novos empregados, a renda adicional permite investir na capacitação da mão-de-obra existente na propriedade, tanto contratada quanto familiar. Adicionalmente, o sucesso do negócio agrícola, calcado no aumento da produtividade de culturas comerciais, como a soja, tem permitido avanços na qualidade de emprego, traduzidos benefícios trabalhistas e, em alguns casos, bônus por desempenho, concedidos aos empregados permanentes.

A tecnologia não gera impactos sobre equidade de gêneros, gerações ou étnica (Tabela 4.2.2). Como verificado nos painéis com especialistas:

- a) A equidade de gerações tem sido um processo natural e cultural da agricultura;
- b) Além de um processo natural e cultural da agricultura, foi destacado que a equidade de gênero tem sido impactada positivamente pelo aumento das mulheres em instituições de nível médio e superior, em cursos relacionados à prática agrônômica;
- c) A soja tem alcançado novas regiões, o que tem permitido uma integração entre povos de diferentes estados, raças e culturas. E isto se deve ao empreendedorismo dos agricultores, que tiveram a visão e coragem para desenvolver a agricultura em novos locais.

**Tabela 4.2.3:** Impactos socioambientais – aspecto renda

Critérios	Se aplica (Sim/Não)	Média Tipo 1 (*)	Média Tipo 2 (**)	Média Geral
19. Geração de Renda do estabelecimento	Sim	2,0	2,0	2,0
20. Valor da propriedade	Sim	2,0	2,0	2,0

\* Tipo 1 - Produtor familiar (pequeno). \*\*Tipo 2 - Produtor patronal (médio e grande, comercial)

Especialistas da cadeia produtiva da soja realçaram que o aumento dos custos de produção se tornou em um importante desafio, que pode comprometer a renda dos agricultores. Assim, tecnologias e práticas de manejo, que propiciem a racionalização e redução do uso de insumos se tornaram vitais. Nesse contexto, a redução da quantidade de sementes de soja na lavoura surge como uma tecnologia com o objetivo de reduzir custos, buscando a manutenção de um nível de renda que faça com que o negócio agrícola continue viável economicamente.

Um aspecto a ser ressaltado é que a diminuição de custos ocorre tanto pela redução do gasto com a aquisição de sementes quanto pela redução dos gastos com compra de pesticidas utilizados no tratamento destas sementes.

Encontrar diferentes opções que permitam diversificar a produção tem sido a principal forma de se minimizar riscos na agricultura. Nesse sentido, grande parte dos recursos gerados na safra principal é investida em opções viáveis de diversificação agrícola, como as culturas de outono-inverno e a integração com a produção animal.

Também verificou-se que investimentos significativos foram feitos para aumentar o valor da propriedade, sobretudo em benfeitorias e infraestrutura. Os proprietários rurais investem, quando possível, nas instalações produtivas e de apoio e na renovação de máquinas e equipamentos.

**Tabela 4.2.4:** Impactos socioambientais – aspecto saúde

Critérios	Se aplica (Sim/Não)	Média Tipo 1 (*)	Média Tipo 2 (**)	Média Geral
21. Segurança e saúde ocupacional	Não			
22. Segurança alimentar	Sim	0,60	0,60	0,60

\* Tipo 1 - Produtor familiar (pequeno). \*\*Tipo 2 - Produtor patronal (médio e grande, comercial)

A mecanização das operações agrícolas faz com que o processo de produção de grãos seja bem padronizado. Com isso, não foram detectados impactos consistentes, tanto positivos quanto negativos, em indicadores de segurança ocupacional e saúde, que contemplam a exposição do trabalhador a condições de periculosidade e insalubridade (Tabela 4.2.4).

Especialistas da cadeia produtiva da soja ressaltaram que o uso racional de insumos é fundamental para a sustentabilidade da produção agrícola no longo prazo. Assim, a racionalização no uso de sementes, sem a necessidade de aumentos significativos nos campos de produção do insumo, para atender a demanda dos sojicultores, tem sido essencial para garantir a expansão da área e da quantidade de soja produzida no Brasil.

**Tabela 4.2.5:** Impactos socioambientais – aspecto gestão e administração

Critérios	Se aplica (Sim/Não)	Média Tipo 1 (*)	Média Tipo 2 (**)	Média Geral
23. Dedicção e perfil do responsável	Sim	1,75	1,75	1,75
24. Condição de comercialização	Sim	0,75	0,75	0,75
25. Disposição de resíduos	Não			
26. Gestão de insumos químicos	Não			
27. Relacionamento institucional	Sim	1,25	1,25	1,25

\*Tipo 1 - Produtor familiar (pequeno). \*\*Tipo 2 - Produtor patronal (médio e grande, comercial)

Os impactos da tecnologia na gestão e administração da propriedade rural são indiretos, consequência do incremento de renda, que permitiu ao produtor realizar investimentos que tivessem efeito nesse aspecto.

Nesse contexto, um primeiro impacto observado é que o produtor tem se capacitado, por meio de cursos mercadológicos, treinamentos, cursos técnicos, visitas técnicas e dias de campo oferecidos por empresas do setor, entre outros. Adicionalmente, com a atividade agrícola se tornando um negócio, tem ficado cada vez mais evidente a necessidade de controle do desempenho

econômico-financeiro. Nesse sentido, foi verificado maior investimento em ferramentas e serviços financeiros e contábeis pelos agricultores.

Uma melhor recomendação sobre população de plantas impacta na garantia das vendas da produção pelos produtores rurais, no longo prazo. Além disso, detectou-se um impacto moderado no relacionamento entre os agricultores e instituições de assistência técnica do setor. Devido à sua natureza, a tecnologia não gerou nenhum impacto quanto à disposição de resíduos e à gestão de insumos químicos (Tabela 4.2.5).

#### 4.3. Índices parciais de Impacto Socioambiental

Tipo de Impacto	Média Tipo 1	Média Tipo 2	Média Geral
Índice de Impacto Econômico	1,50	1,50	1,50
Índice de Impacto Social	0,40	0,40	0,40
Índice de Impacto Ambiental	0,20	0,20	0,20

#### 4.4. Índice de Impacto Socioambiental

**Tabela 4.4.1:** Análise dos Resultados

Média Tipo 1	Média Tipo 2	Média Geral
0,55	0,55	0,55

\*Tipo 1 - Produtor familiar (pequeno). \*\*Tipo 2 - Produtor patronal (médio e grande, comercial)

Especialistas da cadeia produtiva da soja enfatizaram que os crescentes custos de produção constituem um importante obstáculo a ser transposto para a sustentabilidade do negócio agrícola. Assim, o uso racional de insumos se tornou importante para o agronegócio brasileiro. E tem sido neste contexto, que a redução da quantidade de sementes de soja na lavoura e a consequente diminuição na dose dos produtos para o tratamentos destas sementes têm alcançado grande aceitação pelos agricultores.

A adoção da tecnologia tem aumentado a remuneração da atividade agrícola, que é convertida em investimentos para ampliar a segurança e estabilidade do negócio rural, atacando questões como o planejamento da produção, o controle dos custos de produção, o fortalecimento das relações institucionais, a capacitação da mão de obra, a atualização e renovação das máquinas e equipamentos agrícolas e a construção, aumento e reforma de benfeitorias. Considerando o cenário descrito, a dimensão econômica foi aquela que apresentou os maiores índices parciais de impacto (Tabela 4.3.)

Os investimentos em infraestrutura possibilitaram valorizar a propriedade, melhorar a condição de trabalho, aumentar a eficiência das operações de campo e diminuir custos de

manutenção. Por outro lado, alguns investimentos realizados não estão relacionados à busca por maior produtividade, tais como avanços na legislação trabalhista e nos benefícios concedidos a sua mão de obra. Tais investimentos estão ligados à responsabilidade social na produção agrícola. Este quadro, além de incorrer em impactos econômicos, permitiu a geração de avanços moderados na dimensão social (Tabela 4.3).

Ressalta-se que a tecnologia impacta na dimensão ambiental, pois diminui a pressão por abertura de novos campos de sementes de soja para suprir a demanda dos agricultores e leva a um menor uso de pesticida no tratamento destas sementes. Contudo, tais impactos ambientais são inferiores aos observados para as dimensões econômica e social (Tabela 4.3).

#### 4.5. Impactos sobre o Emprego

**Tabela 4.5.1:** Número de empregos gerados (Exemplo – 2009/2019)

Ano	Emprego adicional por unidade de área (A)	Área adicional (B)	Não se aplica	Quantidade de emprego gerado C= (AXB)
2017			X	
2018			X	
2019			X	

Especialistas da cadeia produtiva da soja relataram que a tecnologia tem como impacto principal o aumento na remuneração no negócio agrícola, em decorrência da redução dos custos de produção. Contudo, este incremento de renda não tem gerado empregos adicionais. Como foi destacado:

- A contratação de empregados, tanto permanentes quanto temporários, incorreria em custos adicionais muito significativos, que poderiam diminuir a remuneração atual do produtor por unidade de área, mesmo com os ganhos econômicos proporcionados pela redução da quantidade de sementes de soja na lavoura;
- Adicionalmente, possíveis imbróglis jurídicos trabalhistas poderiam comprometer ainda mais a renda agrícola;
- Especialistas relataram que a adoção da tecnologia gera incremento de renda, mas isto não quer dizer que o produtor adotante aumentará sua área. Dito de outro modo, não existirá mudança nas atividades operacionais que gere uma pressão para aumentar o número de empregados.

## 5. AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS NO DESENVOLVIMENTO INSTITUCIONAL

A tecnologia foi gerada por meio de um projeto de pesquisa que envolveu um grupo de pesquisadores e parceiros. Conforme verificado junto à equipe de Manejo, Solo e Cultura da Empresa Soja, não houve diferença de impacto de acordo com o tipo do participante na obtenção da tecnologia (desenvolvedor ou membro do projeto).

### 5.1. Capacidade relacional

**Tabela 5.1.1:** Impactos na capacidade relacional – aspecto relações de equipe/rede de pesquisa

Critérios	Se aplica (Sim/Não)	Média Tipo 1 (*)	Média Tipo 2 (**)	Média Geral
1. Diversidade de especialidades	Sim	0,50	0,50	0,50
2. Interdisciplinaridade (coautorias)	Sim	1,00	1,00	1,00
3. <i>Know-how</i>	Não			
4. Grupos de estudo	Não			
5. Eventos científicos	Não			
6. Adoção metodológica	Não			

\*Tipo 1 - Especialista (desenvolvedor da tecnologia). \*\*Tipo 2 – Equipe de projeto

**Tabela 5.1.2:** Impactos na capacidade relacional – aspecto relações com interlocutores

Critérios	Se aplica (Sim/Não)	Média Tipo 1 (*)	Média Tipo 2 (**)	Média Geral
7. Diversidade	Sim	0,50	0,50	0,50
8. Interatividade	Sim	1,00	1,00	1,00
9. <i>Know-how</i>	Não			
10. Fontes de recursos	Não			
11. Redes comunitárias	Não			
12. Inserção no mercado	Não			

\*Tipo 1 - Especialista (desenvolvedor da tecnologia). \*\*Tipo 2 – Equipe de projeto

A soja é a principal cultura agrícola brasileira, cuja área deve ultrapassar 36 milhões de hectares na safra 2019/20 (CONAB, 2019). Com esta amplitude de distribuição, para viabilizar as pesquisas com arranjo de plantas de soja e transferir os conhecimentos gerados, foi formada uma rede de pesquisa eclética, com especialistas de diferentes áreas conhecimento como manejo do solo e do sistema, melhoramento genético, sanidade vegetal e agrobusiness, criando uma interdisciplinaridade nos estudos realizados.

No que tange ao processo de pesquisa e transferência deve ser enfatizada a rede de interlocutores que contribuem na difusão da tecnologia. Entre tais organizações merecem destaque as empresas de extensão rural, as cooperativas agropecuárias, as universidades, as associações de produtores e as consultorias técnicas, entre outras.

## 5.2. Capacidade científica e tecnológica

**Tabela 5.2.1:** Impactos na capacidade científica e tecnológica – aspecto instalações

Critérios	Se aplica (Sim/Não)	Média Tipo 1 (*)	Média Tipo 2 (**)	Média Geral
13. Infraestrutura institucional	Não			
14. Infraestrutura operacional	Não			
15. Instrumental operacional	Não			
16. Instrumental bibliográfico	Não			
17. Informatização	Sim	0,50	0,50	0,50
18. Compartilhamento da infraestrutura	Não			

\*Tipo 1 - Especialista (desenvolvedor da tecnologia). \*\*Tipo 2 – Equipe de projeto

**Tabela 5.2.2:** Impactos na capacidade científica e tecnológica – aspecto recursos do projeto

Critérios	Se aplica (Sim/Não)	Média Tipo 1 (*)	Média Tipo 2 (**)	Média Geral
19. Infraestrutura (ampliação)	Não			
20. Instrumental (ampliação)	Não			
21. Instrumental bibliográfico (aquisição)	Não			
22. Contratações	Sim	1,00	1,00	1,00
23. Custeios	Não			

\*Tipo 1 - Especialista (desenvolvedor da tecnologia). \*\*Tipo 2 – Equipe de projeto

A rede de pesquisa com arranjo de plantas agrega diferentes unidades da Embrapa e instituições da cadeia produtiva da soja. Os recursos obtidos por membros da rede via projetos de pesquisa têm sido utilizados para formar recursos humanos a partir da incorporação de bolsistas e para inserir a tecnologia de informação no processo de desenvolvimento tecnológico.

## 5.3. Capacidade organizacional

**Tabela 5.3.1.** - Impactos na capacidade organizacional – aspecto equipe/rede de pesquisa

Critérios	Se aplica (Sim/Não)	Média Tipo 1 (*)	Média Tipo 2 (**)	Média Geral
24. Custos e treinamentos	Sim	1,00	1,00	1,00
25. Experimentos, avaliações, ensaios	Sim	1,00	1,00	1,00
26. Bancos de dados, plataformas de informação	Não			
27. Participação em eventos	Sim	1,00	1,00	1,00
28. Organização de eventos	Não			
29. Adoção de sistemas de gestão	Não			

\*Tipo 1 - Especialista (desenvolvedor da tecnologia). \*\*Tipo 2 – Equipe de projeto



**Tabela 5.3.2.** - Impactos na capacidade organizacional – aspecto transferência/extensão

Critérios	Se aplica (Sim/Não)	Média Tipo 1 (*)	Média Tipo 2 (**)	Média Geral
30. Cursos e treinamentos	Sim	1,00	1,00	1,00
31. Número de participantes	Não			
32. Unidades demonstrativas	Sim	1,00	1,00	1,00
33. Exposições na mídia/artigos de divulgação	Não			
34. Projetos de extensão	Não			
35. Disciplinas de graduação e pós-graduação	Não			

\*Tipo 1 - Especialista (desenvolvedor da tecnologia). \*\*Tipo 2 – Equipe de projeto

A capacitação de pessoas por meio de treinamentos específicos permitiu formar a rede de pesquisa, que executou os experimentos com arranjo e população de plantas em diferentes regiões produtoras de soja. Estas ações levaram à geração de diversas práticas agrícolas e conhecimentos transferidos ao setor produtivo.

A instalação de Unidades Demonstrativas (UDs) propiciou uma melhor divulgação das práticas e conhecimentos gerados, uma vez que se mostrou a evidência visual da eficiência do que estava sendo transferido. Além das UD's, a realização de eventos de transferência de tecnologia ao público externo (cursos, treinamentos, etc.) e a participação de membros da rede de pesquisa em eventos regionais e nacionais relacionados a arranjo e população de plantas foram essenciais para difundir a viabilidade da redução de sementes na lavoura de soja, de tal forma que a tecnologia alcançou uma substancial área de adoção.

#### 5.4. Produtos de P&D

**Tabela 5.4.1.** - Impactos nos produtos de P&D – aspecto produtos de P&D

Critérios	Se aplica (Sim/Não)	Média Tipo 1 (*)	Média Tipo 2 (**)	Média Geral
36. Apresentação em congressos	Sim	1,00	1,00	1,00
37. Artigos indexados	Sim	1,00	1,00	1,00
38. Índices de impacto (WoS)	Sim	1,00	1,00	1,00
39. Teses e dissertações	Sim	1,00	1,00	1,00
40. Livros/capítulos, boletins, etc.	Sim	1,00	1,00	1,00

\*Tipo 1 - Especialista (desenvolvedor da tecnologia). \*\*Tipo 2 – Equipe de projeto

**Tabela 5.4.2.** - Impactos nos produtos de P&D – aspecto produtos tecnológicos

Critérios	Se aplica (Sim/Não)	Média Tipo 1 (*)	Média Tipo 2 (**)	Média Geral
41. Patentes/registros	Não			
42. Variedades/linhagens	Não			
43. Práticas metodológicas	Não			
44. Produtos tecnológicos	Não			
45. Marcos regulatório	Não			

\*Tipo 1 - Especialista (desenvolvedor da tecnologia). \*\*Tipo 2 – Equipe de projeto

As pesquisas e trabalhos realizados com arranjo e população de plantas têm gerado diversos produtos e sido divulgados em congressos, artigos indexados, teses de doutorado e livros temáticos. Mais do que isso, o interesse do público externo tem permitido renovar e ampliar a rede de pesquisa, o que fortalece ainda mais os estudos relacionadas à tecnologia.

## 5.5. Índice de Impacto no desenvolvimento institucional

**Tabela 5.2.1:** Análise dos resultados

Média Tipo 1	Média Tipo 2	Média Geral
1,95	1,95	1,95

\*Tipo 1 - Especialista (desenvolvedor da tecnologia). \*\*Tipo 2 – Equipe de projeto

A tecnologia gerou importantes impactos em desenvolvimento institucional, considerando os quatro aspectos analisados. Primeiramente, a amplitude, a interdisciplinaridade e a diversidade da rede de pesquisa e interlocutores propiciaram ganhos na capacidade relacional entre os agentes envolvidos.

A capacidade científica-tecnológica foi aumentada, pela informatização de atividades e por meio da contratação de bolsistas para atuaram nas ações relacionadas à tecnologia. A capacidade organizacional foi melhorada pela instalação de experimentos e UD's, além da participação de membros da rede de pesquisa em cursos, treinamentos e eventos técnico-científicos.

Por fim, no que se refere a produtos de P&D, tem-se um impacto relevante na geração de publicações e materiais sobre população de plantas em soja, entre os quais: artigos indexados, boletins e documentos da série Embrapa. Outro aspecto importante tem sido a realização de apresentações em congressos e principais fóruns de produção de soja no Brasil.

## 6. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os benefícios diretos causados pela redução da quantidade de sementes de soja na lavoura visam atender à competitividade e sustentabilidade do agronegócio da soja, por meio da redução de custos e consequente aumento na remuneração do produtor.

Verificou-se que a dose média de sementes, por unidade de área, variou sensivelmente conforme o local de cultivo, normalmente ficando entre 40 a 70 kg ha<sup>-1</sup>. Por meio de estimativas realizadas com dados obtidos em painéis, tem-se que a tecnologia proporcionou uma redução, em

torno de 20%, sobre a quantidade anteriormente utilizada de sementes. Isso representou um valor geralmente entre 8 e 14 kg ha<sup>-1</sup>, conforme região de cultivo. A redução de inseticidas e/ou fungicidas utilizados no tratamento de sementes de soja foi proporcional à redução ocorrida na quantidade do insumo. Com isso, foi estimado um expressivo benefício econômico para os sojicultores em 2019, de quase R\$ 328,3 milhões (Tabela B).

Este acréscimo de renda gerado pela tecnologia é primordial para a atualização contínua das máquinas e equipamentos, que tem o objetivo de tornar as operações mecanizadas mais eficientes. Também é importante para a construção ou reforma ou de benfeitorias, que propiciam maior conforto à família do produtor e empregados e a melhor acomodação de máquinas e equipamentos. Além disso, estes investimentos em infraestrutura produtiva e benfeitorias permitem valorizar a propriedade rural.

A capitalização do produtor e a expansão das culturas de outono-inverno financeiramente viáveis permitiram capacitar o trabalhador no campo, com o intuito de ter um profissional mais comprometido e, que por meio de treinamentos e cursos, possa estar preparado para o processo de produção de soja, que é exigente em especialização.

O produtor está mais capitalizado e capacitado para o agronegócio, pois ele está tendo maior acesso a informações, treinamentos e cursos sobre mercado, tecnologias e processo produtivo, os quais são oferecidos por instituições do setor. Com isso, esse produtor adquire uma melhor visão de negócio e maior conhecimento para tomadas de decisão associadas à prática agrícola.

A menor utilização de sementes por unidade de área diminui a necessidade da abertura de novos campos produtores do insumo para atender à demanda da agricultura brasileira. Também incorre na redução do uso agrotóxicos no tratamento destas sementes. Dessa forma, a redução da quantidade de sementes nas lavouras de soja do Brasil é um tipo de tecnologia que leva à racionalização o uso de insumos, se tornando essencial para a sustentabilidade da agricultura nacional.

A significativa evolução dos custos com aquisição de sementes e fungicidas e/ou inseticidas para seu tratamento fez com que a possibilidade de reduzir a população de plantas se tornasse uma opção importante para que o negócio continue sendo viável economicamente. Nesse sentido, a perspectiva do setor produtivo é que a adoção da tecnologia aumente, seguindo a mesma tendência da área de soja, que deve crescer, no médio prazo.

## 7. FONTE DE DADOS

A primeira fonte de dados diz respeito a 51 painéis realizados com especialistas da cadeia produtiva da soja em 16 estados, entre 2015 e 2019: MT, PR, RS, GO, MS, BA, MG, TO, SP, MA, PI, SC, PA, RO, AP e AL. Entre os participantes estavam agricultores, consultores técnicos, agentes de extensão rural, membros de associações de produtores, agrônomos de cooperativas agropecuárias, integrantes de sindicatos rurais, agentes financeiros, representantes de revendas de insumos e representantes de agência de defesa sanitária.

A segunda fonte se refere à validação/entrevista anual realizada junto às empresas e agentes parceiros como produtores rurais, cooperativas agropecuárias, fundações de apoio à pesquisa e consultores, entre outros (Tabela 7.1). Um primeiro ponto positivo é que este tipo de coleta tem um alcance superior do que realizar unicamente entrevistas individuais com 10 produtores. O segundo ponto positivo é que isto permite vencer barreiras como o estabelecimento de cotas de viagem.

**Tabela 7.1:** Municípios das organizações/ consultadas.

Município	Estado
Londrina	PR
Cascavel	PR
Campo Mourão	PR
Dourados	MS
Sinop	MT
Porto Nacional	TO
Guaraí	TO
<b>Total</b>	<b>07</b>

As consultas para a análise de impactos no desenvolvimento institucional foram feitas com pesquisadores da Embrapa Soja e um agente de TT, sendo balizada junto a instituições parceiras nas instalação das UD's executadas no projeto de arranjo e população de plantas.

**Tabela 7.2:** Número de consultas realizadas para o desenvolvimento institucional

Instituição	Estado	Município	Função	Total
Embrapa Soja	PR	Londrina	Pesquisador	02
Embrapa Soja	PR	Londrina	Agente de TT	01
<b>Total</b>				

## 8. BIBLIOGRAFIA

CONAB. **Séries históricas de produção de grãos.** 2019. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/serie-historica-das-safras>>. Acesso em: 03 dez. 2019.

HIRAKURI, M. H.; CONTE, O.; BALBINOT JUNIOR, A. A. **Análise econômica de diferentes arranjos espaciais de plantas de soja.** Londrina: Embrapa Soja, 2017. 8 p. (Embrapa Soja. Circular técnica, 127).

HIRAKURI, M. H.; CONTE, O.; PRANDO, A. M.; CASTRO, C. de; BALBINOT JUNIOR, A. A. (Ed.). **Diagnóstico da produção de soja na macrorregião sojícola 5.** Londrina: Embrapa Soja, 2018. 120 p. il. color. (Embrapa Soja. Documentos, 405).

HIRAKURI, M. H.; CONTE, O.; PRANDO, A. M.; CASTRO, C. de; BALBINOT JUNIOR, A. A. (Ed.). **Diagnóstico da produção de soja na macrorregião sojícola 4.** Londrina: Embrapa Soja, 2019. 119 p. (Embrapa Soja. Documentos, 412).

KUHNEN, O. L. **Finanças empresariais.** 2.ed. São Paulo: Atlas, 2008. 386p.

PROCÓPIO, S. de O.; BALBINOT JUNIOR, A. A.; DEBIASI, H.; FRANCHINI, J. C.; PANISON, F. **Semeadura em fileira dupla e espaçamento reduzido na cultura da soja.** Revista. Agro@mbiente On-line, v. 8, n. 2, p. 212-221, maio/ago., 2014.

## 9. EQUIPE RESPONSÁVEL

**Tabela 9.1:** Equipe do centro responsável pela elaboração do relatório de avaliação de impactos

Membro da equipe	Função
Marcelo Hiroshi Hirakuri	Todo o relatório

**Tabela 9.2:** Colaboradores do processo de elaboração do relatório de avaliação de impactos

Colaborador	Instituição
-------------	-------------