



RELATÓRIO DE AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS DAS TECNOLOGIAS GERADAS PELA EMBRAPA

Data limite para o envio da Síntese do Relatório de Impactos: **31/12/2019**

Data limite para o relatório completo: **31/01/2020**

Nome da tecnologia:

Fixação Biológica do Nitrogênio na Cultura de Soja do Cerrado

Ano de avaliação da tecnologia: 2019

Unidade: Embrapa Cerrados

Equipe de Avaliação:

Tito Carlos Rocha de Sousa

Planaltina - DF, Janeiro de 2020.

Sumário

1 - IDENTIFICAÇÃO DA TECNOLOGIA.....	4
- Fixação Biológica do Nitrogênio na Cultura de Soja.....	4
- Objetivo Estratégico PDE/PDU	4
- Descrição Sucinta	4
- Outras Informações.....	5
- Ano de Lançamento.....	7
- Ano de Início de adoção	7
- Abrangência.....	8
- Beneficiários	8
2 - IDENTIFICAÇÃO DOS IMPACTOS NA CADEIA PRODUTIVA - CARACTERIZAÇÃO DO AGRONEGÓCIO DA SOJA NO BRASIL	9
- Setores de Insumos	9
- Sistemas de Produção	12
- Indústria do Esmagamento	12
- Principais Mercados Internacionais para a Soja Brasileira e seus Derivados	13
3 - AVALIAÇÕES DOS IMPACTOS ECONÔMICOS.....	14
- Avaliações dos Impactos Econômicos.....	14
- Análises dos impactos econômicos.....	18
- Participação da Embrapa e parceiros nos benefícios gerados. Ampliação dos impactos econômicos.....	19
4 - AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS SOCIAIS	23
- Avaliação dos Impactos	23
- Fonte de dados.....	23
- Análise dos Resultados	29
- Impactos sobre o Emprego	30
5 - AVALIAÇÕES DOS IMPACTOS AMBIENTAIS	32
- Avaliação dos impactos ambientais	32
- Alcance da Tecnologia.....	32
- Eficiência Tecnológica	33
- Conservação Ambiental	34
5.2 - Índice de Impacto Ambiental	35
6 - AVALIAÇÃO INTEGRADA E COMPARATIVA DOS IMPACTOS GERADOS.....	37
- Perspectivas de Adoção da Tecnologia de FBN.....	38
7 - CUSTOS E RENTABILIDADE DA TECNOLOGIA - FixBioNitrogSoja2016.....	49
- Estimativa dos Custos - Valores Nominais	49
- Pressupostos	49
- Análise Benefício/Custo - Valores Nominais (Benefícios líquidos e custos, em valores nominais).....	53
- Análise de Sensibilidade da Taxa Interna de Retorno (TIR)	54
- Conclusão - Análise de Sensibilidade da Taxa Interna de Retorno (TIR).....	56
7.2 - Estimativa dos Custos - Valores Corrigidos	57
7.2.1 - Ampliação/Correção dos Custos Nominais	57

7.2.3 - Análise de Sensibilidade da Taxa Interna de Retorno (TIR)	61
8 - BIBLIOGRAFIA	65
9 - RESPONSÁVEL.....	68

1 - IDENTIFICAÇÃO DA TECNOLOGIA

- Fixação Biológica do Nitrogênio na Cultura de Soja

- Objetivo Estratégico PDE/PDU

Objetivo Estratégico PDE/PDU	
X	Competitividade e Sustentabilidade do Agronegócio
	Inclusão da Agricultura Familiar
	Segurança Alimentar - Nutrição e Saúde
X	Sustentabilidade dos Biomas
	Avanço do Conhecimento
	Não se aplica

- Descrição Sucinta

A Fixação Biológica de Nitrogênio (FBN), juntamente com a fotossíntese, constituem os processos biológicos fundamentais para a manutenção dos ecossistemas terrestres. A FBN consiste na capacidade de algumas bactérias de se apropriarem do nitrogênio existente na atmosfera e fornecê-lo de forma que possa ser utilizado pelas plantas.

Essas bactérias possuem uma enzima chamada nitrogenase,¹ que realiza o processo de FBN, sob condições normais de temperatura e pressão de tal modo que, se fosse realizado o processo de fixação do nitrogênio de modo artificial, seriam demandados seis (6) barris de petróleo para produzir uma tonelada de amônia.

As plantas, especificamente as leguminosas (soja, feijão, ervilha, amendoim, entre outras), possuem a capacidade de formar uma simbiose com essas bactérias fixadoras de nitrogênio, formando, nas raízes, pequenos nódulos. Dentro desses nódulos, as bactérias fixam o nitrogênio da atmosfera e o transferem para a planta. Dessa forma, é possível eliminar ou reduzir bastante o adubo nitrogenado, gerando impactos econômicos e ambientais importantes.

¹Apesar de constituir 78% da constituição gasosa da atmosfera, o nitrogênio não é absorvido por seres eucariotos e procariotos por não disporem de um sistema enzimático capaz de quebrar a tripla ligação entre os átomos de nitrogênio. Os procariontes, que possuem o complexo da nitrogenase, são os únicos capazes de fixar o nitrogênio atmosférico, convertendo-os em produtos assimiláveis pelos demais organismos.

Esses microrganismos podem ser livres ou associativos, sendo que a associação mais estudada é a relação *Rhizobiaceae*-leguminosas. Dentre estas, a associação entre a soja (*Glycine max*) e as bactérias *Bradyrhizobium japonicum* e *B. Elkanii* é responsável pela nutrição nitrogenada da cultura no Brasil, e constitui um fator importante para a produção desse grão, uma vez que toda a demanda de nitrogênio da cultura é suprida por essa associação, não sendo necessário o uso de fertilizantes nitrogenados, o que representa uma economia estimada em US\$ 5,7 bilhões² na safra 2018/2019 (Tabelas Ab e Bb). Durante a produção do adubo nitrogenado, é liberada uma grande quantidade de carbono na atmosfera, o que contribui para o aumento da geração de gases que formam o efeito estufa. Já o processo de fixação biológica é um processo natural e não polui o meio ambiente.

A inoculação é o processo pelo qual bactérias fixadoras de nitrogênio selecionadas pela pesquisa são adicionadas às sementes das plantas antes da semeadura, com a finalidade de substituir, total ou parcialmente, o uso de fertilizantes nitrogenados. A inoculação é feita com um produto chamado inoculante. O inoculante consiste de um veículo apropriado que carrega as bactérias em proporções elevadas.

Os inoculantes são biofertilizantes que contêm microrganismos favoráveis ao crescimento de plantas. Esses microrganismos de importância agrícola podem ser fungos, bactérias, protozoários, ácaros, que desempenham papel fundamental nos processos de estruturação dos solos, ciclagem e aporte de nutrientes (Dobereiner, 1997; HUNGRIA, 1994).

- Outras Informações

Em 1963, com a formação da Comissão Nacional da Soja, a fixação biológica de nitrogênio passou a ser um fator importante para o desenvolvimento de cultivares. As plantas passaram a ser inoculadas com estirpes de *Bradyrhizobium* nos processos de melhoramento, evitando dessa forma o uso de fertilizantes nitrogenados. Os primeiros inoculantes utilizados vieram dos Estados Unidos e seu uso permitiu a identificação de estirpes que pudessem ser adaptadas às condições climáticas brasileiras.

²Considerados o valor do dólar americano de 06/2019 (R\$ 4,36/US\$) e o IGP-DI FGV de 4,32 (R\$ 22.376.469.875,00 x 4,32% / R\$ 4,36 / US\$ = US\$ 5.667.610.828,50), (Portal Brasil, 2019).

Juntamente com os programas de melhoramento de cultivares, a seleção de estirpes de bradirrizóbios de soja adaptadas às condições brasileiras, especialmente à situação do Cerrado, capazes de substituírem o uso de adubos nitrogenados, foi sem dúvida um dos grandes fatores que mais contribuíram para a expansão da cultura no Brasil (MENDES et al. 2007). Quando o fertilizante nitrogenado é aplicado ao solo, entram em ação diversos processos microbiológicos (nitrificação e desnitrificação) responsáveis por sua decomposição e disponibilização do N às plantas (que o absorvem, preferencialmente, sob a forma de nitrato e amônio). Entretanto, durante esses processos microbiológicos, também ocorre a produção de gases nitrogenados (NO, N₂O e N₂) que podem se difundir do solo para a atmosfera, dependendo da aeração do solo, disponibilidade de N e C, entre outros fatores.

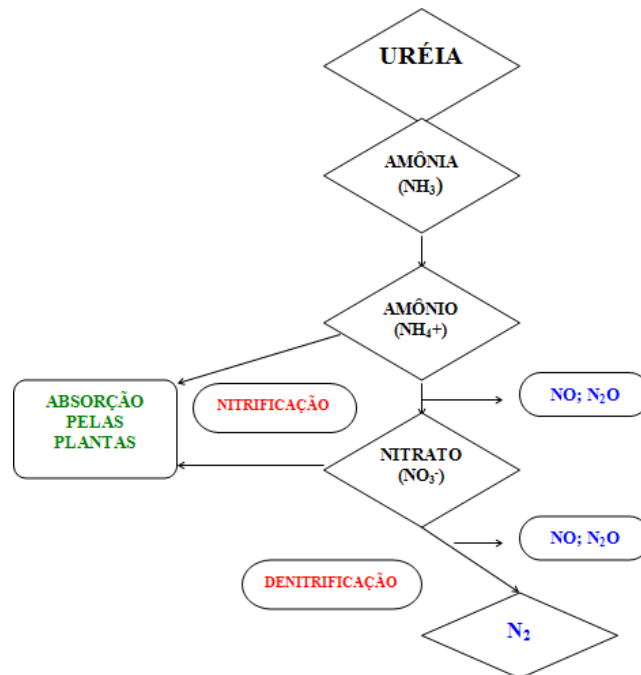
A nitrificação é um processo aeróbio de oxidação do amônio em nitrato e a desnitrificação é um processo anaeróbio de redução do nitrato e do nitrito em N₂. O N₂O é formado principalmente por desnitrificação do NO₃, sendo largamente produzido sob condições anaeróbias.

A fixação biológica de nitrogênio consiste na redução do nitrogênio atmosférico (N₂) a amônio (NH₄⁺) pelas bactérias diazotróficas. Esse processo é de grande importância econômica, pois o nitrogênio é um dos fatores limitantes para o desenvolvimento de plantas de interesse comercial.

Na cultura de soja, o nitrogênio é o nutriente requerido em maior quantidade. Estima-se que para produzir 1000 kg de grãos de soja são necessários 80 kg de nitrogênio. As fontes de nitrogênio disponíveis para a cultura da soja são os fertilizantes nitrogenados químicos e a fixação biológica do nitrogênio. Nessa cultura, bactérias do gênero *Bradyrhizobium* são utilizadas como inoculantes, e em alguns casos podem fornecer todo o nitrogênio de que ela necessita (Hungria et al., 2007).

A pesquisadora Johanna Dobereiner, da Embrapa Agrobiologia, descobriu uma bactéria, a *Rhizobium*, que atua como uma espécie de adubo natural. A bactéria é colocada na semente da soja. Ao germinar, a semente preparada produz nódulos nas raízes que funcionam como usinas para a extração de nitrogênio do ar, proporcionando condições para

que fertilizantes e a maioria dos nutrientes químicos produzidos com derivados de petróleo sejam dispensados. Desde então, foram acumulados dados e resultados que indicam a superioridade desses recursos naturais sobre a utilização de fertilizantes minerais. Por ocasião da introdução da cultura da soja no Brasil, no início da década de 1960, tomou-se partido em favor do aproveitamento das associações entre a planta e bactérias fixadoras de nitrogênio, opondo-se à utilização obrigatória de adubos nitrogenados.



- Ano de Lançamento:

Em 1980.

- Ano de Início de adoção:

Em 1981.

- Abrangência

Estados por Região, onde a tecnologia selecionada está sendo adotada:

- **Região Nordeste:** Bahia, Maranhão e Piauí;
- **Região Norte:** Rondônia e Tocantins;
- **Região Centro Oeste:** Distrito Federal, Goiás, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul;
- **Região Sudeste:** Minas Gerais.
- **Região Sul:** Paraná, Rio Grande do Sul e Santa Catarina.

- Beneficiários

Produtores, laboratórios e centros de pesquisa selecionadores de estirpes das bactérias mais eficientes na ação fixadora de nitrogênio, indústrias produtoras de inoculantes, órgãos governamentais e agentes financiadores.

2 - IDENTIFICAÇÃO DOS IMPACTOS NA CADEIA PRODUTIVA - CARACTERIZAÇÃO DO AGRONEGÓCIO DA SOJA NO BRASIL

Para LAZZARINI & NUNES (2000), a cadeia produtiva da soja no Brasil encontra-se delimitada pelos seguintes itens: indústrias de insumos; produção agrícola; esmagadores, refinadores e indústrias de derivados de óleo, meios de transporte e distribuição.

- Setores de Insumos

Este é constituído pelos produtos a montante do setor de produção agrícola e é composto de vários segmentos como indústrias de máquinas e implementos, sementes, fertilizantes e defensivos, todos com características tecnológicas específicas, que antecedem a produção de matéria-prima, que é o centro das atenções da cadeia produtiva.

A indústria de sementes - O objetivo do produtor é aumentar a renda, produzindo maior quantidade de soja por hectare de terra, atendendo às especificações padrões. Portanto, as estratégias administrativas giram em torno da maximização da produtividade em peso por unidade de área plantada (kg/ha). Isso é repassado às indústrias de sementes que buscam produzir sementes melhoradas que maximizem a produtividade.

Enquanto os produtores se preocupam com a produtividade, os processadores, cujo papel nesse complexo é esmagar grãos para extrair o óleo e a proteína em forma de farelo, desejam um equilíbrio entre a produtividade e o conteúdo protéico e oleaginoso, e estes dependem da variedade da semente utilizada (selecionada) pelo produtor. Esse desejo dos processadores procede porque, ao longo do tempo, os níveis menores de proteína causam impacto no preço da soja em função do menor valor para os usuários finais. Preços menores pressionam a renda dos produtores, fazendo com que estes busquem níveis de produtividade ainda maiores para se manter a renda (AGROSOFOT, 2009). Por isso, a indústria de sementes tem procurado sempre lançar novos materiais genéticos, gerando obsolescência nos materiais antigos e tentando impedir o aproveitamento de parte da safra como semente na safra seguinte, o que é perfeitamente possível ocorrer porque a reutilização não traz perda significativa de produtividade. Dessa forma, ficam evidentes as limitações para a apropriabilidade de investimentos em P&D nesse tipo de indústria e evidencia-se, ainda, o fato de que eram as empresas públicas (a EMBRAPA e a EPAMIG) as

responsáveis pela origem de grande parte dos materiais genéticos. Os segmentos das indústrias de óleos e de carnes têm demandas com características específicas, pois buscam variedades melhoradas, mais produtivas e resistentes, o que exige altos investimentos em P&D para alavancar os investimentos privados. Também algumas empresas privadas dedicaram-se a desenvolver variedades de soja. É o caso da Monsanto, que no final de 1997, adquiriu o banco de germoplasma de soja da FT Sementes, originando uma nova empresa especializada em genética agrícola - a Monsoy. A Monsanto fez grandes investimentos em P&D de biotecnologia e desenvolveu a soja transgênica RR, resistente ao herbicida. A Novartis, Dow, Dupont e outras estão desenvolvendo outras famílias de genes modificados. A indústria de sementes tende a concentrar-se por causa dos elevados montantes de recursos requeridos pelo processo de P&D em genética, principalmente com o uso da biotecnologia. As pesquisas em genética da soja no Brasil têm sido direcionadas ao aumento da produtividade, redução dos custos produtivos, resistência a pragas e doenças, variações do ciclo produtivo, melhoramento de aspectos qualitativos dos grãos, teor de proteína e importância da biotecnologia no processo de melhoramento genético da cultura.

A indústria de máquinas e implementos surge com o intuito de aumentar a produção da agricultura com a fabricação de tratores e colheitadeiras, ao passo que os fertilizantes são usados nas lavouras, pelos produtores, como meio de elevar a fertilidade do solo e aumentar a produtividade. No final dos anos 1960, os investimentos nessa indústria foram reduzidos, o que se modificou ao final dos anos 1980. Com a ampliação dessas indústrias, modificou-se o setor agrícola e, em especial, o cultivo da soja. Com o crescimento da lavoura de soja, nos anos 1960, o mercado de máquinas e equipamentos se ampliou. A produção, que antes era artesanal, passou a adotar tecnologias sofisticadas, passando a ser mais moderna e mecanizada. Assim, há uma mudança na estrutura produtiva, tanto nas técnicas de produção como na agricultura. E, como consequência, dá-se a modernização da agricultura brasileira, nesse período, em três etapas:

a) Modernização - Esta etapa provocou transformações nas relações de trabalho, cuja produção, até então, dava-se de forma artesanal, com base no trabalho familiar, ao passo que, na agricultura industrializada, o trabalho passa a ser com base na contratação.

b) Mecanização da agricultura - Neste caso, os tratores, sendo utilizados como substitutos da força de trabalho do homem, possibilitaram a mecanização de todas as atividades, favorecendo um salto de qualidade no processo de produção e a diversificação dos produtos.

c) Internalização dos setores que produzem insumos, máquinas e equipamentos para a agricultura ocorrida com a implantação da indústria de base (siderurgia, borracha, plásticos e outros), causando uma relação de dependência da capacidade de modernização da agricultura com a indústria. Por causa disso, no final dos anos 1960, a modernização da agricultura, no Brasil, tornou-se um processo irreversível. No caso da produção da soja, a modernização muito contribuiu para o seu desenvolvimento da seguinte forma: aumentando a quantidade de área plantada com a utilização de máquinas e equipamentos sofisticados, desenvolvendo tecnologias próprias para cada região, melhorando o plantio da cultura e obtendo sementes de soja de alta qualidade e de variedades potencialmente produtivas, com o emprego de insumos.

O fertilizante, entre os insumos modernos, é o de maior peso para o agricultor. O seu consumo, para a soja, tem sido em média, 21% do total consumido pelas outras culturas no Brasil. Na cultura da soja, o nitrogênio é o nutriente requerido em maior quantidade. As fontes de nitrogênio disponíveis para a cultura são os fertilizantes nitrogenados químicos e a fixação biológica do nitrogênio.

Na fixação biológica do nitrogênio, bactérias do gênero *Bradyrhizobium* são utilizadas como inoculantes, e em alguns casos podem fornecer todo o nitrogênio de que ela necessita (HUNGRIA et al., 2007), proporcionando condições para que fertilizantes e a maioria dos nutrientes químicos produzidos com derivados de petróleo sejam dispensados. O processo de fixação biológica de nitrogênio, dessa maneira, é um elemento estruturante de realização do projeto que permitiu ao Brasil promover o desenvolvimento rural da Região do Cerrado e, tornar-se um dos principais produtores mundiais de soja.

- Sistemas de Produção

O sistema de manejo de solo de plantio direto é o predominante no cultivo da soja em todo o País. Quanto à estrutura agrária, o tamanho da propriedade tem aumentado, provando que a soja é uma cultura de grande escala. Portanto, do ponto de vista comercial, é desaconselhável a sua produção em pequenas propriedades. Em 1980, 37% da produção de soja era proveniente de propriedades de 100 ha ou menos, que representavam 90% do número de propriedades que produziam soja, ao passo que 25% da produção era proveniente de propriedades cuja área era de 1000 ha, que representavam 0,64% dos estabelecimentos. Já em 1985, apenas 20% da produção provinham daqueles estabelecimentos cuja área era de 100 ha ou menos, que representam 89% do total de estabelecimentos, ao passo que 45% da produção era proveniente dos estabelecimentos acima de 1000 ha, que representavam 1,23% do total (EMBRAPA, 2009).

- Indústria do Esmagamento

Esse tipo de indústria opera basicamente com *commodities* e tudo leva a crer que sua linha estratégica seja a liderança em custos, baseada, principalmente, em economia de escala e na busca de redução da capacidade ociosa. Na indústria de refino, predomina a diferenciação, por se tratar de um estágio de derivados em que os produtos são orientados para segmentos de mercado com forte influência da marca. A cadeia da soja apresenta como *commodities* para o mercado interno os produtos farelo e óleo. No caso de produtos elaborados no segmento de derivados de óleo, destacam-se:

- os óleos;
- os óleos diferenciados - com menor teor de ácidos graxos saturados;
- margarinas - destacando-se mais dois tipos de produtos: os cremes vegetais e as halvarinas.

Outros produtos como as maioneses:

- as tradicionais são dominantes no mercado;
- *light*, que vêm crescendo em importância;
- e as condimentadas especiais.

- Principais Mercados Internacionais para a Soja Brasileira e seus Derivados

O mercado internacional para a soja brasileira em grão apresenta-se maior que o da soja processada, haja vista que, no caso do óleo, outros países têm se destacado como produtores, aumentando a concorrência e a competição no mercado internacional. Nesse tipo de agroindústria, é muito difícil separar as atividades comerciais, a partir das quais as empresas atuam como *trading* e obtêm suas receitas basicamente das vendas de grãos no mercado de *commodities*, das atividades de processamento dos subprodutos básicos: óleos (bruto e refinado), farelo e rações (CASTRO; FONSECA, 1995). Trata-se de atividades que se encontram interligadas. No mercado externo, a Argentina é o principal competidor do Brasil na produção e comercialização da soja. Mantém seus custos baixos em relação ao Brasil e EUA; porém, na época da safra de soja, a área disponível para aumentos significativos de produção está ocupada com outras culturas. Como é um tradicional exportador de produtos agrícolas, dificilmente irá deslocar áreas para produção de soja com o risco de perder mercados de outros produtos (ROESSING; GUEDES; MELLO, 1996). No tocante à questão dos subsídios, o Brasil e a Argentina são os países que menos subsidiam a soja. A ajuda oficial é maior nos países industrializados e consumidores. Nos Estados Unidos, por exemplo, há uma sobretaxa de 20,8% sobre o valor do óleo de soja importado. No Japão, não há tarifa de importação para a soja em grãos, mas o óleo paga 28%, para entrar no país, e a China cobra 112% de tarifa de importação para o óleo de soja, o que dificulta a comercialização do óleo de soja brasileiro com esses países. Mesmo assim, as exportações brasileiras do complexo de soja tiveram expressivo aumento a partir de 2001. Uma mudança importante ocorreu ao longo dos últimos dez anos nos países de destino das exportações do agronegócio brasileiro, visto que a China, impulsionada pelo elevado crescimento anual, tornou-se o principal país importador do agronegócio brasileiro, sobretudo do mercado da soja. No ano de 2018, o valor das exportações do grão ficou em aproximadamente US\$ 33,19 milhões. As vendas externas do complexo soja (grão, farelo e óleo) somaram US\$ 40,9 milhões (ABIOVE, 2018a).

3 - AVALIAÇÕES DOS IMPACTOS ECONÔMICOS

- Avaliações dos Impactos Econômicos

Se aplica: sim (x) não ()

Tipo de Impacto: Redução de Custos

Tabela Ab - Ganhos de Redução de Custos Regionais - Valores Históricos

Ano	Unidade de Medida (UM)	Custo Anterior - R\$/UM (A)	Custo Atual - R\$/UM (B)	Economia Obtida - R\$/UM C = (A - B)
1999	Hectares	288,49	2,51	285,98
2000		362,52	2,51	360,01
2001		459,36	2,87	456,49
2002		532,13	3,34	528,79
2003		778,27	4,20	774,07
2004		912,09	4,71	907,38
2005		900,00	5,04	894,96
2006		809,79	5,59	804,20
2007		910,46	6,54	903,92
2008		1.243,78	7,13	1.236,65
2009		703,46	5,52	697,94
2010		918,12	2,43	915,69
2011		957,85	2,28	955,57
2012		970,77	1,78	968,99
2013		1.150,99	2,03	1.148,96
2014		1.106,62	2,27	1.104,35
2015		1.201,23	3,06	1.198,17
2016		1.105,54	3,21	1.102,33
2017		1.110,08	2,88	1.107,20
2018		1.096,20	2,92	1.093,28
2019	1.250,77	3,27	1.247,50	

Fonte: CONAB, 2019.

Tabela Bb - Benefícios Econômicos Regionais - Valores Históricos

Ano	Participação Embrapa - % (D)	Ganho Líquido Embrapa - R\$/UM $E = (C \times D) / 100$	Unidade de Medida (UM)	Área de Adoção - UM (F)	Benefício Econômico - R\$ $G = (E \times F)$
1999	50	142,99	Hectare	13.061.410	1.867.651.015,90
2000		180,05		13.656.771	2.458.901.618,55
2001		228,25		13.985.099	3.192.098.846,75
2002		264,40		16.359.441	4.325.436.200,40
2003		387,04		18.524.769	7.169.826.593,76
2004		453,69		21.538.990	9.772.024.373,10
2005		447,48		22.948.874	10.269.162.137,52
2006		402,10		22.047.349	8.865.239.032,90
2007		451,96		21.565.279	9.746.643.496,84
2008		618,33		21.272.244	13.153.266.632,52
2009		348,97		21.736.741	7.585.470.506,77
2010		457,85		23.327.296	10.680.402.473,60
2011		477,79		24.639.700	11.770.213.313,00
2012		484,50		24.922.374	12.074.890.203,00
2013		574,48		27.721.101	15.925.218.102,48
2014		552,175		30.173.100	16.660.831.492,50
2015		599,085		32.093.100	19.226.494.813,50
2016		551,165		33.251.900	18.327.283.463,50
2017		507,13		33.708.401	17.094.541.399,18
2018		546,64		35.149.300	19.214.013.352,00
2019	623,75	35.874.100	22.376.469.875,00		

Fonte: CONAB, 2019.

Tabela Cc - Índices de Correção dos Valores das Tabelas de Impactos Econômicos e de Custos

Ano	Índice IGP-DI FGV Disponibilidade Interna
1999	119,98
2000	109,81
2001	110,40
2002	126,41
2003	107,67
2004	112,14
2005	101,22
2006	103,79
2007	107,89
2008	109,10
2009	-1,43
2010	111,30
2011	105,00
2012	108,10
2013	105,52
2014	103,78
2015	107,00
2016	107,18
2017	-0,42
2018	107,10
2019	107,70

Fonte: Portal Brasil, Janeiro/2020.

Tabela Abc - Ganhos de Redução de Custos Regionais - Valores Corrigidos

Ano	Unidade de Medida (UM)	Custo Anterior - R\$/UM (A)	Custo Atual - R\$/UM (B)	Economia Obtida - R\$/UM C = (A - B)
1999	Hectares	346,16	3,01	343,15
2000		398,05	2,76	395,29
2001		507,13	3,17	503,96
2002		672,67	4,22	668,44
2003		837,96	4,52	833,44
2004		1.022,73	5,28	1.017,45
2005		910,98	5,10	905,88
2006		840,48	5,80	834,68
2007		982,30	7,06	975,24
2008		1.356,96	7,78	1.349,19
2009		693,40	5,43	687,97
2010		1.021,87	2,70	1.019,16
2011		1.005,84	2,39	1.003,44
2012		1.049,50	1,92	1.047,58
2013		1.214,52	2,14	1.212,38
2014		1.148,45	2,36	1.146,09
2015		1.329,40	3,39	1.326,01
2016		1.184,59	3,44	1.181,15
2017		1.106,21	2,87	1.103,34
2018		1.096,20	2,92	1.093,28
2019	1.347,08	3,52	1.343,56	

Fonte: CONAB, 2019.

Tabela Bbc - Benefícios Econômicos Regionais - Valores Corrigidos

Ano	Participação Embrapa - % (D)	Ganho Líquido Embrapa - R\$/UM $E = (C \times D)/100$	Unidade de Medida (UM)	Área de Adoção - UM (F)	Benefício Econômico - R\$ $G = (E \times F)$
1999	50	171,57	Hectare	13.061.410	2.240.946.113,70
2000		197,65		13.656.771	2.699.260.788,15
2001		251,98		13.985.099	3.523.965.246,02
2002		334,22		16.359.441	5.467.652.371,02
2003		416,72		18.524.769	7.719.641.737,68
2004		508,72		21.538.990	10.957.314.992,80
2005		452,94		22.948.874	10.394.462.989,56
2006		417,34		22.047.349	9.201.240.631,66
2007		487,62		21.565.279	10.515.661.345,98
2008		674,59		21.272.244	14.350.043.079,96
2009		343,98		21.736.741	7.477.004.169,18
2010		509,58		23.327.296	11.887.123.495,56
2011		501,72		24.639.700	12.362.230.284,00
2012		523,79		24.922.374	13.054.090.277,46
2013		606,19		27.721.101	16.804.254.215,19
2014		573,05		30.173.100	17.290.694.955,00
2015		663,01		32.093.100	21.278.046.231,00
2016		590,57		33.251.900	19.637.574.583,00
2017		551,28		33.708.401	18.582.767.303,28
2018		546,64		35.149,300	19.214.013.352,00
2019	671,78	35.874.100	24.099.502.898,00		

Fonte: Dados da pesquisa, 2019.

Tipo de Impacto: Redução de Custos

- Análises dos impactos econômicos

O uso de inoculantes rizobianos na cultura da soja tem sido responsável por expressiva redução no custo de produção dessa leguminosa, que segundo HUNGRIA (2007), dado o teor elevado de proteína dos grãos de soja (Glycine Max) resulta em uma demanda de 80 kg de nitrogênio (N) para cada 1.000 kg de grão produzidos; como a eficiência da utilização dos fertilizantes nitrogenados é raramente superior a 50%, seria necessário aplicar 160 kg para produzir os mesmos 1.000 kg de soja. Estudos revelaram que a soja pode suprir essa necessidade pelo processo de fixação biológica do nitrogênio atmosférico (N₂),

reduzindo drasticamente o custo de produção (HUNGRIA, et all., 2007).

A produção de soja no Brasil em 1999 foi de aproximadamente 31,0 milhões de toneladas, o que implicaria em necessidade de 5,0 milhões de t de nitrogênio. Em 2006, essa área cresceu em 68%. Esse crescimento se deu graças ao rendimento obtido com a eliminação do uso da adubação nitrogenada e ao crescimento médio da produtividade de 5% no período.

Para fornecer nitrogênio suficiente a cultivares de alta produtividade, os rizobiologistas têm trabalhado na seleção de estirpes com maior capacidade de fixação de N e melhorias na técnica de inoculação. Assim, tem-se obtido produtividades de até 4.000 kg/ha usando exclusivamente a inoculação, não sendo necessária nenhuma suplementação com fertilizantes nitrogenados, eliminando assim a necessidade de utilização de adubos minerais como fonte de nitrogênio, diminuindo drasticamente os custos de produção dessa cultura e gerando inúmeros benefícios econômicos e ambientais.

Os benefícios econômicos, em valor nominal, estimados na Tabela Ab e Bb, correspondem apenas ao impacto do uso da tecnologia no elo produtor e, para efeito desta análise, considerou-se somente o efeito de redução de custo, embora tenha sido verificado ganho de produtividade com seleção de estirpes e a reinoculação (prática de fazer a inoculação todo ano) de aproximadamente de 4,7%. O benefício econômico correspondente à redução do custo de produção evoluiu, a partir de 1999, de R\$ 2,2 bilhões para R\$ 18,6 bilhões em 2017 em valor corrigido pelo IGP-DI/FGV, considerando a participação da Embrapa em 50%.

- Participação da Embrapa e parceiros nos benefícios gerados. Ampliação dos impactos econômicos.

O NEGÓCIO DO INOCULANTE DE SOJA

Pesquisa: disponibilizar estirpes de elevada eficiência para a produção de inoculantes.

O processo de fixação biológica de nitrogênio é conhecido desde o século XIX, e o papel das instituições brasileiras de pesquisa que atuam nessa área é selecionar bactérias de

elevada eficiência fixadora adaptadas às condições tropicais para que sejam disponibilizadas para a produção de inoculantes.

O grupo de pesquisa em Microbiologia do Solo da Embrapa Cerrados foi criado em 1975. O início dos trabalhos coincidiu com a expansão da soja no Cerrado e concentrou-se exatamente na busca de estirpes de bactérias fixadoras de nitrogênio eficientes e adaptadas às condições do Brasil Central. O objetivo principal desses estudos foi colaborar para o aumento da produtividade da soja, visando fornecer todo o nitrogênio necessário para as plantas via fixação biológica (FBN). Esse trabalho culminou com a seleção e lançamento das estirpes de *Bradyrhizobium elkanii* 29W e SEMIA 587, em 1980, e das estirpes *Bradyrhizobium japonicum* CPAC-7 (SEMIA 5080) e CPAC-15 (SEMIA 5079), em 1993, que hoje são recomendadas para a formulação dos inoculantes comerciais produzidos no Brasil para a cultura da soja (MENDES et al. 2010 e MENDES, 2011).

Na atualidade, existem laboratórios credenciados que fazem análise de qualidade de inoculantes, sendo que as análises oficiais são realizadas pelo Centro de Fixação Biológica do Nitrogênio da Fundação de Pesquisa Agropecuário - Fepagro, em Porto Alegre, RS. Essa instituição também é responsável por fornecer às indústrias as cepas originais de rizóbios recomendadas para a formulação dos inoculantes.

A Rede de Laboratórios para Recomendação, Padronização e Difusão da Tecnologia de Inoculantes Microbiológicos de Interesse Agrícola - RELARE foi fundada em 1985, tendo adquirido personalidade jurídica, como entidade civil sem fins lucrativos, em 1998. A cada dois anos se reúne com a presença de pesquisadores, técnicos da fiscalização do Ministério da Agricultura, Pecuária, e Abastecimento - MAPA e das empresas produtoras de inoculantes. Nessas reuniões são apresentados resultados de pesquisa, seja de seleção de estirpes bem como de outros trabalhos relacionados com o tema. A RELARE é um ponto de referência para toda a política de fixação o nitrogênio no Brasil, traçando rumos e fornecendo ideias para uma contínua melhoria e incremento do uso de inoculantes.

Um dos grandes momentos da RELARE foi a proposta da criação de um Fundo de Apoio à Pesquisa. Prontamente encampada pela ANPII - Associação Nacional dos Produtores e Importadores de Inoculantes, a ideia resultou na criação do FAPANPII, um fundo mantido

pelo aporte, com respaldo estatutário da Associação, de uma quantia sobre cada dose de inoculante vendido no Brasil. Esse fundo tem financiado várias pesquisas, ajudou na manutenção de um Banco de Estirpes, onde são mantidas, catalogadas e distribuídas as estirpes de *Rhizobium* e *Bradyrhizobium*. O fundo também vem financiando a reunião da RELARE e um plano de difusão do uso de inoculantes. É sempre indicado aos distribuidores e aos produtores de soja que tenham sempre a garantia de qualidade do inoculante. Para isso, devem levar amostras aos laboratórios credenciados para que sejam realizados os testes de qualidade e de pureza dos mesmos. Entidades como a Embrapa Soja, A Embrapa Cerrados, A Embrapa Agrobiologia e a Embrapa Centro Oeste, bem como a FEPAGRO (Porto Alegre, RS) e o IAC (Campinas, SP), entre outras, mantêm um intenso programa de seleção de estirpes (ANPII/RELARE, 2013). O RELARE forma atualmente um ambiente organizacional da pesquisa de FBN, com uma rede 24 instituições (10 Embrapas, 7 universidades, 4 institutos de pesquisa, 1 empresa estadual de pesquisa, 1 fundação, e um ministério). O ambiente institucional com 4 ordenações legais: 1 decreto, 2 instruções normativas e um convênio (ANPII/LEGISLAÇÃO, 2013).

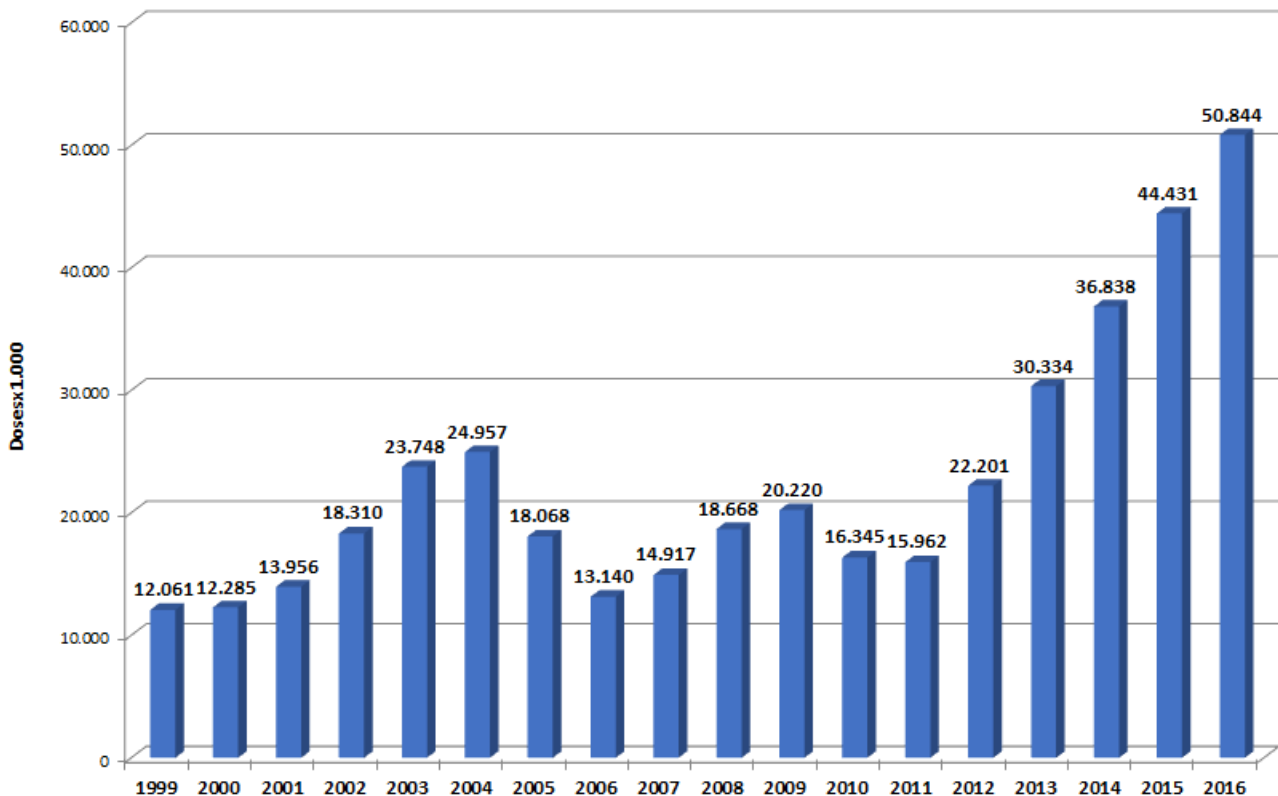
Os produtores de inoculantes: oferecer inoculantes de alta qualidade em doses viáveis para o agricultor

Os produtores de inoculantes têm a obrigação de oferecer produtos de elevada qualidade, com concentrações de bactérias que permitam atingir 1 milhão duzentas mil bactérias por semente em doses viáveis para o agricultor. Dentre os vários benefícios econômicos e sociais da FBN, desenha-se uma nascente indústria de inoculantes. A Associação Nacional dos Produtores e Importadores de Inoculantes - ANPII, fundada em 1980, é uma entidade sem fins lucrativos que congrega produtores e importadores de inoculantes, visando difundir o uso deste importante insumo biológico. Tem como principal atividade além de representar as associadas, o trabalho de melhoria contínua da qualidade dos produtos colocados à disposição dos clientes, e a divulgação da tecnologia junto à assistência técnica e aos agricultores. A ANPII reúne oito empresas que respondem por 70% dos inoculantes comercializados no País. No ano de 1999, a associação comercializou 12 milhões de doses, com um volume de negócios de 16,9 milhões de reais; em 2011, alcançou 19,3 milhões de doses com um volume de negócios de 44 milhões de reais, tendo atingido o nível máximo doses comercializadas em 2004: 25,9 milhões de doses num volume de negócios da ordem de 59,2 milhões de reais (Gráfico A). A operação de inoculação tem

impacto pouco significativo em termos de custo de produção, ficando entre 0,1% e 0,2%.

À assistência técnica cabe difundir a noção da importância do inoculante para o processo produtivo e a maneira correta do seu uso.

Gráfico A - Vendas de inoculantes das empresas filiadas à ANPII



Fonte: ANPII/ESTATÍSTICAS, 2018.

A fiscalização: garantir os padrões de qualidade

No Brasil, a relação de microorganismos com autorização para utilização na produção de inoculantes é publicada pelo MAPA e inclui estirpes recomendadas para quase uma centena de plantas (grãos, forrageiras, leguminosas, para adubação verde e arbóreas), nativas ou que são cultivadas há séculos no Brasil, (por exemplo, o feijoeiro) (IN nº 13, de 24 de março de 2011, MAPA).

O inoculante hoje é regulado por Lei específica e por diversas portarias do MAPA, criando ambiente legal de coerção no sentido de dotar a fiscalização de meios operacionais que assegure a entrega do produto ao agricultor esteja dentro dos padrões de garantia. Os

fiscais do Ministério devem fiscalizar rigorosamente as empresas de inoculantes, coletando amostras que são enviadas ao laboratório de referência (CEPAGRO).

O agricultor: uso correto do produto

Beneficiário final de todo o processo, o agricultor deve usar corretamente o produto, tratando-o como um insumo de elevada importância para a produtividade de sua lavoura.

- Avaliação dos Impactos

A Unidade utilizou a metodologia AMBITEC-Social (x) sim () não.

Para avaliar os impactos sociais da tecnologia no Sistema Ambitec Social, foram entrevistados proprietários no Distrito Federal (Planaltina) Goiás (Luziânia e Rio Verde), Bahia (São Desidério e Correntina), Minas Gerais (Patrocínio), perfazendo um total de quatorze produtores, sendo 8 familiares e 6 produtores patronais (3 grandes produtores entre 1000 e 5000 hectares, e 3 produtores comerciais acima de 5000 hectares). Além desses produtores, foram entrevistados extensionistas e técnicos da cooperativa COOPERMONTE, no Município de Monte Carmelo, representantes da Cooperativa Agroindustrial dos Produtores Rurais do Sudoeste Goiano - COMIGO, no município de Rio Verde, além dos pesquisadores atuantes no estudo e difusão de novas estirpes de *Bradyrhizobium*.

- Fonte de dados

Tabela 4.1.0 - Número de consultas realizadas por município.

Municípios	Estado	Produtor Familiar		Produtor Patronal		Total
		Pequeno	Médio	Grande	Comercial	
Rio Verde	GO	4	-	-	-	4
Planaltina	GO	4	-	1	-	5
Luziânia	GO	-	-	-	1	1
São Desidério	BA	-	-	1	-	1
Correntina	BA	-	-	-	2	2
Patrocínio	MG	-	-	1	-	1
Total		8	-	3	3	14

Fonte: Dados da pesquisa, 2016.

Capacitação

O processo de trabalho da inoculação da semente de soja utiliza betoneira ou misturador de sementes, água, açúcar ou fungicida, a semente, o inoculante e plantadeira. O trabalho consiste em preparar a solução inoculadora, despejar a semente na betoneira ou misturá-la manualmente, deixar secar a mistura e alimentar a plantadeira com a semente inoculada.

Um cenário de trabalho que demanda um tipo de treinamento de curta duração e um nível de capacitação básico. Relatos dos produtores entrevistados indicam, no entanto, a necessidade de supervisão das tarefas no processo de inoculação, no sentido de evitar erros e misturas com outros produtos químicos.

Para um total de cinco produtores entrevistados em 2006 (três familiares e dois patronais), o impacto geral da capacitação foi de 0.54 (sendo de 0.35 para produtores familiares e 0.73 para produtores patronais).

4.1.1 - Tabela - Impactos sociais - aspecto emprego

Indicadores	Se aplica (Sim/Não)	Média Tipo 1 (*)	Média Tipo 2 (**)	Média Geral
Capacitação	Sim	1,06	2,54	1,75
Oportunidade de emprego local qualificado	Sim	0,07	0,32	0,24
Oferta de emprego e condição do trabalhador	Sim	0,35	0,20	0,21
Qualidade do emprego	Sim	0,00	0,43	0,27

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

Fonte: Dados da pesquisa, 2016.

Em 2007, acumulando-se 14 produtores (8 produtores familiares e 6 produtores patronais), o coeficiente de impacto da capacitação elevou-se para 1.50 (composto por 1.06 para produtores familiares e 2.08 para produtores patronais). Observa-se, nos dois anos em análise, que o impacto da capacitação é maior entre os produtores patronais. Seja para o produtor familiar ou patronal, existe a afirmação de que ocorre a necessidade de treinamento da mão de obra, seja para seguir as recomendações técnicas, seja para operar a máquina que mistura o inoculante com a semente e outros produtos.

Em 2008, aos 14 produtores considerados em 2007 (8 produtores familiares e 6 produtores patronais), soma-se as declarações do pesquisador da área. O coeficiente de impacto da capacitação eleva-se de 1.50 (2007) para 1.75, o coeficiente de 1.06 para produtores familiares se mantêm, enquanto que o coeficiente de 2.08 (2007) para produtores patronais se eleva para 2,54, confirmando a tendência de uma maior preocupação dos produtores patronais com a capacitação dos trabalhadores na operação de inoculação da soja.

Observa-se, nos dois anos em análise, que o impacto da capacitação é maior entre os produtores patronais. Seja para o produtor familiar ou patronal, existe a afirmação de que ocorre a necessidade de treinamento da mão de obra, necessária para seguir as recomendações técnicas e também para operação do misturador de inoculantes com a semente e outros produtos.

Oportunidade de Emprego Local Qualificado

A demanda por este tipo de mão de obra que, conforme dito anteriormente, classifica-se em braçal e braçal especializado (não pode ser analfabeto), pressiona muito pouco o mercado local de mão de mão ou outros segmentos desse mercado, visto que as tarefas de inoculação são simples, podendo ser realizadas por trabalhador temporário ou um trabalhador permanente da propriedade, ou mesmo um membro do grupo familiar, que irão somar às tarefas de inoculação, às demais tarefas do cotidiano da produção agrícola.

Seja para total de cinco produtores entrevistados em 2006 (três familiares e dois patronais), seja para o número de 14 produtores (8 produtores familiares e 6 produtores patronais), em 2007, os coeficientes destes dois indicadores estão estáveis:

A Oportunidade de Emprego Local Qualificado apresenta um coeficiente geral de em 2006 e 0.19 em 2007. Em 2008 este coeficiente volta ao patamar de 2006, ou seja, (0.32 para o setor patronal e 0.07 para o setor familiar).

Oferta de Emprego e Condição do Trabalhador

Oferta de Emprego e Condição do Trabalhador mostra um coeficiente de 0.24 para 2006 e 0.23 para 2007. Em 2008 está na mesma faixa, 0,21 (0.20 para o setor patronal e 0.35 para o setor familiar). Apesar dos produtores familiares considerarem que essa tecnologia melhora o coeficiente, surge a ideia de que os aspectos de prevenção do trabalho infantil, a preservação da jornada de trabalho de 44 horas, a adesão à contribuição previdenciária, os auxílios moradia, alimentação, transporte e saúde não são influenciados por essa tecnologia.

Qualidade do Emprego

As tarefas geradas pelo processo de trabalho da inoculação da semente de soja têm impacto reduzido na geração de empregos diretos estáveis. A operação de inoculação exige o treinamento da mão de obra existente. Em grandes propriedades, a atividade ou o processo de trabalho do funcionário compreende um conjunto de atividades assemelhadas como aplicação de outros produtos da área química.

Em 2006, o coeficiente de Qualidade do Emprego mostrou um número da ordem de 0.07 e em 2007 um coeficiente de 0.29, cuja explicação se deve a uma maior atividade estável de inoculação de soja entre os produtores patronais.

Nos últimos anos este coeficiente se manteve estável.

- **Tabela** - Impactos sociais - aspecto renda

Indicadores	Se aplica (Sim/Não)	Média Tipo 1 (*)	Média Tipo 2 (**)	Média Geral
Geração de Renda do estabelecimento	Sim	0,94	2,50	2,00
Diversidade de fonte de renda	Sim	0,00	1,33	1,13
Valor da propriedade	Sim	0,83	3,22	2,17

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

Fonte: Dados da pesquisa, 2016.

Geração de Renda do Estabelecimento

O trabalho adicional gerado pela inoculação permite um aumento do montante da renda e oferta segura de trabalho, em particular nas grandes propriedades onde a atividade pode apresentar-se de forma contínua indo além da época de plantio, gerando

postos de trabalho, segundo alguns relatos. No entanto, nesses mesmos relatos, não temos a figura social de um trabalhador que estaria a se ocupar dessa função. O relato que existe é de que essa atividade foi integrada a outras na operação “preparação de sementes”, ou seja, ao mesmo tempo em que é aplicado o fungicida nas sementes, aproveita-se a mão de obra do trabalhador para aplicar o inoculante.

Em 2006, a geração de renda no estabelecimento gerou um coeficiente de 0,94, influenciado pelos depoimentos dos agricultores familiares. Para 2007, esse coeficiente cresceu fortemente, atingindo 2.14, já refletindo a percepção dos produtores patronais. Em 2008 está no mesmo nível, 2.00 (2.50 para o setor patronal e 0.94 para o setor familiar).

Diversidade de Fontes de Renda

Em 2006, mostrou um coeficiente de 0.63, evoluindo para 0.89 em 2007, repetindo-se a influência da posição dos produtores patronais no incremento desse número. Em 2008, evolui para o nível de 1,13 (1,33 para o setor patronal e 0.00 para o setor familiar).

Valor da Propriedade

Em 2006, mostrou um coeficiente de 0.44, evoluindo para 1.84 em 2007. Em 2008, esse coeficiente atinge 2,17 (0,83 para o setor patronal e 3,22 para o setor familiar). Efeito positivo moderado ocorre como resultante dos aspectos de valorização da propriedade e na conservação dos recursos naturais.

- **Tabela** - Impactos sociais - aspecto saúde.

Indicadores	Se aplica (Sim/Não)	Média Tipo 1 (*)	Média Tipo 2 (**)	Média Geral
Saúde ambiental e pessoal	Sim	1,33	3,17	1,80
Segurança e saúde ocupacional	Sim	0,13	0,20	0,12
Segurança alimentar	Sim	0,70	1,23	1,00

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

Fonte: Dados da pesquisa, 2016.

Saúde Ambiental e Pessoal

Efeito positivo neste item pela redução da emissão de poluentes atmosféricos devido à redução de uso de óleo diesel pela não utilização de horas de trator na aplicação do

adubo nitrogenado, bem como a redução de poluentes hídricos devido à não contaminação do lençol freático e dos corpos de água pelo nitrato presente nos adubos nitrogenados. Em 2008, atingiu o nível de 1,80 (3,17 para o setor patronal e 1,33 para o setor familiar).

Segurança e Saúde Ocupacional

Efeito positivo de valor reduzido deste item no que se refere à exposição a qualquer tipo de periculosidade, ruídos, vibração, calor ou frio, umidade, agentes químicos ou biológicos. Em 2008, está no nível de 0,12 (0,20 para o setor patronal e 0,13 para o setor familiar). Em função do uso de máquinas para a mistura das sementes com o inoculante, houve uma maior exposição a ruídos, calor e outros agentes, fazendo com que o coeficiente tenha apresentado um efeito positivo.

Segurança Alimentar

A inoculação como processo biológico integrando a produção de soja propicia o aumento da sua margem em direção a um alimento seguro de qualidade garantida. Em 2008, está no nível de 1,00 (1,23 para o setor patronal e 0,70 para o setor familiar).

- **Tabela** - Impactos sociais - aspecto gestão e administração

Indicadores	Se aplica (Sim/Não)	Média Tipo 1 (*)	Média Tipo 2 (**)	Média Geral
Dedicação e perfil do responsável	Sim	0,58	0,71	0,52
Condição de comercialização	Sim	0,00	0,00	0,00
Reciclagem de resíduos	Sim	2,00	0,14	0,67
Relacionamento institucional	Sim	0,00	0,64	0,37

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

Fonte: Dados da pesquisa, 2016.

Dedicação e Perfil do Responsável

Neste item, a inoculação exige do gerente, do agricultor familiar ou de um de seus parentes, um nível conhecimento que lhe permita fazer a supervisão das atividades de inoculação. Em 2008 está no nível de 0,52.

Condição de Comercialização

Não tem efeito.

Relacionamento Institucional

Este item apresenta valor positivo, embora pequeno devido ao fato de que proporciona uma aproximação do produtor patronal com as instituições de assistência técnica e ao movimento associativista/cooperativista. Em 2008 atingiu o índice de 0.37.

- Análise dos Resultados

Análise Integrada

O índice de impacto gerado pelo AMBITEC Social, relacionado aos produtores, mostra um coeficiente médio da ordem de 0,78 formado pelos indicadores, segundo a ordem de grandeza do coeficiente:

- 1) Valor da Propriedade (2,17): resultante dos aspectos de valorização da propriedade e na conservação dos recursos naturais; dada a maior produtividade e redução de custos, houve uma maior valorização da propriedade em função do uso da tecnologia. Outro aspecto a ser valorizado é a questão da eficiência. A eficiência agrícola proporcionada pelo uso da tecnologia elevou a valorização da propriedade.
- 2) Renda (2,00): geração de mais renda por aumentar a atividade de mão de obra na pequena e grande propriedade, e a diversidade de fontes de renda por criar um novo ramo empresarial de pequenas e médias propriedades, a produção de inoculantes. A renda gerada advém também da eficiência tecnológica proporcionada pela tecnologia. Seus resultados refletem em maior produtividade e comercialização do produto gerado, gerando maior rendimento aos produtores rurais.
- 3) Saúde Ambiental e Pessoal (1,80): efeito positivo neste item pela redução da emissão de poluentes atmosféricos devido à redução de uso de óleo diesel, e pela não utilização de horas de trator na aplicação do adubo nitrogenado, bem como a redução de poluentes hídricos devido à não contaminação do lençol freático e dos corpos de água pelo nitrato presente nos adubos nitrogenados;
- 4) Emprego (1,75): a operação de inocular exige a capacitação da mão de obra existente e aumento de ocupação, mas não de novos postos de trabalho, haja vista que a tecnologia

exige somente mais uma atribuição àqueles funcionários que já desempenham outras atividades na propriedade;

5) Segurança Alimentar (1,00): propicia o aumento da margem em direção a um alimento seguro de qualidade garantida da produção. A tecnologia promove, aliada a outros fatores, alimentos com propriedades consideradas seguras para alimentação e comercialização.

Média Tipo 1	Média Tipo 2	Média Geral
0,52	1,04	0,78

Vale ressaltar que este indicador reflete a posição dos produtores (empresariais e familiares) entrevistados.

- Impactos sobre o Emprego

Número de empregos gerados:	-
-----------------------------	---

Considerando que em 2017 o incremento da área adotada foi de 456.501 hectares (33.708.900 - 33.251.900) e que para cada mil hectares são necessários dez trabalhadores - 4 fixos e 6 temporários - (SCHLESINGER, 2006), foram gerados em torno de 4.565 empregos. Em relação ao número de empregos gerados ao longo da cadeia, não houve aumento, dado que a tecnologia se apresenta apenas como mais uma atividade dentre as demais realizadas pelos trabalhadores já empregados. Sua aplicação no campo não necessita de qualificação técnica ou atributos acadêmicos, sendo facilmente realizada por qualquer trabalhador da propriedade. Ou seja, não é necessária a contratação de mais um empregado, sendo dada mais uma atribuição àqueles que já estão empregados na aplicação de fungicidas e demais produtos fitossanitários.

Além do trabalho de laboratório, de fundamental importância, vale ressaltar a contribuição da pesquisa para a geração de uma indústria de inoculantes (ver item 3.2.1). O Brasil é hoje reconhecido mundialmente por sua organização de forma sistêmica, de toda uma política de pesquisa e de produção de inoculantes (ANP/ARTIGOSa).

No Quadro 1, é possível ver o número e a qualificação dos profissionais técnicos que desenvolvem suas atividades nas empresas filiadas à ANPIL.

Quadro 1 - Número e a qualificação dos profissionais técnicos.

Nível de escolaridade	Produção	P&D	Total
Doutores	6	12	18
Mestres	2	8	10
Especialistas	2	4	6
Graduados	4	11	15
Totais	14	35	49
Trabalhos de pesquisa em andamento			41

Fonte: ANPIL/ARTIGOSb.

A ANPIL, além da estrutura técnica e científica, possui uma estrutura de vendas, com elevada permeabilidade no meio agrícola: mais de duzentos vendedores, altamente conhecedores da tecnologia, bem como mais de mil vendedores dos canais de distribuição espalhados por todo o País e com grande conhecimento do mercado agrícola ANPIL/ARTIGOSb.

5 - AVALIAÇÕES DOS IMPACTOS AMBIENTAIS

- Avaliação dos impactos ambientais

A Unidade utilizou a metodologia AMBITEC (x) sim () não.

Foram entrevistados 14 produtores rurais. Desses, 8 são pequenos produtores, 3 grandes produtores e 3 desempenham os trabalhos em escala comercial. Os pequenos produtores situam-se em Goiás, nos municípios de Rio Verde e Planaltina. Os grandes produtores estão localizados nos estados de Goiás, Bahia e Minas Gerais. Em cada estado foi entrevistado um produtor. Comercialmente, foram entrevistados três produtores localizados nos municípios de Correntina-BA e Luziânia-GO. Dado o tamanho da equipe, os prazos a cumprir e os recursos disponíveis, não foi possível entrevistar outros produtores.

Fonte de dados

Tabela 5.3.1 - Número de consultas realizadas por município

Municípios	Estado	Produtor Familiar		Produtor Patronal		Total
		Pequeno	Médio	Grande	Comercial	
Rio Verde	GO	4	-	-	-	4
Planaltina	GO	4	-	1	-	5
Luziânia	GO	-	-	-	1	1
São Desidério	BA	-	-	1	-	1
Correntina	BA	-	-	-	2	2
Patrocínio	MG	-	-	1	-	1
Total		8	-	3	3	14

Fonte: Dados da pesquisa, 2016.

- Alcance da Tecnologia

O alcance da tecnologia expressa a escala geográfica na qual esta influencia a atividade ou produto e é definido pela abrangência (área total cultivada com o produto - em hectares) e a influência (porcentagem desta área à qual a tecnologia se aplica). Este é um aspecto geral da tecnologia, independente do seu uso local, e portanto não está incluído nas matrizes de avaliação. Dessa forma, deve ser descrito e analisado a partir de informações geradas pelo projeto.

Dado o tempo desde o lançamento da tecnologia, não há como precisar qual seria o seu alcance, entretanto pode-se afirmar que sem ela o Cerrado brasileiro não seria

um grande produtor de grãos e os estados da Região Centro Oeste não se destacariam no agronegócio. É em função do caráter estratégico da tecnologia da fixação biológica de nitrogênio na cultura da soja que se constrói todo o ambiente para o desenvolvimento agrícola brasileiro.

- Eficiência Tecnológica

A eficiência tecnológica refere-se à contribuição da tecnologia para a redução da dependência do uso de insumos, sejam esses insumos tecnológicos ou naturais. Os indicadores de eficiência tecnológica são: uso de agroquímicos, uso de energia e uso de recursos naturais.

Tabela 5.1.2.1 - Eficiência Tecnológica.

Indicadores	Se aplica (Sim/Não)	Média Tipo 1 (*)	Média Tipo 2 (**)	Média Geral
Uso de agroquímicos/insumos químicos e ou materiais	Sim	0,94	2,67	1,68
Uso de energia	Sim	0,44	0,75	0,57
Uso de recursos naturais	Sim	0,25	0,00	0,14

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

Fonte: Dados da pesquisa, 2016.

Uso de agroquímicos/ insumos químicos e ou materiais

Impacto forte pela redução do uso de fertilizantes (nitrogênio) de operações de calagem (1,68).

Uso de Energia

Impacto positivo pequeno devido à redução do consumo de óleo diesel nas operações de calagem e aplicação de nitrogênio (0,57).

Uso de Recursos Naturais

Impacto positivo pequeno como resultante de menor uso do solo para plantio (0,14).

- Conservação Ambiental

A contribuição da tecnologia para a conservação ambiental é avaliada segundo o efeito na qualidade dos compartimentos do ambiente, ou seja, atmosfera, capacidade produtiva do solo, água e biodiversidade.

Tabela 5.1.3.1 - Conservação Ambiental para AMBITEC Agro

Indicadores	Se aplica (Sim/Não)	Média Tipo 1 (*)	Média Tipo 2 (**)	Média Geral
Atmosfera	Sim	3,53	4,17	3,80
Capacidade produtiva do solo	Sim	2,51	2,08	2,33
Água	Sim	0,00	2,17	0,93
Biodiversidade	Sim	0,00	0,35	0,15

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

Fonte: Dados da pesquisa, 2016.

Atmosfera

Grande efeito positivo (3,8) devido à redução do lançamento de gases de efeito estufa na atmosfera, e à diminuição do consumo de óleo diesel por tratores na aplicação de nitrogênio e operações de calagem.

Qualidade do Solo

Efeito positivo moderado, dada a redução do uso de trator, reduzindo a compactação do solo com menos perda de nutrientes e matéria orgânica.

Água

Pequeno efeito positivo (0,93) em virtude da redução de poluentes hídricos e não contaminação do lençol freático por nitrato dos adubos nitrogenados.

Tabela 5.1.4.1 - Recuperação Ambiental

Indicadores	Se aplica (Sim/Não)	Média Tipo 1 (*)	Média Tipo 2 (**)	Média Geral
Recuperação Ambiental	Sim	0,00	0,43	0,19

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

Fonte: Dados da pesquisa, 2016.

Com base no valor apresentado na Tabela 5.1.4.1, avalie e comente o resultado obtido ao analisar qualitativamente os componentes do aspecto recuperação ambiental.

Com a utilização da tecnologia, houve um pequeno efeito positivo (0,19) de recuperação ambiental, dada a melhor qualidade da água, a diminuição da contaminação do lençol freático e a diminuição do uso de máquinas agrícolas na compactação do solo.

5.2 - Índice de Impacto Ambiental

O índice de impacto gerado pelo AMBITEC Agro, para o ano de 2007, relacionado aos produtores, mostra um coeficiente médio da ordem de 1,18 formado pelos indicadores:

1) Eficiência Tecnológica (0,80), composto pela redução do uso de nitrogênio e operações de calagem (1,68); Uso de Energia (0,57) devido à redução do consumo de óleo diesel nas operações de calagem e aplicação de nitrogênio; Uso de Recursos Naturais (0,14) devido ao menor uso do solo para plantio.

2) Conservação Ambiental (1,80), composto pela redução de lançamento de gases de efeito estufa na atmosfera e pela redução do óleo diesel consumido pelos tratores na aplicação de nitrogênio e operações de calagem (3,80); pela redução do uso de trator, reduzindo a compactação do solo com menos perda de nutrientes e matéria orgânica (2,33); Efeito positivo pequeno por meio da redução de poluentes hídricos devido à não contaminação do lençol freático e dos corpos de água pelo nitrato presente nos adubos nitrogenados (0,93).

Ou pela ordem de importância do coeficiente:

1) Atmosfera (3,80) pela redução de lançamento de gases de efeito estufa na atmosfera e pela redução do óleo diesel consumido pelos tratores na aplicação de nitrogênio e operações de calagem;

2) Qualidade do Solo (2,33) com a redução do uso de trator, reduzindo a compactação do solo, com menos perda de nutrientes e matéria orgânica.

3) Uso de Nitrogênio (1,68), com redução do uso de nitrogênio e operações de calagem;

4) Qualidade da Água (0,93), com redução de poluentes hídricos devido à não contaminação do lençol freático e dos corpos de água pelo nitrato presente nos adubos nitrogenados;

5) Uso de Energia (0,57) redução do consumo de óleo diesel nas operações de calagem e aplicação de nitrogênio.

Média Tipo 1	Média Tipo 2	Média Geral
0,96	1,47	1,18

6 - AVALIAÇÃO INTEGRADA E COMPARATIVA DOS IMPACTOS GERADOS

No Brasil, devido ao processo de adição de rizóbios às sementes de soja no momento da semeadura, não é necessário utilizar adubos nitrogenados nas lavouras. Isso representou uma economia para o País de cerca de R\$ 21,3 bilhões em 2015 (valor corrigido). No item eficiência tecnológica, o principal resultado foi que a tecnologia permitiu, praticamente, a eliminação do uso de adubos nitrogenados na cultura da soja no Cerrado e no Brasil, permitindo haver competitividade em áreas antes consideradas inaptas para a produção agrícola, permitindo também competitividade, dado que a diminuição da importação de adubos nitrogenados ocasionada pela utilização da tecnologia reduziu os custos da produção garantindo a rentabilidade para o produtor.

A substituição do uso de adubos nitrogenados na cultura da soja pela fixação biológica de nitrogênio influencia de forma positiva a qualidade do solo por evitar problemas relacionados à poluição causada por esses adubos.

- Como a eficiência dos adubos nitrogenados industriais é considerada baixa (pelo menos metade do que o produtor aplica no solo é perdido por diferentes processos), esses resíduos acabam atingindo as águas de rios, lagos e aquíferos subterrâneos em níveis tóxicos à fauna aquática e ao homem.

- Outro processo que também acarreta perda do nitrogênio aplicado ao solo é a desnitrificação, ou seja, a transformação do nitrato (NO_3) proveniente do fertilizante em formas gasosas como o óxido nitroso (NO) e o óxido nítrico (N_2O).

- O maior emissor de gases de efeito estufa é a pecuária. Em segundo lugar está o óxido nitroso (NO) vindo do cultivo dos solos agrícolas. Esse gás é produzido por microorganismos em processos naturais chamados nitrificação e desnitrificação. Em áreas agrícolas, esse processo é intensificado pelo uso de fertilizantes nitrogenados. Esse insumo é aplicado sob a forma de ureia e, quando a bactéria processa o nitrogênio, é gerado o óxido nitroso como subproduto. A FBN dispensa a adição de nitrogênio ao solo, exercendo uma ação mitigadora de emissões de óxido nitroso. Por causa disso, toda a área de soja plantada no País não foi contabilizada no Inventário Brasileiro de Emissões Antrópicas de Gases de

Efeito Estufa, elaborado pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI) a cada quatro anos.

- Outro benefício ambiental de se adotar o uso de inoculantes em substituição ao uso de adubos nitrogenados é que o processo industrial que transforma o nitrogênio atmosférico em amônia (NH₃) demanda por volta de seis barris de petróleo por tonelada de nitrogênio produzido. Isso significa que uma grande quantidade de gás carbônico é liberada para a atmosfera no momento da produção do adubo nitrogenado.

Quanto à avaliação de impactos sociais, a tecnologia promoveu uma pequena capacitação do trabalhador, oferecendo-lhe oportunidade de emprego local qualificado e uma pequena melhoria na qualidade do emprego. Isso proporcionou uma elevação da geração de renda no estabelecimento. Não houve aumento considerável no número de empregos, dado que a tecnologia se apresenta apenas como mais uma atividade dentre as demais realizadas pelos trabalhadores já empregados. Sua aplicação no campo não necessita de qualificação técnica ou atributos acadêmicos, sendo facilmente realizada por qualquer trabalhador da propriedade. No aspecto saúde, a tecnologia proporcionou melhorias devido à redução de combustíveis, materiais poluentes e diminuição da compactação do solo, não permitindo que áreas próximas de abastecimento de água fossem contaminadas. No quesito segurança alimentar, a inoculação como processo biológico integrando a produção de soja reforça o abastecimento do produto de forma segura com qualidade garantida.

- Perspectivas de Adoção da Tecnologia de FBN³

Atualmente, estão em andamento pesquisas com expectativas de resultados favoráveis de aplicação da FBN nas culturas do milho, trigo, arroz, feijão-caupi, cana-de-açúcar, forrageiras e leguminosas. Até poucos anos atrás, ao se falar em inoculante pensava-se de imediato em leguminosas, pois tais culturas utilizam inoculante há mais de 50 anos.

³ Texto elaborado com baseado nas informações contidas: 1) na página do sítio da Associação Nacional dos Produtores e Importadores de Inoculantes - ANPI; 2) na entrevista concedida pelo engº agrônomo Solon C. de Araújo, secretário executivo da ANPI e diretor da Stoller do Brasil em 14/10/2009; 3) Texto do Curso de Capacitação do Programa ABC (Agricultura de Baixa Emissão de Carbono). Embrapa/Cecati - Agosto 2011.

Azotobacter paspali

No final da década de 1960, a pesquisadora Johanna Dobreiner identificou uma bactéria que recebeu a denominação de *Azotobacter paspali*, que fixa nitrogênio nas raízes em gramíneas do gênero *Paspalum*. A partir daí, as pesquisas visando identificar bactérias que aportassem N às gramíneas se intensificaram, em especial em plantas alimentícias.

Azospirillum

Na sequência das pesquisas, foi verificada a presença de bactérias do gênero *Azospirillum* fixando N em raízes de diversas culturas: milho, trigo, sorgo, arroz e outras.

Herbaspirillum, Burkholderia, Gluconacetobacter

Posteriormente, outros gêneros também foram estudados: *Herbaspirillum*, *Burkholderia* e *Gluconacetobacter* (cana de açúcar), mostrando que ainda há muito campo para se pesquisar a FBN em gramíneas. Em seguida, a Embrapa liberou, mediante convênio de cooperação, estirpes de *Herbaspirillum* para uso em milho, e mais cinco bactérias para o desenvolvimento de cana de açúcar.

Azospirillum brasiliense

Em 2004, foi apresentado na RELARE o primeiro trabalho de campo com o uso de estirpes de *Azospirillum brasiliense* em trigo e milho, mostrando significativos aumentos de produtividade. As estirpes haviam sido isoladas pela Universidade Federal do Paraná e testadas pela Embrapa. A partir daí, as bactérias foram liberadas para a produção de inoculantes comerciais. A Embrapa Soja lançou as primeiras estirpes de *Azospirillum brasiliense* autorizadas para a produção de inoculantes comerciais para as gramíneas no Brasil: as estirpes Ab-V1, Ab-V5, Ab-V6 e Ab-V8 para o trigo e Ab-V4, Ab-V5, Ab-V6, Ab-V7 para o milho (HUNGRIA et al, 2012).

Tabela 6.1 - Relação Bactéria Noduladora/Leguminosa.

Bactéria Noduladora	Leguminosa
<i>Bradyrhizobium japonicum</i> <i>Bradyrhizobium elkani</i> <i>Bradyrhizobium fredii</i>	Soja
<i>Rhizobium leguminosarum, biovar phaseoli</i> <i>Rhizobium tropici</i> <i>Rhizobium etli</i>	Feijão
<i>Rhizobium leguminosarum, biovar viciae</i>	Lentilha, ervilha
<i>Rhizobium leguminosarum, biovar trifolii</i>	Trevos
<i>Sinorhizobium meliloti</i>	Alfafa, trevo carretilha
<i>Mesorhizobium loti</i>	Lotus corniculatus
<i>Bradyrhizobium</i> spp.	Amendoim, leguminosas tropicais lcentrosema, mucuna, feijão-caupí, etc.

Fonte: ANP/II/CURSOS.

Feijão (*Phaseolus vulgaris* L.)

Trabalhos de pesquisa com feijão têm demonstrado excelentes resultados com o uso de inoculantes. É uma prática ainda pouco difundida, mas que deverá se estender cada vez mais pela economia que pode trazer para o agricultor. De acordo com ROMANINI JÚNIOR, AIRTON, 2007 – UNESP (apud ANP/II/CURSOS), os efeitos da inoculação em feijoeiro para os anos de 2002 (1920/1598 kg grão/ha) e 2003 (1709/1501 kg grão/ha), apresentam acréscimos de 20,2% e 13,9% respectivamente. Estirpes eficientes, competitivas, tolerantes a temperaturas elevadas, pertencentes à espécie de *R. tropici* foram selecionadas e autorizadas para a produção de inoculantes comerciais no Brasil. Resultados de vários ensaios de campo com as três estirpes hoje disponíveis indicam incrementos no rendimento de grãos de cerca de 900 kg/ha. Além disso, foi constatado que a inoculação pode resultar em rendimentos elevados sem a suplementação com fertilizantes nitrogenados, da ordem de 2.500 kg/ha ou superiores, portanto quase três vezes a média nacional (HUNGRIA et al., 2000, 2003).

Pensando cada vez mais em sistemas que incluem a soja como uma de suas culturas, a Embrapa Soja investiu em fixação biológica do nitrogênio com a cultura do feijoeiro, sendo responsável pelo lançamento das duas estirpes mais utilizadas em inoculantes comerciais no Brasil, a PRF 81 (=SEMIA 4080), em parceria com o IAPAR, e a H 12 (=SEMIA 4088), em parceria com a Embrapa Cerrados. Rendimentos que superam a média

nacional em quatro vezes sem o uso de fertilizantes nitrogenados são obtidos exclusivamente com a inoculação dessas estirpes, podendo trazer um grande impacto no manejo da (HUNGRIA et al, 2012).

Estudos de casos realizados em 11 lotes de assentamentos de reforma agrária localizados no município de Unaí/MG, e em propriedades tecnificadas com altos rendimentos no município de Dourados/MS, evidenciaram mais resultados para evidenciar a aplicação da FBN no feijoeiro:

Pequenas propriedades no município de Unaí/MG

Em cada lote, foram avaliadas duas cultivares dos feijões plantados na safra 2006/2007 (feijão das águas), Requite (grupo do feijão carioca) e Diamante Negro (grupo do feijão preto). Nos 11 lotes, quando se compara a produtividade média do feijoeiro sem inoculação e sem N-fertilizante (tratamento controle) com a produtividade do feijoeiro inoculado, observa-se que a inoculação promoveu um aumento de 209 kg/ha (mais de 3 sacos) para a cultivar Requite (grupo do feijão carioca) e de 128 kg/ha (2 sacas) para a cultivar Diamante Negro (grupo do feijão preto). Na cultivar Requite esses aumentos foram estatisticamente significativos, sendo que a produtividade com a aplicação de 60 kg de N/ha (858 kg/ha) foi semelhante à obtida com a inoculação (875 kg/ha). Na cultivar Diamante Negro a produtividade obtida com a inoculação (771 kg/ha) ocupou uma posição intermediária entre o tratamento com N (934 kg/ha) e o tratamento controle (643 kg/ha). É importante destacar que o custo da inoculação foi de R\$ 10,00/ha e custo do adubo nitrogenado foi de R\$ 150,00/ha. Em alguns casos, a produtividade com inoculação pode ser menor que a produtividade obtida com o adubo nitrogenado, mas, como o inoculante custa menos, o risco associado ao seu uso também é menor, principalmente nos casos em que as chances de ocorrer quebras de produção por fatores adversos são maiores (MENDES et al., 2007).

Propriedades tecnificadas com altos rendimentos Dourados/MS

Foram utilizadas quatro cultivares de feijoeiro recomendadas para cultivo em diversos estados do País, pertencentes a três grupos comerciais distintos: Carioca (BRS Pontal e BRS Requite), Rosinha (BRS Vereda) e Roxinho (Timbó) Pérola e foram avaliados

sete tratamentos, que consistiram da aplicação parcelada de fertilizante nitrogenado em diferentes doses (0, 20, 40, 80, e 160 kg/ha de N como uréia), além de controles com inoculação combinada, ou não, com aplicação de kg/ha de N. A maior produtividade (3.762), correspondente ao tratamento com aplicação de 160 kg de N/ha, esteve próxima ao potencial de produção da cultivar, que é de aproximadamente 4.000 kg/ha, não diferiu estatisticamente dos tratamentos com aplicação das demais doses de N, sendo superior aos tratamentos sem aplicação de N (com e sem inoculação com rizóbio). Não foram detectadas diferenças significativas entre os tratamentos que receberam adubação nitrogenada. A aplicação de 20 kg de N/ha de N não promoveu incrementos significativos em comparação com os tratamentos que não receberam adubação nitrogenada (com e sem inoculação) (PELEGRIN et al. 2009).

Feijão caupi (feijão de corda ou feijão macaçar)

Largamente cultivado na regiões Norte e Nordeste do Brasil e também em algumas regiões do MT, devido a sua adaptação às condições edafoclimáticas. Nessas regiões, o rendimento médio é de 300 a 400 kg há⁻¹, abaixo do potencial da cultura, que pode chegar a até 6t/ha (FREIRE FILHO et al., 1998). Tem apresentado excelentes resultados com estirpes selecionadas e está tendo sucesso no aumento da produtividade.

A partir de prospecção de rizóbios de solos de regiões produtoras de feijão-caupi no Nordeste, uma estirpe (BR267) foi capaz de aumentar a produtividade da cultura em até 30% (RUMJANEK et al., 2005). Essa estirpe, a partir de 2004, foi oficialmente recomendada pelo MAPA para a cultura do feijão-caupi, sendo também responsável pela melhoria na qualidade da dieta e na renda do agricultor, como consequência do excedente de produção. Com a adoção da tecnologia, constatou-se também uma melhoria das condições do solo pelo aumento da incorporação de massa verde, oriunda da maior produção. Com o avanço da cultura para outras regiões, sobretudo o Centro-Oeste, amplia-se a adoção pela tecnologia.

Dada sua posição geográfica em uma zona de transição entre os biomas Amazônia e Cerrado, o Maranhão é um dos estados da região Nordeste do Brasil que apresenta peculiaridades e especificidades expressivas como: grande diversidade de ecossistemas;

variabilidade espacial e alta pluviosidade média; características dos solos que, em grande parte, derivam de rochas sedimentares e por isso apresentam estrutura frágil, baixa capacidade de retenção de cátions e baixos teores de nutrientes como sódio, cálcio e magnésio; intensa insolação equatorial, que acelera a decomposição da matéria orgânica, muito importante trópico, pois neutraliza a acidez tóxica do alumínio e mantém a estrutura do solo.

A partir de parcerias entre a Embrapa Meio-Norte, a Universidade Estadual do Maranhão e a Embrapa Agrobiologia (Seropédica-RJ), ensaios exploratórios foram realizados considerando as particularidades da região Pré-Amazônia. Os estudos foram realizados em propriedades agrícolas dos municípios de Zé Doca e Santa Luzia do Paruá, com a participação direta dos agricultores familiares, utilizando as estirpes já recomendadas pelo MAPA e uma nova estirpe de rizóbio (BR 3299).

Os resultados obtidos foram acima das expectativas. A inoculação com estirpe BR 3299 foi responsável pelo incremento de 214% (1.247 kg/ha) em relação ao tratamento não inoculado. Em relação ao tratamento com NPK, o incremento foi de 67%. Além da vantagem para a substituição total ou parcial dos adubos nitrogenado, pelo suprimento à cultura com o N necessário para seu crescimento e desenvolvimento, a fixação biológica do nitrogênio também apresenta outras vantagens através do aumento da parte aérea, que representa uma reserva de nutrientes com a decomposição da matéria orgânica, e a diminuição dos custos de produção e economia de combustíveis fósseis utilizados para a fabricação de fertilizantes nitrogenados.

O custo do inoculante representa cerca de R\$ 8,00, suficiente para uma área de 1 ha. Portanto, essa tecnologia representa um instrumento para viabilizar sistemas de produção do feijão-caupi para a região da Pré-Amazônia. (Antônio Carlos Reis de Freitas, Embrapa Meio Norte; Norma Gouvêa Rumjanek e Gustavo Ribeiro Xavier, Embrapa Agrobiologia).

O cenário atual da cultura do feijoeiro, com baixos rendimentos, pode ser drasticamente alterado pelo suprimento adequado de nitrogênio. O nutriente pode ser

fornecido, basicamente, por duas fontes: fertilizantes ou pelo processo de fixação biológica do nitrogênio. Embora tenha havido, por muitos anos, descrédito em relação ao uso da tecnologia de FBN, rendimentos elevados e consistentes vêm sendo obtidos pela inoculação com estirpes de *Rhizobium tropici* selecionadas pela pesquisa e disponíveis no mercado. A consistência dos resultados resultou em uma alteração da recomendação para a cultura do feijoeiro, dando maior ênfase ao uso de inoculantes. Vantagens econômicas e ambientais da FBN são evidenciadas. É relevante considerar que essas vantagens são aplicáveis desde pequenos agricultores familiares até propriedades altamente tecnificadas que visam altos rendimentos. Neste momento, talvez a principal limitação resida na maior divulgação para os agricultores dos benefícios que podem ser obtidos pela inoculação do feijoeiro.

Milho

Existe também o interesse crescente pelo uso de inoculantes contendo bactérias fixadoras de nitrogênio que se associam às raízes ou endofiticamente com as plantas, com ênfase em gramíneas. Além da fixação do nitrogênio, essas bactérias produzem diversos hormônios, que resultam na promoção do crescimento e incremento da produtividade de plantas. O Brasil tem uma longa tradição de pesquisa em fixação biológica de nitrogênio por essas bactérias, particularmente dos gêneros *Azospirillum* e *Herbaspirillum*. A Embrapa Soja e a UFPR selecionaram e avaliaram estirpes de *Azospirillum brasiliense* e *A. lipoferum* com as culturas do milho e do trigo, seguindo dos protocolos da legislação brasileira. Foram identificadas quatro estirpes de *A. brasiliense*, Ab-V4, Ab-V5 e Ab-V6 e Ab-V6, em veículo líquido e turfoso e observou-se um aumento médio na produtividade do milho de 27% a 31% na do trigo (HUNGRIA et al., 2010). Testes a campo pela iniciativa privada levaram à recomendação dessas estirpes também para o arroz e ao lançamento do primeiro produto comercial. A seguir, novos estudos sobre formulações e aditivos levaram ao desenvolvimento de um inoculante líquido comercial da Embrapa Soja em parceria com a iniciativa privada e no lançamento de um inoculante comercial (HUNGRIA, 2011). Ensaios de campo, executados por órgãos de pesquisa, têm demonstrado aumentos médios em torno de oito sacas/ha, tanto em milho como em trigo. Em arroz, o resultado tem sido um pouco menor, em torno de 5 sacas/ha.

Tabela 7.2 - Relação Bactéria Noduladora/Gramínea

Bactéria Noduladora	Gramínea
<i>Azotobacter paspali</i>	Gramíneas do gênero Paspalum
<i>Azospirillum brasiliense</i> <i>Azospirillum lipoferum</i>	Milho, trigo, gramíneas
<i>Azospirillum amazonense</i> <i>Herbaspirillum seropedicae</i> <i>Herbaspirillum rubrisulbalbicans</i> <i>Gluconacetobacter diazotrophicus</i> <i>Burkholderia tropica</i>	Cana-de-açúcar

Fonte: ANPIL/CURSOS.

Trigo

A Embrapa Soja lançou as estirpes de *Azospirillum brasiliense* autorizadas para a produção de inoculantes comerciais para o trigo Ab-V1, Ab-V5, Ab-V6 e Ab-V8 para o trigo, obtendo incrementos médios com a inoculação de 19% (HUNGRIA et al, 2012).

Cana-de-açúcar

Vários trabalhos de inoculação (Embrapa Agrobiologia) permitem o uso de uma mistura de cinco estipes bacterianas pertencentes a cinco espécies diferentes, que fixam nitrogênio em cana-de-açúcar. As bactérias são: *Azospirillum amazonense*, *Herbaspirillum seropedicae*, *Herbaspirillum rubrisulbalbicans*, *Gluconacetobacter diazotrophicus*, *Burkholderia tropica*.

A cana-de-açúcar se beneficia de práticas agrícolas adotadas nas últimas duas décadas fazendo a produtividade aumentar em torno de 30%. Entre os principais insumos utilizados na lavoura canavieira estão os fertilizantes nitrogenados. Alternativas que reduzam os custos de produção e os impactos ambientais foram intensificados buscando o uso insumos biológicos, baseados na premissa de que bactérias diazotróficas podem promover o aumento do rendimento da cana-de-açúcar. Entretanto, a utilização desses insumos ainda é um grande desafio para a pesquisa. Sua utilização tem sido feita com maior facilidade no primeiro ano de plantio, quando se pode aplicar em mudas pré-brotadas, imergindo os colmos em solução com inoculante antes do plantio ou utilizando o inoculante por pulverização sobre os colmos cortados.

O mesmo não se aplica à cana soca. Sua aplicação via foliar seria o ideal, mas estudos vêm mostrando que sua eficiência ainda é reduzida. Essa mistura foi primeiramente levada a teste em vasos, onde se observou que a mistura das cinco estirpes era responsável por maiores contribuições da FBN para a cana-de-açúcar. A seguir, a mistura foi testada em três tipos de solo, sendo dois em São Paulo e um no Rio de Janeiro, usando duas variedades, a SP70-1143 e a SP81-3250. Nessas avaliações foram feitas na cana planta e na primeira soqueira, sendo verificado que, dependendo do solo e da variedade, a mistura de cinco estirpes proporcionou que até 31% do N acumulado pela planta fosse derivado da FBN. Novas variedades também foram testadas, como a RB867515 e a RB72454 com o tratamento inoculado, adubação com 120 kg ha⁻¹ N e o controle sem inoculação e sem adubação nitrogenada. Os resultados indicaram que o inoculante promoveu aumentos na produtividade. No entanto, as respostas da cultura à aplicação da mistura bacteriana apresentaram grande variabilidade. A resposta foi dependente da variedade, clima, solo e manejo, o que sugere que mais pesquisas sejam feitas para a melhoria das formas de aplicação e do estabelecimento da bactéria na planta, bem como de metodologias que permitam a sua identificação. Em alguns casos, os tratamentos combinando a inoculação com uma dose reduzida de N permitiram rendimentos similares às doses completas de nitrogênio, indicando que seria possível substituir parte da adubação nitrogenada pela inoculação quando observado apenas o aspecto produtivo. Cabe ressaltar que muitos desafios precisam ainda ser vencidos para tornar o inoculante da cana-de-açúcar um produto de uso geral e com alta eficiência (REIS, 2017).

Gramíneas

A Embrapa Soja lançou as primeiras estirpes de *Azospirillum brasiliense* autorizadas para a produção de inoculantes comerciais para as gramíneas no Brasil (HUNGRIA et al, 2012). Após desenvolvimentos e testes junto às indústrias privadas, MAPA, e em vários locais por várias entidades de pesquisa, em junho de 2009 foi registrado o primeiro inoculante para gramíneas no Brasil, e outros registros foram obtidos posteriormente. O inoculante para gramíneas, com 4 anos de registro, já ocupava uma área de dois milhões de hectares, comprovando sua aceitação por parte dos agricultores.

Perspectivas Futuras⁴

Novos patamares de produtividade, a necessidade de recuperação de áreas degradadas, de viabilização econômica de agricultores e de incremento de diversidade de culturas demandam políticas agrícolas e estratégias de pesquisa inovadoras e em comunhão com o meio ambiente. As projeções são de que, nos próximos anos, haverá um incremento substancial no uso de fertilizantes no Brasil para atender às demandas da agricultura. É fundamental, portanto, encontrar alternativas para evitar o uso excessivo de fertilizantes e, nesse contexto, as bactérias fixadoras de nitrogênio atmosférico podem desempenhar um papel relevante e estratégico para garantir altas produtividades a baixo custo e com menor dependência de importação de insumos. Muitas são as demandas por parte dos agricultores, extensionistas e comunidade científica, mas dez itens foram priorizados e já tiveram recursos aprovados pela Embrapa para investimentos em pesquisa nos próximos anos:

- 1) Desenvolver cultivares de soja com maior capacidade de fixação de nitrogênio e maior teor de proteína nos grãos e, simultaneamente, identificação de marcadores moleculares para essas características;
- 2) Identificar estirpes de *Bradyrhizobium* com maior capacidade de fixação de nitrogênio e competitividade para a soja, buscando marcadores moleculares para essas características;
- 3) Potencializar o uso de bactérias diazotróficas associativas e endofíticas para o uso em leguminosas e não leguminosas;
- 4) Potencializar a fixação biológica do nitrogênio em um novo cenário de mudanças climáticas globais;
- 5) Valorar o banco de germoplasma de bactérias diazotróficas;
- 6) Adotar sistemas de qualidade (BPL, ISO, 17025, OECD) na coleção de culturas, análises de inoculantes e ensaios de eficiência agronômica;

⁴HUNGRIA, M.; CAMPO, R. J; NOGUEIRA, M. A. A pesquisa em Fixação Biológica do Nitrogênio na Embrapa Soja: passado, presente e perspectivas futuras. Anais da XVI Relare. Londrina/PR, agosto 2012.

- 7) Maximizar a contribuição da fixação biológica do nitrogênio em sistemas de integração lavoura-pecuária (leguminosas e gramíneas), também com implicações em recuperação de áreas degradadas;
- 8) Definir ações de difusão para incrementar o uso de inoculantes;
- 9) Incrementar as parcerias com a iniciativa privada no desenvolvimento de novas formulações de inoculantes adaptadas às condições tropicais;
- 10) Investir e valorizar a pesquisa básica em fixação biológica do nitrogênio, como a filogenia, taxonomia e ecologia de rizóbios, genômica, proteômica, transcriptômica e metabolômica.

7 - CUSTOS E RENTABILIDADE DA TECNOLOGIA - FixBioNitrogSoja2019

- Estimativa dos Custos - Valores Nominais

7.1.1 - Pressupostos

Para o período de 1980 a 1992, quando ocorreu o desenvolvimento da pesquisa, tomou-se como base os valores orçados dos quatro projetos que financiaram as atividades na Unidade. Esse período está relacionado a elevados níveis de inflação, quando ocorreram três reformas monetárias no sistema econômico financeiro do País. Desse modo, os valores orçados nos projetos (representados em três padrões monetários) foram convertidos para o Real (R\$) de julho de 1994, momento de emergência do Plano Real como moeda oficial do País; em seguida, os valores base julho 1994 foram deflacionados pelo IGP-DI, para representar os preços históricos do período (Banco Central do Brasil - Calculadora do Cidadão).

Os Custos de Pessoal representam salários e encargos de nove pesquisadores com tempo de dedicação variando de dois (2) a quinze (15) por cento, acrescidos de um técnico agrícola e um operário rural com tempo de dedicação de trinta (30) por cento. Custeio da Pesquisa: Valores históricos convertidos para o Real (R\$) de julho de 1994, e deflacionados pelo IGP-DI. Depreciação do Capital: Estimado cinco (5) por cento da soma dos valores de custos da pesquisa, custos administrativos e custos de transferência até o ano de 2006, quando foi elevado para seis (6) por cento a partir do ano de 2007. Custos Administrativos: Valores históricos convertidos para o Real (R\$) de julho de 1994, e deflacionados pelo IGP-DI. Custos de Transferência de Tecnologia: dois (2) por cento do valor de Custos de Pessoal.

Para o período de 1993 a 2019 os custos tiveram o seguinte tratamento:

1) **Custos de Pessoal**: referem-se à remuneração bruta mais encargos sociais e a respectiva participação do pesquisador na pesquisa de novas estirpes, com dedicação de 40% do tempo disponível, técnico agrícola e operário rural. Foi estimada uma redução média anual de 2 (dois) por cento no tempo de dedicação do pesquisador considerando a alocação dos recursos humanos e materiais para pesquisa com outras culturas e temas da área.

2) **Custeio de Pesquisa:** valores estimados e 20% (vinte por cento) do custo de pessoal, cobrindo materiais de campo experimentais, máquinas, laboratório e de escritório ligados ao desenvolvimento da pesquisa.

3) **Depreciação do Capital:** foi estimado 5% (cinco por cento) da soma do custeio, administração e transferência para cobrir o desgaste dos ativos envolvidos no projeto, tais como equipamentos agrícolas e de transporte, áreas de experimentos.

4) **Custos Administrativos:** foi considerado 20% (vinte por cento) da soma de custos de pessoal, custeio e transferência; para cobrir os gastos com pessoal ligado a administração de pessoal, material, finanças, transporte, serviços gerais, água, energia e telefone.

5) **Custos de Transferência de Tecnologia:** estimado 5% (dois por cento) do valor do custeio com pessoal, cobrindo os gastos referentes ao tempo dos pesquisadores na atividade de transferência, os gastos com o pessoal da transferência, a realização de dias de campo, palestras, publicações, apresentação em congressos e material de divulgação. Atualmente, a pesquisa oficial (rede constituída majoritariamente por Centros de Pesquisa da Embrapa, veja no parágrafo abaixo referência a RELARE) sobre fixação biológica do nitrogênio, concentra-se na obtenção de estirpes de rizóbios mais eficientes.

Surgiu um segmento de produção de inoculantes e, na sequência, um ambiente institucional:

A ANPII - Associação Nacional dos Produtores e Importadores de Inoculantes; a RELARE- Rede de Laboratórios para a Recomendação, Padronização e Difusão de Tecnologia de Inoculantes Microbianos de Interesse Agrícola, uma congregação de pesquisadores e produtores, importadores de inoculantes microbianos. Também dentro de seu programa de qualidade e mostrando o nível de integração com a pesquisa, foi criado, em conjunto com a RELARE, o Fundo de Apoio à Pesquisa - FAPANPII, com o aporte voluntário de um percentual da venda de cada dose de inoculante para financiar pesquisas. Diversos projetos já estão em andamento e outros já foram finalizados. A coleção de estirpes é financiada, em grande

Parte, pelos recursos deste fundo, o que de certa forma, estabilizou os custos da Embrapa no que se refere com a transferência dessa tecnologia.

Tabela 7.1.1 - Estimativa dos custos - Valores Nominais*

Ano	Custos de Pessoal	Custeio de Pesquisa	Depreciação de Capital	Custos de Administração	Custos de Transferência Tecnológica	Total
1980	342.117,75	255.756,07	15.777,17	59.787,38	0,00	673.438,38
1981	320.727,39	185.806,48	11.822,99	50.653,39	0,00	569.010,25
1982	302.725,69	48.589,00	4.186,02	35.131,47	0,00	390.632,18
1983	271.234,91	231.992,12	14.414,10	50.865,17	5.424,70	573.931,01
1984	295.876,89	34.158,00	3.683,54	33.595,24	5.917,54	373.231,20
1985	288.701,80	10.397,36	2.332,94	30.487,32	5.774,04	337.693,45
1986	312.918,71	26.862,03	3.386,22	34.603,91	6.258,37	384.029,24
1987	272.386,28	26.739,78	3.132,24	30.457,38	5.447,73	338.163,40
1988	276.708,26	4.344,95	1.926,89	28.658,74	5.534,17	317.173,01
1989	317.429,01	386,46	1.957,57	32.416,41	6.348,58	358.538,03
1990	310.294,36	707,71	1.931,72	31.720,80	6.205,89	350.860,48
1991	307.743,16	10.089,40	2.432,15	32.398,74	6.154,86	358.818,33
1992	283.405,05	140,62	1.736,50	28.921,38	5.668,10	319.871,65
1993	153.421,89	30.684,38	3.731,56	38.008,83	7.671,09	233.517,75
1994	150.353,45	30.070,69	3.681,01	37.328,94	7.517,67	228.951,76
1995	143.896,93	28.779,39	3.556,93	35.838,59	7.194,85	219.266,69
1996	141.018,95	28.203,79	3.512,03	35.209,91	7.050,95	214.995,63
1997	138.198,57	27.639,71	3.469,48	34.598,01	6.909,93	210.815,70
1998	135.439,60	27.086,92	3.429,09	34.002,75	6.771,98	206.730,34
1999	132.725,91	26.545,18	3.400,32	33.455,38	6.636,30	202.763,09
2000	130.071,39	26.014,28	3.364,78	32.894,51	6.503,57	198.848,53
2001	127.469,96	25.493,99	3.331,51	32.350,01	6.373,50	195.018,97
2002	124.920,56	24.984,11	3.300,51	31.821,80	6.246,03	191.273,01
2003	122.422,15	24.484,43	3.271,83	31.309,81	6.121,11	187.609,33
2004	119.973,71	23.994,74	3.245,51	30.813,98	5.998,69	184.026,63
2005	117.574,07	23.514,81	3.221,57	30.334,23	5.878,70	180.523,38
2006	115.223,30	23.044,66	3.200,02	29.870,61	5.761,17	177.099,76
2007	112.918,29	22.583,66	3.181,02	29.423,13	5.645,91	173.752,01
2008	110.659,93	22.131,99	3.164,51	28.991,68	5.533,00	170.481,11
2009	108.446,73	21.689,35	3.150,57	28.576,34	5.422,34	167.285,33
2010	106.277,80	21.255,56	3.139,25	28.177,10	5.313,89	164.163,60
2011	104.152,24	20.830,45	3.130,62	27.794,11	5.207,61	161.115,03
2012	102.069,20	20.413,84	3.124,74	27.427,35	5.103,46	158.138,59
2013	100.027,82	20.005,56	3.118,53	27.065,43	5.001,39	155.218,73
2014	98.027,26	19.605,45	3.112,33	26.708,16	4.901,37	152.354,57
2015	96.066,72	19.213,34	3.106,14	26.355,73	4.803,34	149.545,27
2016	94.145,39	18.829,08	2.961,90	25.828,79	4.707,27	146.472,43
2017	92.262,48	18.452,50	2.824,35	25.312,21	4.613,12	143.464,66
2018	90.417,23	18.083,45	2.370,51	24.805,96	4.520,86	140.198,01
2019	88.608,88	17.721,78	2.323,10	24.309,84	4.430,44	137.394,04
2020	88.836,70	17.367,34	2.276,64	23.823,64	4.391,84	134.646,16

Fonte: Dados da pesquisa, 2019. *Valores sem correção da inflação.

Tabela 7.1.2 - Estimativa dos custos nominais ampliados (50%).**

Ano	Custos de Pessoal	Custeio de Pesquisa	Depreciação de Capital	Custos de Administração	Custos de Transferência Tecnológica	Total
1980	513.177	383.634	23.666	89.681	0	1.010.158
1981	481.091	278.710	17.734	75.980	0	853.515
1982	454.089	72.884	6.279	52.697	0	585.948
1983	406.852	347.988	21.621	76.298	8.137	860.897
1984	443.815	51.237	5.525	50.393	8.876	559.847
1985	433.053	15.596	3.499	45.731	8.661	506.540
1986	469.378	40.293	5.079	51.906	9.388	576.044
1987	408.579	40.110	4.698	45.686	8.172	507.245
1988	415.062	6.517	2.890	42.988	8.301	475.760
1989	476.144	580	2.936	48.625	9.523	537.807
1990	465.442	1.062	2.898	47.581	9.309	526.291
1991	461.615	15.134	3.648	48.598	9.232	538.227
1992	425.108	211	2.605	43.382	8.502	479.807
1993	230.133	46.027	5.597	57.013	11.507	350.277
1994	225.530	45.106	5.522	55.993	11.277	343.428
1995	215.845	43.169	5.335	53.758	10.792	328.900
1996	211.528	42.306	5.268	52.815	10.576	322.493
1997	207.298	41.460	5.204	51.897	10.365	316.224
1998	203.159	40.630	5.144	51.004	10.158	310.096
1999	199.089	39.818	5.100	50.183	9.954	304.145
2000	195.107	39.021	5.047	49.342	9.755	298.273
2001	191.205	38.241	4.997	48.525	9.560	292.528
2002	187.381	37.476	4.951	47.733	9.369	286.910
2003	183.633	36.727	4.908	46.965	9.182	281.414
2004	179.961	35.992	4.868	46.221	8.998	276.040
2005	176.361	35.272	4.832	45.501	8.818	270.785
2006	172.835	34.567	4.800	44.806	8.642	265.650
2007	169.377	33.875	4.772	44.135	8.469	260.628
2008	165.990	33.198	4.747	43.488	8.299	255.722
2009	162.670	32.534	4.726	42.865	8.134	250.928
2010	159.417	31.883	4.709	42.266	7.971	246.245
2011	156.228	31.246	4.696	41.691	7.811	241.673
2012	153.104	30.621	4.687	41.141	7.655	237.208
2013	150.042	30.008	4.678	40.598	7.502	232.828
2014	147.041	29.408	4.668	40.062	7.352	228.532
2015	144.100	28.820	4.659	39.534	7.205	224.318
2016	141.218	28.244	4.443	38.743	7.061	219.709
2017	138.394	27.678	4.237	37.968	6.920	215.197
2018	135.626	27.126	3.556	37.209	6.781	210.297
2019	132.913	26.583	3.485	36.465	6.646	206.091
2020	130.255	26.051	3.415	35.735	6.513	201.969

Fonte: Dados da pesquisa, 2019. **Valores sem correção da inflação acrescidos em 50% (e-mail SGE 21/02/2014).

- Análise Benefício/Custo - Valores Nominais (Benefícios líquidos e custos, em valores nominais).

Tabela 7.1.3 - Custos, Benefícios, VPL, Índice BC, TIR.

Ano	Período	Custos	Benefícios	Benef. Líquidos
1980	1	673.438,38	0	(673.438)
1981	2	569.010,25	0	(569.010)
1982	3	390.632,18	0	(390.632)
1983	4	573.931,01	0	(573.931)
1984	5	373.231,20	0	(373.231)
1985	6	337.693,45	0	(337.693)
1986	7	384.029,24	0	(384.029)
1987	8	338.163,40	0	(338.163)
1988	9	317.173,01	0	(317.173)
1989	10	358.538,03	0	(358.538)
1990	11	350.860,48	0	(350.860)
1991	12	358.818,33	0	(358.818)
1992	13	319.871,65	0	(319.872)
1993	14	233.517,75	1.250.001.448	1.249.767.931
1994	15	228.951,76	1.500.187.761	1.499.958.809
1995	16	219.266,69	1.800.448.569	1.800.229.302
1996	17	214.995,63	2.160.806.223	2.160.591.227
1997	18	210.815,70	2.593.289.036	2.593.078.220
1998	19	206.730,34	3.112.332.772	3.112.126.042
1999	20	202.763,09	1.867.651.016	1.867.448.253
2000	21	198.848,53	2.458.901.619	2.458.702.770
2001	22	195.018,97	3.192.098.847	3.191.903.828
2002	23	191.273,01	4.325.436.200	4.325.244.927
2003	24	187.609,33	7.169.826.594	7.169.638.985
2004	25	184.026,63	9.772.024.373	9.771.840.347
2005	26	180.523,38	10.269.162.138	10.268.981.615
2006	27	177.099,76	8.865.239.033	8.865.061.933
2007	28	173.752,01	9.746.643.497	9.746.469.745
2008	29	170.481,11	13.153.266.633	13.153.096.152
2009	30	167.285,33	7.585.470.507	7.585.303.222
2010	31	164.163,60	10.680.402.474	10.680.238.310
2011	32	161.115,03	11.770.213.313	11.770.052.198
2012	33	158.138,59	12.074.890.203	12.074.732.064
2013	34	155.219,00	15.925.218.102	15.925.062.883
2014	35	152.355,00	16.660.831.493	16.660.679.138
2015	36	149.545,00	19.226.494.814	19.226.345.269
2016	37	146.472,00	18.327.283.464	18.327.136.992
2017	38	143.464,66	17.094.541.399	17.094.397.934

2018	39	140.198,00	19.214.013.352	19.213.873.154
2019	40	137.394,04	22.376.469.875	22.376.332.481
2020	41	134.646,16	22.837.911.427	22.837.776.781

VPL (mil R\$)	4%	78.935.279
VPL (mil R\$)	6%	44.051.364
VPL (mil R\$)	8%	25.309.475
VPL (mil R\$)	10%	14.959.895
VPL (mil R\$)	12%	9.087.891
VPL (mil R\$)	14%	5.666.904
VPL (mil R\$)	16%	3.621.983
VPL (mil R\$)	18%	2.369.028
Custos		Benefícios
Taxa	6%	6%
VPL (mil R\$)	5.010,60	44.056.375,00
Índice B/C		8.792,63
TIR		84,0%

Fonte: Dados da pesquisa, 2019.

Conclusão -Análise Benefício/Custo

- Valores Nominais (Benefícios líquidos e custos, em valores nominais)

A partir da série histórica da Tabela 7.1.3, a estimativa dos benefícios líquidos e custos gerados pela tecnologia, expressos em termos monetários a valores presentes, considerada uma taxa de Atualização de 6%, indica Taxa Interna de Retorno (TIR) de 84,0%, e um Índice Benefício Custo de 8.792,63, ou seja, para cada real investido na tecnologia, é gerado um valor presente médio de R\$ 8.792,63 de benefício monetário para a sociedade.

- Análise de Sensibilidade da Taxa Interna de Retorno (TIR)

Para proceder a análise de sensibilidade da TIR, os valores estimados dos benefícios e custos da tecnologia foram alterados entre a faixa de -25% até 25% do seu valor original, com intervalos de 5%, resultando em três cenários avaliados para cada uma das seguintes hipóteses: 1) Variação dos benefícios econômicos com custos da tecnologia constantes; 2) Variação dos custos com benefícios econômicos constantes; 3) Variação simultânea dos benefícios e custos. O impacto dessas alterações nos indicadores das taxas de retorno dos investimentos estimados para a tecnologia em análise pode ser observado na Tabela 8.1.4 e no Gráfico 8.1.4.

1) Sensibilidade Benefícios: Variações dos benefícios econômicos com custos fixos.

A variações positivas e negativas dos valores dos benefícios econômicos, entre 5% e 25% sobre o benefício econômico correspondente a TIR REAL (84,0%), a TIR deverá situar-se no intervalo entre 87,0%, e 80,2%.

2) Sensibilidade Custos: Variações dos custos com benefícios econômicos fixos.

A variações positivas e negativas dos valores dos custos, entre -25% e 25% sobre o custo correspondente a TIR REAL (84,0%), a TIR deverá situar-se no intervalo entre 81,0% e 87,9%.

3) Sensibilidade Benefício Custo: Variações simultâneas dos benefícios e custos.

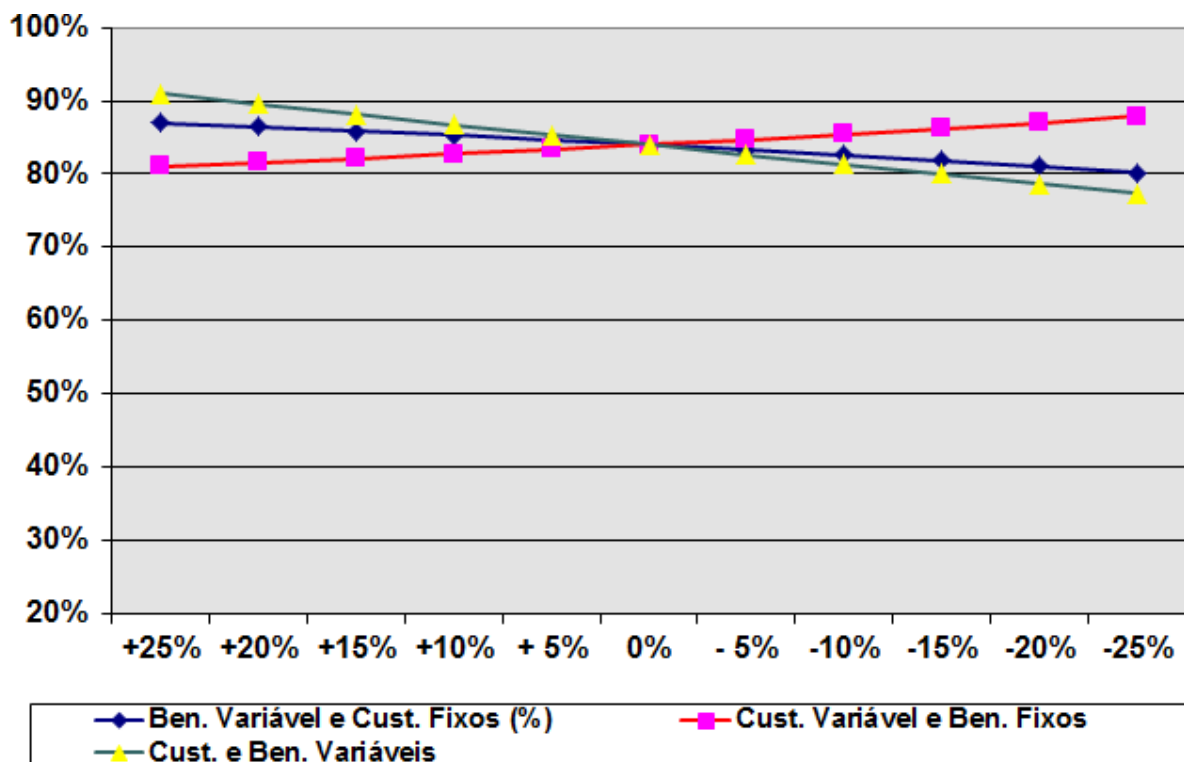
A variações simultâneas, positivas e negativas para custos e para benefícios, entre -25% e 25% sobre os custos e benefícios correspondentes a TIR REAL (84,0%), a TIR deverá situar-se no intervalo entre 91,0%, e 77,3%.

Tabela 7.1.4 - Análise da Sensibilidade da Taxa Interna de Retorno (TIR).

SENSIBILIDADE BENEFÍCIOS		SENSIBILIDADE CUSTOS		SENSIBILIDADE B/C.	
BENEF.VAR. CUSTOS FIXOS (%)	TAXA INTERNA DE RETORNO (%)	CUST, VAR. BENEFICIOS FIXOS(%)	TAXA INTERNA DE RETORNO (%)	VARIAÇÃO CUSTOS E BENEFÍCIOS	TAXA INTERNA DE RETORNO (%)
+25%	87,0%	+25%	81,0%	-25%C; +25%B	91,0%
+20%	86,4%	+20%	81,6%	-20%C; +20%B	89,5%
+15%	85,9%	+15%	82,1%	-15%C; +15%B	88,1%
+10%	85,3%	+10%	82,7%	-10%C; +10%B	86,7%
+ 5%	84,6%	+ 5%	83,3%	- 5%C; + 5%B	85,3%
0%	84,0%	0%	84,0%	FLUXO REAL	84,0%
- 5%	83,3%	- 5%	84,7%	+ 5%C; - 5%B	82,7%
-10%	82,6%	-10%	85,4%	+10%C; -10%B	81,3%
-15%	81,8%	-15%	86,2%	+15%C; -15%B	80,0%
-20%	81,0%	-20%	87,0%	+20%C; -20%B	78,7%
-25%	80,2%	-25%	87,9%	+25%C; -25%B	77,3%

Fonte: Dados da pesquisa, 2019.

Gráfico 7.1.4 - Análise de Sensibilidade da Taxa Interna de Retorno.



Fonte: Dados da pesquisa, 2018.

Tabela 7.1.4.1 - Resumo Análise da Sensibilidade da Taxa Interna de Retorno (TIR)

SENSIBILIDADE BENEFÍCIOS		SENSIBILIDADE CUSTOS		SENSIBILIDADE B/C.	
BENEF. VAR. CUSTOS FIXOS (%)	TAXA INTERNA DE RETORNO (%)	CUST, VAR. BENEFÍCIOS FIXOS(%)	TAXA INTERNA DE RETORNO (%)	VARIAÇÃO CUSTOS E BENEFÍCIOS	TAXA INTERNA DE RETORNO (%)
+25%	87,0%	+25%	81,0%	-25%C; +25%B	91,0%
0%	84,0%	0%	84,0%	TIR REAL	84,0%
-25%	80,2%	-25%	87,9%	+25%C; -25%B	77,3%

Fonte: Dados da pesquisa, 2018.

Conclusão - Análise de Sensibilidade da Taxa Interna de Retorno (TIR)

O impacto sobre a TIR Real (calculada) (84,0%), a variações positivas e negativas para custos e para benefícios, consideradas isolada ou conjuntamente, entre -25% e 25%, sobre os custos e benefícios correspondentes, situa-se no intervalo entre 91,0%, e 77,3% (Tabela 7.1.4.1).

- Estimativa dos Custos - Valores Corrigidos

- Ampliação/Correção dos Custos Nominais

Conforme citado anteriormente, o período de 1976 a 1994, inserido no desenvolvimento da pesquisa, está relacionado a elevados níveis de inflação interna, dando origem a quatro reformas monetárias no sistema econômico financeiro do País.

Assim, os valores gastos no desenvolvimento da tecnologia (representados em quatro padrões monetários) foram corrigidos para o Real (R\$) de julho de 1994 (ou URV), momento de emergência do Real como moeda oficial do País.

Em seguida, os valores base julho 1994 foram deflacionados pelo IGP-DI, obtendo-se os valores que representam os custos históricos do período em Real (Banco Central do Brasil - Calculadora do Cidadão), levando a base dos custos históricos para o ano de 1994, motivo pelo qual para o intervalo da série de 1976 a 1994, o índice aplicado é 100, conforme está exposto na Tabela 7.2.1 (Índices de Correção dos Valores da Tabela de Custos Nominais).

Em consequência, os valores de custo corrigido da tecnologia constantes na Tabela mostram os custos corrigidos pelo IGP DI FGV, acrescidos de 50%.

O percentual de 50% baseia-se no senso comum do pessoal administrativo e técnico na época participante da pesquisa sobre o valor do montante dos projetos executados, mas que não foram localizados durante a elaboração de pesquisa e montagem desses custos.

Tabela 7.2.1 -

Ano	Índice IGP-DI FGV Disponibilidade Interna
1999	119,98
2000	109,81
2001	110,40
2002	126,41
2003	107,67
2004	112,14
2005	101,22
2006	103,79
2007	107,89
2008	109,10
2009	-1,43
2010	111,30
2011	105,00
2012	108,10
2013	105,52
2014	103,78
2015	107,00
2016	107,18
2017	-0,42
2018	107,10
2019	107,70

Fonte: Portal Brasil, Janeiro/2020.

Tabela 7.2.1.2 - Estimativa dos Custos - Valores Corrigidos.

Ano	Custos de Pessoal	Custeio de Pesquisa	Depreciação de Capital	Custos de Administração	Custos de Transferência Tecnológica	Total
1980	513.177	383.634	23.666	89.681	0	1.010.158
1981	481.091	278.710	17.734	75.980	0	853.515
1982	454.089	72.884	6.279	52.697	0	585.948
1983	406.852	347.988	21.621	76.298	8.137	860.897
1984	443.815	51.237	5.525	50.393	8.876	559.847
1985	433.053	15.596	3.499	45.731	8.661	506.540
1986	469.378	40.293	5.079	51.906	9.388	576.044
1987	408.579	40.110	4.698	45.686	8.172	507.245
1988	415.062	6.517	2.890	42.988	8.301	475.760
1989	476.144	580	2.936	48.625	9.523	537.807
1990	465.442	1.062	2.898	47.581	9.309	526.291
1991	461.615	15.134	3.648	48.598	9.232	538.227
1992	425.108	211	2.605	43.382	8.502	479.807
1993	230.133	46.027	5.597	57.013	11.507	350.277
1994	225.530	45.106	5.522	55.993	11.277	343.428
1995	247.726	49.545	6.123	61.698	12.386	377.479
1996	231.264	46.253	5.760	57.742	11.563	352.582
1997	222.804	44.561	5.593	55.779	11.140	339.877
1998	206.633	41.325	5.232	51.876	10.332	315.398
1999	238.887	47.777	6.120	60.215	11.944	364.943
2000	214.228	42.846	5.542	54.177	10.711	327.504
2001	211.090	42.218	5.517	53.572	10.555	322.951
2002	236.868	47.374	6.258	60.339	11.843	362.682
2003	197.718	39.544	5.284	50.567	9.886	302.998
2004	201.790	40.358	5.459	51.828	10.089	309.524
2005	178.513	35.703	4.891	46.056	8.926	274.089
2006	179.385	35.877	4.982	46.504	8.969	275.718
2007	182.741	36.548	5.148	47.617	9.137	281.192
2008	181.095	36.219	5.179	47.445	9.055	278.992
2009	160.344	32.069	4.658	42.252	8.017	247.340
2010	177.431	35.486	5.241	47.042	8.872	274.071
2011	164.055	32.811	4.931	43.780	8.203	253.780
2012	165.521	33.104	5.067	44.478	8.276	256.445
2013	158.324	31.665	4.936	42.839	7.916	245.680
2014	152.599	30.520	4.845	41.577	7.630	237.170
2015	159.476	31.895	5.156	43.752	7.974	248.252
2016	151.315	30.263	4.761	41.513	7.566	235.418
2017	148.289	29.658	4.539	40.683	7.414	230.584
2018	123.596	24.719	3.240	33.909	6.180	191.644
2019	121.124	24.225	2.720	33.230	6.056	187.355

Fonte: Dados da pesquisa, 2018.

Tabela 7.2.3 - Custos, Benefícios, VPL, Índice BC, TIR - Valores Corrigidos.

Ano	Período	Custos	Benefícios	Benef. Líquidos
1980	1	1.010.158	0	-1.010.158
1981	2	853.515	0	-853.515
1982	3	585.948	0	-585.948
1983	4	860.897	0	-860.897
1984	5	559.847	0	-559.847
1985	6	506.540	0	-506.540
1986	7	576.044	0	-576.044
1987	8	507.245	0	-507.245
1988	9	475.760	0	-475.760
1989	10	537.807	0	-537.807
1990	11	526.291	0	-526.291
1991	12	538.227	0	-538.227
1992	13	479.807	0	-479.807
1993	14	350.277	1.250.001.448	1.249.651.171
1994	15	343.428	1.500.187.761	1.499.844.333
1995	16	377.479	2.066.374.823	2.065.997.344
1996	17	352.582	2.362.409.444	2.362.056.862
1997	18	339.877	2.787.267.056	2.786.927.179
1998	19	315.398	3.165.553.662	3.165.238.264
1999	20	364.943	2.240.946.114	2.240.681.171
2000	21	327.504	2.699.260.788	2.698.933.285
2001	22	322.951	3.523.965.246	3.523.642.295
2002	23	362.682	5.467.652.371	5.467.289.689
2003	24	302.998	7.719.641.738	7.719.338.739
2004	25	309.524	10.957.314.993	10.957.005.470
2005	26	274.089	10.394.462.990	10.394.188.901
2006	27	275.718	9.201.240.632	9.200.964.915
2007	28	281.192	10.515.661.346	10.515.380.154
2008	29	278.992	14.350.043.080	14.349.764.087
2009	30	247.340	7.477.004.169	7.476.756.829
2010	31	274.071	11.887.123.496	11.886.849.424
2011	32	253.780	12.362.230.284	12.361.976.504
2012	33	256.445	13.054.090.277	13.053.833.833
2013	34	245.680	16.804.254.215	16.804.008.535
2014	35	237.171	17.290.694.955	17.290.457.784
2015	36	248.252	21.278.046.231	21.277.797.978
2016	37	235.418	19.637.574.583	19.637.339.165
2017	38	214.294	17.022.744.325	17.022.530.032
2018	39	191.644	17.509.730.367	17.509.538.724
2019	40	221.260	24.099.458.055	24.099.236.095
2020	41	217.521	24.596.430.607	24.596.213.087

VPL (mil R\$)	6%	49.756.118
VPL (mil R\$)	8%	31.523.820
VPL (mil R\$)	10%	21.304.597
VPL (mil R\$)	12%	15.327.819
VPL (mil R\$)	14%	11.713.503
VPL (mil R\$)	16%	9.485.788
VPL (mil R\$)	18%	8.120.541
Custos		Benefícios
Taxa	6%	6%
VPL (mil R\$)	7.653,57	46.946.434
Índice B/C		6.133,92
TIR		79,25%

Fonte: Dados da pesquisa, 2018.

A partir da série histórica da Tabela 7.2.3, a estimativa dos benefícios líquidos e custos corrigidos gerados pela tecnologia, expressos em termos monetários a valores presentes, considerada uma taxa de Atualização de 6%, indica Taxa Interna de Retorno (TIR) de 79,2%, e um Índice Benefício Custo de 6.133,92, ou seja, para cada real investido na tecnologia, é gerado um valor presente médio de R\$ 6.133,92 de benefício monetário para a sociedade.

- Análise de Sensibilidade da Taxa Interna de Retorno (TIR)

Para proceder a análise de sensibilidade da TIR, os valores estimados dos benefícios e custos da tecnologia foram alterados entre a faixa de -25% até 25% do seu valor original, com intervalos de 5%, resultando em três cenários avaliados para cada uma das seguintes hipóteses: 1) Variação dos benefícios econômicos com custos da tecnologia constantes; 2) Variação dos custos com benefícios econômicos constantes; 3) Variação simultânea dos benefícios e custos. O impacto dessas alterações nos indicadores das taxas de retorno dos investimentos estimados para a tecnologia em análise pode ser observado na Tabela 7.2.3 e no Gráfico 7.2.3.

1) Sensibilidade Benefícios: Variações dos benefícios econômicos com custos fixos.

A variações positivas e negativas dos valores dos benefícios econômicos, entre 5% e 25% sobre o benefício econômico correspondente a TIR REAL (79,2%), a TIR deverá situar-se no intervalo entre 82,1%, e 75,6%.

2) Sensibilidade Custos: Variações dos custos com benefícios econômicos fixos.

A variações positivas e negativas dos valores dos custos, entre -25% e 25% sobre o custo correspondente a TIR REAL (79,2%), a TIR deverá situar-se no intervalo entre 76,4% e 83,0%.

3) Sensibilidade Benefício Custo: Variações simultâneas dos benefícios e custos.

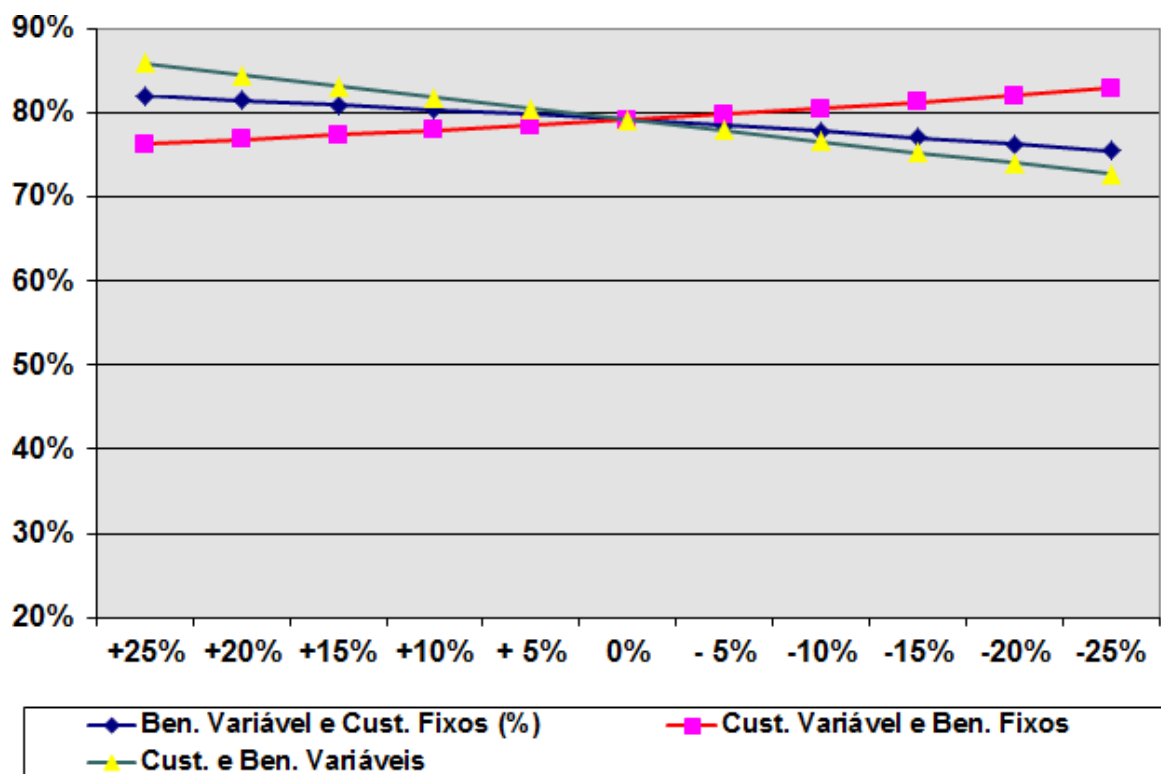
A variações simultâneas, positivas e negativas para custos e para benefícios, entre -25% e 25% sobre os custos e benefícios correspondentes a TIR REAL (79,2%), a TIR deverá situar-se no intervalo entre 86,0%, e 72,8%.

Tabela 7.2.3 - Análise da Sensibilidade da Taxa Interna de Retorno (TIR).

SENSIBILIDADE BENEFÍCIOS		SENSIBILIDADE CUSTOS		SENSIBILIDADE B/C.	
BENEF.VAR. CUSTOS FIXOS (%)	TAXA INTERNA DE RETORNO (%)	CUST, VAR. BENEFÍCIOS FIXOS (%)	TAXA INTERNA DE RETORNO (%)	VARIAÇÃO CUSTOS E BENEFÍCIOS	TAXA INTERNA DE RETORNO (%)
+25%	82,1%	+25%	76,4%	-25%C; +25%B	86,0%
+20%	81,6%	+20%	76,9%	-20%C; +20%B	84,6%
+15%	81,1%	+15%	77,5%	-15%C; +15%B	83,2%
+10%	80,5%	+10%	78,0%	-10%C; +10%B	81,9%
+ 5%	79,9%	+ 5%	78,6%	- 5%C; + 5%B	80,5%
0%	79,2%	0%	79,2%	FLUXO REAL	79,2%
- 5%	78,6%	- 5%	79,9%	+ 5%C; - 5%B	78,0%
-10%	77,9%	-10%	80,6%	+10%C; -10%B	76,7%
-15%	77,2%	-15%	81,4%	+15%C; -15%B	75,4%
-20%	76,4%	-20%	82,1%	+20%C; -20%B	74,1%
-25%	75,6%	-25%	83,0%	+25%C; -25%B	72,8%

Fonte: Dados da pesquisa, 2019.

Gráfico 7.2.3 - Análise de Sensibilidade da Taxa Interna de Retorno.



Fonte: Dados da pesquisa, 2018.

Tabela 7.2.3.1 - Resumo Análise da Sensibilidade da Taxa Interna de Retorno (TIR).

SENSIBILIDADE BENEFÍCIOS		SENSIBILIDADE CUSTOS		SENSIBILIDADE B/C.	
BENEF.VAR. CUSTOS FIXOS (%)	TAXA INTERNA DE RETORNO (%)	CUST, VAR. BENEFICIOS FIXOS(%)	TAXA INTERNA DE RETORNO (%)	VARIAÇÃO CUSTOS E BENEFÍCIOS	TAXA INTERNA DE RETORNO (%)
+25%	82,1%	+25%	76,4%	-25%C; +25%B	86,0%
0%	79,2%	0%	79,2%	TIR REAL	79,2%
-25%	75,6%	-25%	83,0%	+25%C; -25%B	72,8%

Fonte: Dados da pesquisa, 2019.

Conclusão da Análise Benefício Custo - Valores Corrigidos

A estimativa dos benefícios líquidos e custos gerados pela tecnologia, expressos em termos monetários a valores presentes, considerada uma taxa de atualização de 6%, indica Taxa Interna de Retorno (TIR) de 79,2%, e Índice Benefício Custo de 6.133,92, ou seja, para cada real investido na tecnologia, é gerado, em valor presente médio, R\$ 6.133,92 de benefício monetário para a sociedade.

O impacto sobre a TIR Real (calculada) (79,2%) a variações positivas e negativas para custos e para benefícios, consideradas isolada ou conjuntamente, entre -25% e 25%, sobre os custos e benefícios correspondentes, deverá situar-se no intervalo entre o máximo de 86,0% e 72,8%.

8 - BIBLIOGRAFIA

ABIOVE 2018a. Associação Brasileira das Indústrias e Óleos Vegetais. Coordenadoria de Economia e Estatística. Brasil - Exportações do Complexo Soja. Disponível em <http://www.abiove.org.br/site/index.php?page=estatistica&area=NC0yLTE=>. Acesso em 07/02/2018.

ANFAVEA. Anuário da Indústria Automobilística Nacional - 2014. Associação da Indústria Automobilística Nacional. Disponível em www.anfavea.com.br. Acesso em 06/03/2015.

ANPII/ESTATÍSTICAS. Vendas de Inoculantes das Empresas Filiadas a ANPII 1999-2011. Disponível em <http://www.anpii.org.br/?estatistica/2/>. Acesso em 07/02/2018.

ANPII/LEGISLAÇÃO. Disponível em <http://www.anpii.org.br/?relare/9/>. Acesso em 27/02/2018.

ANPII/CURSOS. Curso de Fixação Biológica do Nitrogênio. Disponível em http://www.anpii.org.br/?cursos/8/fixacao_biologica_do_nitrogenio_fbn/3/. Acesso em 01/03/2017.

ANPII/RELARE. Disponível em <http://www.anpii.org.br/?legislacao/16/>. Acesso em 27/02/2018.

ANPII/ARTIGOSa. A influência da pesquisa no panorama dos inoculantes no Brasil. Disponível em http://www.anpii.org.br/?artigos/6/a_influencia_da_pesquisa_no_panorama_dos_inoculantes_no_brasil./12/. Acesso em 10/02/2017.

ANPII/ARTIGOSb. A ANPII e o Programa de Agricultura com Baixa Emissão de Carbono. Disponível em http://www.anpii.org.br/?artigos/6/a_anpii_e_o_programa_de_Agricultura_com_baixaemissao_de_carbono./10/. Acesso em 10/02/2017.

AGROSOFT. Boletim de Publicação Agrícola. Disponível em: www.agrosoft.org.br. Acesso em 20/04/2009.

BANCO CENTRAL DO BRASIL. CALCULADORA DO CIDADÃO. Disponível em <https://www3.bcb.gov.br/CALCIDADAOPublico/exibirFormCorrecaoValores.do?method=exibirFormCorrecaoValores&aba=1>. Acesso em 03/11/2007.

BRASIL PROJEÇÕES DO AGRONEGÓCIO 2011/2012 a 2021/2022-AGE/MAPA. Disponível em http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/Ministerio/gestao/projecao/PROJECOES%20D0%20AGRONEGOCIO%202010-11%20a%202020-21%20-%202_0.pdf. Acesso 10/02/2013.

Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Projeções do Agronegócio: Brasil 2012/2013 a 2022/2023/Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Assessoria de Gestão Estratégica. Brasília: Mapa/ACS, 2013. 96 p. Disponível em https://correio.embrapa.br/service/home/~/projecoes%20-%20versao%20atualizada.pdf?auth=co&loc=pt_BR&id=9175&part=2. Acesso em 08/02/2014

CASTRO, A.C; FONSECA, M.G.D. A dinâmica agroindustrial do Centro-Oeste. IPEA, 1995, 220p.

CONAB. COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Acomp. safra bras. grãos, v. 2 - Safra 2016/17, n. 12 – Décimo segundo levantamento, set. 2017. Disponível em http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15_09_11_08_57_48_boletim_graos_setembro_2017.pdf. Acesso em 05/10/2017. ISSN 2318 - 6852

CONAB. COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Insumos Agropecuários. Disponível em <http://consultaweb.conab.gov.br/consultas/consultaInsumo.do;jsessionid=BA41F7EB0911E43CEB4BF72310F1A140?method=acaoListarConsulta>. Acesso em 15/10/2017.

CONAB. COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Preços Agropecuários: Soja e Suínos. Disponível em http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/13_02_20_10_22_39_0510_soja_e_suinos.pdf. Acesso em 07/11/2015.

DOBEREINER, J. Biological nitrogen fixation in the tropics: social and economic contributions. *Soil biology and chemistry*, Vol.29, 1997.

HIRAKURI, M. H.; LAZZAROTTO, J. J. Agronegócio da soja nos contextos mundial e brasileiro. 1. On line. – Londrina: Embrapa Soja, 2014. (Documentos/Embrapa Soja, ISSN 2176-2937; n. 349, 70p.

HUNGRIA, M. Microorganismos de Importância Agrícola. Brasília: EMBRAPA, 1994.

HUNGRIA, M.; ANDRADE, D. S.; CHUEIRE, L. M. O.; PROBANZA, A.; GUTTIERREZ-MAÑERO, F. J.; MEGÍAS, M. Isolation and characterization of new efficient and competitive bean (*Phaseolus vulgaris* L.) rhizobia from Brazil. *Soil Biology & Biochemistry*, v.32, p. 1515-1528, 2000.

HUNGRIA, M.; CAMPO. R. J ; MENDES, I. C. Benefits of inoculation of the common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) crop with efficient and competitive *Rhizobium tropici* strains. *Biology and Fertility of Soils*, v.39, p. 88-93, 2003.

HUNGRIA, M.; CAMPO. R. J; MENDES, I. C. A importância do processo de fixação biológica do nitrogênio para a cultura da soja: componente essencial para a competitividade do produto brasileiro. Londrina: Embrapa Soja. Serie Documentos, Junho 2007. ISSN 1516-781X. Disponível em <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/468512>.

HUNGRIA, M.; CAMPO. R. J ; SOUZA, E. M.; PEDROSA, F. O. Inoculation with selected strains of *Azospirillum brasiliense* and *A. Lipoferum* improves yields of maize and wheat in Brazil. *Plant and Soil*, v331, n. 1-2, p413-425, 2010.

HUNGRIA, M. Inovação com *Azospirillum brasiliense*: inovação em rendimento a baixo custo. Londrina: Embrapa Soja, 2011. 36 p. (Embrapa Soja. Circular Técnica, 325).

HUNGRIA, M.; CAMPO, R. J.; NOGUEIRA, M. A. A pesquisa em Fixação Biológica do Nitrogênio na Embrapa Soja: passado, presente e perspectivas futuras. Anais da XVI Relare. Londrina/PR, agosto 2012.

HUNGRIA, M.; MENDES, I. C.; MERCANTE, F. M. Tecnologia de fixação biológica de nitrogênio com o feijoeiro: viabilidade em pequenas propriedades familiares e em propriedades tecnificadas. Londrina: Embrapa Soja, 2013, 32p (Documentos/Embrapa Soja, ISSN 1516-781; n. 338).

IBGE. Produção Agrícola Municipal - PAM. Sistema de Recuperação Automática – SIDRA. Disponível em <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl.asp?c=99&z=t&o=3>. Acesso em 16/02/2018.

Preços Médios Pagos pela Agricultura. Disponível em <http://www.iea.sp.gov.br/out/bancodedados.html>; http://ciagri.iea.sp.gov.br/nia1/Precos_Medios.aspx?cod_sis=5. Acesso em 16/02/2018.

LAZZARINI, S. G.; NUNES, R. Competitividade do sistema agroindustrial da soja. Vol.5. São Paulo. PENSA/USP, 2000.

MAPA. Anexo al NSTRUÇÃO SDA 13, de 25/03/2011. Disponível em <http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis/>. Acesso em 03/03/2013.

MENDES, I. C.; REIS JUNIOR, F.B.; HUNGRIA, M. Reinoculação e adubação nitrogenada na cultura da soja. In: Solange R. M. de Andrade; Fábio G. Faleiro. (Org.). Resultados de pesquisa para o cerrado 2004-2005. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, v., p. 133-137, 2007.

MENDES, I. C.; REIS JUNIOR, F.B.; HUNGRIA, M. 20 perguntas e respostas sobre a fixação biológica do nitrogênio. Embrapa Cerrados, 2010 19p. (Documentos /Embrapa Cerrados, ISSN 1517-5111, IISN online 2176-5081; 281).

MENDES, I. C.; REIS JUNIOR, F.B.; MORAES, C. B.; HUNGRIA, M. Inoculação do feijoeiro em Unaí, MG: cartilha para o produtor rural. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2007. 16p. (Embrapa Cerrados. Documentos, 175).

MENDES, I. C. Fixação Biológica do Nitrogênio é uma das Tecnologias do Programa ABC. Disponível em <http://www.cpac.embrapa.br/>. Acesso em 01/11/2011. Redação: Juliana Caldas (4861/14/90/DF). juliana.caldas@cpac.embrapa.br.

PELEGRIN, R.; MERCANTE, F. M.; OTSUBO, I. M. N.; OTSUBO, A. A. Resposta da cultura do feijoeiro à adubação nitrogenada e à inoculação com rizóbio. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 18, n. 13. P. 415-420, 1994.

PORTAL BRASIL. Índice Geral de Preços - IGP-DI “Disponibilidade Interna”. Fundação Getúlio Vargas - FGV. Disponível em <http://www.portalbrasil.net/igp.htm>. Acesso em 03/12/2018.

REIS, V. M. **Perspectivas para Cana de Açúcar** in HUNGRIA, M.; GOMES, D. F.; COLOZZI FILHO, A. (Eds.) Anais da XXVII Reunião Latinoamericana de Rizobiologia-RELAR, Fortalecendo as Parcerias Sul-Sul. Curitiba: NEPAR, 2016, p. 79. ISBN: 978-85-69146-03-2.

RIBEIRO GOMES, R. de A. **Mudanças do Clima: A Agricultura Brasileira Faz a Sua Parte. Entrevista à Fábio Reynol.** XXI – Ciência para a vida – Embrapa. Maio/Agosto 2014 #7. Pgs. 8-13.

ROESSING, A.C; GALERANI, P.R; GUEDES, L.C. A; MELLO, H.C. **Avaliação do componente tecnológico da safra de soja de 1995/1996.** In: Reunião de Pesquisa de soja da região central do Brasil, 18., 1996.Uberlândia. Ata e Resumos. Uberlândia; UFU. Embrapa-CNPSO, p.31-117.

RUMJANEK, N. G.; MARTINS, L. M. V.; XAVIER, G. R.; NEVES, M. C. P. **Fixação Biológica do Nitrogênio.** In FREIRE FILHO, F. R.; LIMA, J. A. de A.; Ribeiro, V. Q. (Org.). Feijão caupi: avanços tecnológicos. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. p. 281-335.

VARGAS, M. A. T.; SUHET, A. R.; MENDES, I. C.; PERES, J. R. R. **Fixação Biológica de Nitrogênio em Solos de Cerrados.** Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Embrapa Cerrados, 1994, 83p. Disponível em: http://bbeletronica.cpac.embrapa.br/1994/livros/vargas_01.pdf.

9 - RESPONSÁVEL

Tito Carlos Rocha de Sousa
Analista A
Socioeconomia Embrapa Cerrados
Janeiro/2020