

Análise prospectiva *ex-ante* da tecnologia de fertilizante orgânico obtido a partir da biomassa de plantas



**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Agrobiologia
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**

DOCUMENTOS 322

Análise prospectiva *ex-ante* da tecnologia de fertilizante orgânico obtido a partir da biomassa de plantas

*Bruna da Conceição de Matos
Ana Cristina Siewert Garofolo
Ednaldo da Silva Araújo*

Embrapa Agrobiologia
Rio de Janeiro, RJ
2022

Unidade Responsável pelo conteúdo

Embrapa Agrobiologia

Rodovia BR 465, km 7
CEP 23891-000 , Seropédica, RJ
Caixa Postal 74.505
Fone: (21) 3441-1500
Fax: (21) 2682-1230
www.embrapa.br/agrobiologia
www.embrapa.br/sac

**Comitê Local de Publicações
da Embrapa Agrobiologia**

Presidente

Bruno José Rodrigues Alves

Secretária-Executiva

Carmelita do Espírito Santo

Membros

*Claudia Pozzi Jantalia, Janaina Ribeiro Costa
Rouws, Luc Felicianus Marie Rouws,
Luis Cláudio Marques de Oliveira,
Luiz Fernando Duarte de Moraes, Marcia Reed
Rodrigues Coelho, Marta dos Santos Freire
Ricci de Azevedo, Nátia Élen Auras*

Unidade responsável pela edição

Embrapa Agrobiologia

Normalização bibliográfica

Carmelita do Espírito Santo CRB7/5043

Tratamento das ilustrações

Maria Christine Saraiva Barbosa

Projeto gráfico da coleção

Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Editoração eletrônica

Maria Christine Saraiva Barbosa

Foto da capa

Ana Lucia Ferreira Gomes

1ª edição

Publicação digital – PDF (2022)

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte,
constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Agrobiologia

M433a MATOS, Bruna da Conceição de
Análise prospectiva *ex-ante* da tecnologia de fertilizante orgânico
obtido a partir da biomassa de plantas. / Bruna Conceição de Matos,
Ana Cristina Siewert Garofolo, Ednaldo da Silva Araújo. — Seropédica:
Embrapa Agrobiologia, 2022.
Livro Digital. (PDF): (Embrapa Agrobiologia. Documentos, 322)
ISSN 1676-6709
1. Nitrogênio. 2. FBN. 3. Prospecção. 4. INOVA-tec System.
I. Título. II. Garofolo, Ana Cristina Siewert. III. ARAUJO, Ednaldo da
Silva. IV. Embrapa Agrobiologia. V. Série.

631.46 - CDD (23.ed.).

Autores

Bruna da Conceição de Matos

Analista da Embrapa Agrobiologia, BR 465, km 7, CEP 23891-000, Seropédica – RJ. E-mail: bruna.matos@embrapa.br.

Ana Cristina Siewert Garofolo

Pesquisadora da Embrapa Agrobiologia, BR 465, km 7, CEP 23891-000, Seropédica – RJ. E-mail: ana.garofolo@embrapa.br.

Ednaldo da Silva Araújo

Pesquisador da Embrapa Agrobiologia, BR 465, km 7, CEP 23891-000, Seropédica – RJ. E-mail: ednaldo.araujo@embrapa.br.

Apresentação

A publicação “Análise prospectiva *ex-ante* da tecnologia de fertilizante orgânico obtido a partir da biomassa de plantas” é um documento importante, pois traz elementos para se pensar tanto a dimensão técnica da inovação ligada ao desenvolvimento de tecnologias para fertilização, bem como apresenta o amadurecimento no processo de análise da disponibilidade de tecnologias geradas pela Embrapa e ofertadas à sociedade.

A análise prospectiva visa antecipar cenários a partir de uma modelagem quantitativa dos eventuais contextos de ingresso da tecnologia no mercado e conhecer melhor os potenciais dos diferentes impactos causados pelo produto a ser disponibilizado em diferentes dimensões: social, econômica, ambiental e institucional. Ela contribui ainda para traçar estratégias de posicionamento e competitividade frente a outros produtos já disponíveis no mercado, bem como os cenários possíveis para que a adoção se concretize. Fazer análises prospectivas são iniciativas institucionais como parte das ações corporativas, visando maior eficácia dos investimentos em ciência e desenvolvimento tecnológico.

Para o caso especial deste material reunimos informações de gestão do negócio tecnológico com um produto inovador em desenvolvimento, produto este capaz de substituir insumos externos como a cama de frango, usada como fonte de nitrogênio, mas nem sempre localmente disponível e com custo acessível aos produtores. O produto em questão ainda apresenta vantagens por ser obtido de fonte renovável, podendo ser usado no sulco (ou em coberturas) e com resultados promissores que comprovam boa eficiência agrônômica. Apesar de ser um produto orgânico, seu uso não se restringe à sistemas orgânicos de produção, possibilitando ampliar a gama de adotantes da tecnologia.

Por fim, realizar análises prospectivas das tecnologias em desenvolvimento pela Embrapa figura em mais um compromisso multidimensional da empresa com a sociedade para melhorar a qualidade da informação sobre tendências tecnológicas, dando uma orientação estratégica e assertiva da atuação da empresa não apenas no aspecto econômico, mas seu compromisso com o desenvolvimento social e a sustentabilidade ambiental dos produtos gerados pela instituição.

Desejamos uma boa leitura.

Cristhiane Oliveira da Graça Amâncio

Chefe-Geral da Embrapa Agrobiologia

Sumário

Introdução	11
Materiais e Métodos	13
Resultados e Discussão	14
Conclusão	21
Referências bibliográficas	22

Introdução

O fertilizante orgânico em estudo é produzido a partir da biomassa de leguminosas fixadoras de nitrogênio do ar atmosférico, contendo nutrientes essenciais (Araújo, 2017). Tem como principal objetivo contribuir para oferta de insumos nitrogenados nos sistemas orgânicos de produção, auxiliando os agricultores que atualmente dispõem de pouca mão de obra e enfrentam grande dificuldade para produzir e reciclar todos os nutrientes necessários dentro da propriedade agrícola. É um insumo externo, porém, renovável e que diminui a necessidade de mão de obra, contribuindo para o aumento da sustentabilidade e a redução de atividades laboriosas desenvolvidas pelos agricultores (Araújo, 2016).

Fertilizantes orgânicos farelados apresentam efeitos positivos da suplementação de nitrogênio em hortaliças orgânicas, em substituição ao uso da cama de frango, no entanto, possuem limitações para sua aplicação no campo, uma vez que não se adequam ao uso de máquinas distribuidoras de adubos. Assim, o fertilizante orgânico em estudo representa um avanço tecnológico, por ser um produto padronizado, produzido a partir de biomassa selecionada (Araújo, 2017).

Santos (2017), avaliando protótipos de formulações de fertilizantes orgânicos produzidos a partir de biomassa, observou que, exceto quando a formulação foi feita exclusivamente com caules, havia efeitos significativos quanto à eficiência agrônômica em hortaliças e que, assim, tais protótipos poderiam ser utilizados como alternativa na fertilização de sistemas orgânicos de produção.

O fertilizante orgânico produzido pela Embrapa Agrobiologia, segundo Araújo (2017), tem como principais vantagens: a) ser obtido a partir de fonte renovável; b) ser utilizado para o manejo de adubação no sulco do plantio ou aplicado em cobertura; c) apresentar baixa taxa de perdas; d) ser compatível com o uso em plantadoras e adubadoras; e) possuir boa eficiência agrônômica. Além disso, pode ser enriquecido com macro e micronutrientes, atendendo aos princípios e legislação de Agricultura Orgânica, gerando diferentes formulações. Algumas limitações da tecnologia residem na necessidade de

produzir a matéria-prima, sendo uma alternativa a produção da biomassa em áreas de reserva legal ou sistemas de aleias consorciando outras culturas de importância econômica (Araújo, 2016). As Figuras 1A e 1B apresentam a tecnologia de fertilizante orgânico obtido a partir da biomassa de plantas.

O fertilizante orgânico em estudo encontra-se em escala de nível de maturidade 4, ou seja, já foram realizadas avaliações de sua funcionalidade em áreas experimentais, em escala piloto, sendo necessários, a partir de então, estudos em ambientes produtivos em escala comercial. Por esse motivo, a realização de estudos com a elaboração de cenários prospectivos torna-se uma ferramenta essencial, ao propiciar uma avaliação anterior ao lançamento da tecnologia, permitindo analisar a relevância, coerência e viabilidade de realização, seja do ponto de vista econômico, social e mercadológico, auxiliando assim, no processo decisório de condução e priorização dos processos de transferência da tecnologia.

Com base na literatura e ferramentas já utilizadas pela Embrapa, nesta avaliação *ex-ante*, optou-se pelo Sistema de Avaliação de Impactos de Inovações Tecnológicas – *INOVA-tec System v 2.0* (Jesus, 2011). Este sistema avalia os potenciais impactos da tecnologia no mercado onde será inserida, auxiliando assim, na tomada de decisão sobre os mecanismos de transferência e difusão a serem adotados e o entendimento do seu alcance.



Figura 1. Tecnologia de fertilizante orgânico obtido a partir da biomassa de plantas (A e B).

Fotos: A. Ednaldo Araújo; B. Ana Lúcia Ferreira

Materiais e Métodos

No Sistema de Avaliação de Impactos de Inovações Tecnológicas – *INOVA-tec System v2.0*, desenvolvido pela Embrapa Meio Ambiente, os impactos podem ser mensurados, de maneira direta ou indireta, nas dimensões social, ambiental, econômica, de desenvolvimento institucional e capacitação, introdução da tecnologia e ocorrências inesperadas, através de indicadores organizados em critérios para cada uma das dimensões avaliadas. Dessa forma, foram indicados parâmetros específicos para a avaliação mais criteriosa da inovação, possibilitando a análise caso a caso (Jesus-Hitzschky, 2007).

A utilização do Sistema *INOVA-tec* diminui a subjetividade da avaliação funcionando como um direcionador dos indicadores que devem ser analisados, de modo que permita a mitigação dos impactos negativos de maneira geral (Jesus, 2011). Garofolo e Amâncio (2013) relatam que o *INOVA-tec* permite avaliar a abrangência da inovação e seu desempenho por meio do Índice de Impacto Geral, determinado através dos Índices de Significância e Magnitude, sendo que o software apresenta 17 critérios e 53 indicadores, distribuídos em sete dimensões. Segundo Jesus (2011), as informações são organizadas em três ferramentas:

- 1) Planilha para análise do cenário de inovação – Índice de significância: onde são considerados os fatores de moderação que seguem a extensão da sua aplicação (pontual, local, regional, nacional, internacional), influência (direta, indireta ou nula) e alcance da sua aplicação (meio ambiente, saúde humana, qualidade de produto ou processo, social, econômico, político e legal);
- 2) Planilha de indicadores para compilar o desempenho do impacto - Índice de Magnitude: permite analisar os indicadores com foco na dimensão (social, ambiental, econômica, desenvolvimento institucional, capacitação, introdução da tecnologia e ocorrências inesperadas) que possam sofrer os impactos da inovação, permitindo que o avaliador analise somente os indicadores que julgar relevantes para o contexto da avaliação, sem distorção do resultado final;
- 3) Matriz de Impacto – Índice de Impacto Geral: com base nos índices de significância e magnitude, é gerada a matriz de impacto, onde é

possível observar o potencial impacto e o cenário prospectivo para a introdução da tecnologia, permitindo, assim, a elaboração de medidas para gerenciamento do impacto.

Com base na análise, é possível observar se o cenário está favorável ou não para a liberação da inovação no ambiente e no mercado, além de informar sobre o desempenho dos indicadores avaliados e, assim, prever uma resposta à viabilidade e ao potencial de sustentabilidade da inovação (Jesus, 2011).

Resultados e Discussão

Para a avaliação dos impactos da inovação com foco nas diferentes dimensões analisadas, foram selecionados os indicadores e critérios a serem utilizados dentro de cada dimensão, conforme sugerido por Jesus (2011). Dentre os 17 critérios e os 53 indicadores distribuídos nas sete dimensões, foram selecionados os apresentados na Tabela 1.

A validação e a análise dos critérios, dentro de cada uma das dimensões, foram realizadas no formato de uma entrevista *survey*, por meio de um painel de especialistas, analistas (3) e pesquisadores (4) da Embrapa Agrobiologia envolvidos na temática (Tabela 1).

Inicialmente, foi realizada a análise da significância, considerando a extensão de aplicação da tecnologia, seu alcance e sua influência, através de valores atribuídos pelo painel de especialistas. Foram identificados e atribuídos pesos aos indicadores, bem como faixas de peso de cada fator de moderação.

Para a respectiva tecnologia, foi adotada uma extensão de aplicação nacional, em razão da própria demanda do mercado por insumos nitrogenados de alto valor biológico e com baixa sazonalidade. Os dados ponderados são apresentados na Tabela 2, onde são apresentados todos os valores que geraram o índice de significância por alcance e influência. Indicadores com peso maior são aqueles com impacto potencializado.

O valor final do desempenho de cada dimensão foi o resultado da somatória dos valores de todos os indicadores, dentro da dimensão avaliada, os quais por determinação metodológica são considerados igualmente importantes (Figura 2). Isto permitirá a elaboração de uma lista de recomendação, com a finalidade de potencializar o impacto positivo da inovação para cada dimensão (Jesus, 2011).

Tabela 1. Critérios e indicadores selecionados com impacto nas dimensões de interesse para a tecnologia fertilizante orgânico feito a partir da biomassa de plantas.

Dimensão	Critério	Indicador
Ambiental	Recursos hídricos, solo e ar	Quantidade de metais pesados em decorrência da introdução da inovação
		Resíduos químicos ou orgânicos
		Emissão de poluentes
		Alteração da demanda por recursos naturais
	Recursos bióticos (microrganismo, flora e fauna)	Alteração do equilíbrio do ecossistema
		Ocorrência de efeitos negativos em plantas, na saúde humana e animal
Conservação ambiental	Alteração da demanda por recursos naturais	
Recuperação ambiental	Prática de manejo ou monitoramento ambiental	
Desenvolvimento institucional	Formalização de parcerias	Diminuição do nível de poluentes sólidos, químicos, biológicos
	Aporte de recursos	Convênio firmado
	Parcerias	Formas de aporte de recursos
Capacitação	Formação de recursos humanos	Número de parceiros
		Número de estagiários e bolsistas
	Treinamentos	Número de pós-graduandos
	Produção científica	Treinamentos técnicos
Econômica	Econômica	Dissertações de mestrado ou teses de doutorado apresentadas associadas à inovação
		Retorno financeiro
		Melhoria de processo, atendimento normativo, multiplicação de conhecimento
		Pagamentos/recebimentos de <i>royalties</i>
		Domínio da cadeia produtiva
		Mercado no qual a inovação será inserida
		Perspectiva de mercado (tamanho da demanda)
		Ciclo de vida do produto
		Valor agregado
A inovação é passível de comercialização		

Tabela 1. Critérios e indicadores selecionados com impacto nas dimensões de interesse para a tecnologia fertilizante orgânico feito a partir da biomassa de plantas. (continuação)

Dimensão	Critério	Indicador
Social	Relações de trabalho	Influência nas condições de trabalho Geração de postos de trabalho
	Divulgação científica	Número de palestras ou cursos ministrados, número de participantes e tipo de público Matéria jornalística / mídia
Introdução da inovação	Ambiente de inovação	Atendimento / criação da demanda
	Ambiente para inovação na organização	Impacto na linha de produção O desenvolvimento da inovação ou do produto inovador necessita de capacitação da equipe de desenvolvimento ou produção
	Avanço tecnológico	Tipo de inovação Incubação de negócio
	Desdobramento comercial	Registro de patente Transferência de tecnologia
	Eficácia da tecnologia	Alteração da eficácia da inovação Margem de tempo para lançar o produto
Ocorrências inesperadas		Efeito adverso para o meio ambiente Possibilidade de uso indevido da inovação Danos à saúde humana, animal ou vegetal Processo legal impetrado contra a inovação Risco de adoção da tecnologia relacionado à característica da inovação

Fonte: Adaptado de Jesus (2011).

Tabela 2. Alcance, influência e peso dos critérios para a tecnologia avaliada.

Alcance da Inovação	Peso	Influência	Total
Econômico	3	Direta	6
Legal	2	Direta	4
Meio ambiente	3	Direta	6
Político	2	Direta	4
Qualidade pesquisa/produto	2	Direta	4
Saúde humana	3	Direta	6
Social	2	Indireta	2

Com base na identificação desses critérios, foi então calculado o Índice de Significância, o qual, segundo Jesus (2011), representa a multiplicação da extensão pela abrangência da inovação, sendo esta uma somatória do alcance de cada dimensão pela sua influência.

Em razão do próprio mercado de insumos orgânicos, a demanda apresentada para esta tecnologia se apresenta com abrangência nacional, com uma ação direta ou indireta sobre todos os critérios para o alcance de sua aplicação. Esta repercussão nacional é decorrente dos fatores expostos acima, assim como da dimensão dos números de produtores espalhados no território nacional e do grande crescimento do mercado orgânico em algumas regiões (Centro-Oeste e Nordeste) e culturas (vinicultura, cotonicultura, cafeicultura, olericultura, entre outras).

Os maiores pesos observados dentro dos critérios são decorrentes de onde a tecnologia poderá apresentar sua maior influência. Conforme pode ser observado na Figura 2, os critérios de meio ambiente e saúde humana apresentam alta influência. Essa maior influência é resultado do tipo de insumo utilizado para a confecção do fertilizante, o qual tem, em sua base, uma fonte renovável e apresenta baixo impacto ambiental, seja em sua produção ou descarte, quando comparado com as fontes convencionais solúveis ou derivadas de dejetos de animal. Da mesma forma, a influência também é alta na saúde humana dos produtores e consumidores, por meio da redução

de compostos agrotóxicos e menor uso de insumos convencionais ou ditos orgânicos com potenciais riscos adversos.

Destacamos, também, a alta influência dos indicadores econômicos, em razão do potencial mercadológico desta tecnologia. Apesar da não possibilidade de patenteamento desta tecnologia, há questões de *know how* intrínsecas que possibilitarão a sua transferência por meio de contratos de recolhimento de *royalties*. Além disso, o mercado de orgânicos apresenta uma franca expansão no Brasil e no mundo, tanto para nichos específicos, quanto para grandes *commodities*, e a necessidade de insumos de alto valor biológico, de baixa sazonalidade, com facilidade de aquisição, manuseio e aplicação é uma realidade.

Além disso, o atendimento às legislações, tanto do Ministério da Agricultura, como das certificadoras, como um insumo a ser utilizado no mercado orgânico, aliado às Políticas de Bioinsumos e de Agricultura de Baixo Carbono, favorece a melhor receptividade e adoção dessa tecnologia pelo mercado consumidor.

Comparativamente, existem nos EUA mais de 5.000 insumos certificados para uso na produção agrícola com foco na produção orgânica. No Brasil, esse número não é maior do que 300 insumos com certificação para atendimento a esse mercado. Este dado evidencia claramente o potencial de crescimento do mercado brasileiro para atendimento aos produtores com novos insumos que também sejam permitidos para uso na produção orgânica (Harkaly; Garcia, 2019).

Segundo dados da Associação Brasileira das Indústrias de Tecnologia em Nutrição Vegetal – ABISOLO, estima-se que, no ano de 2018, o faturamento das indústrias de nutrição vegetal atingiu o patamar de R\$ 7,6 bilhões de reais, registrando, assim, um crescimento de 19,3% em relação ao ano de 2017, sendo que os fertilizantes orgânicos representaram 4% do faturamento total, com uma taxa de crescimento no faturamento de 15% (ABISOLO, 2019). Os fertilizantes orgânicos, apesar de apresentarem um percentual pequeno de participação, podem atender um importante segmento de produção agrícola, os mercados de produção orgânica e de práticas agrícolas sustentáveis, que vêm apresentando índices de crescimento superiores a 10% ao ano.

No tocante à dimensão ambiental, a tecnologia tem grande impacto sobre os recursos hídricos, solo e ar, assim como na conservação e recuperação ambiental. Isso se dá, principalmente, pelas matérias primas a serem utilizadas em sua fabricação, que são advindas de fontes renováveis, especialmente de leguminosas

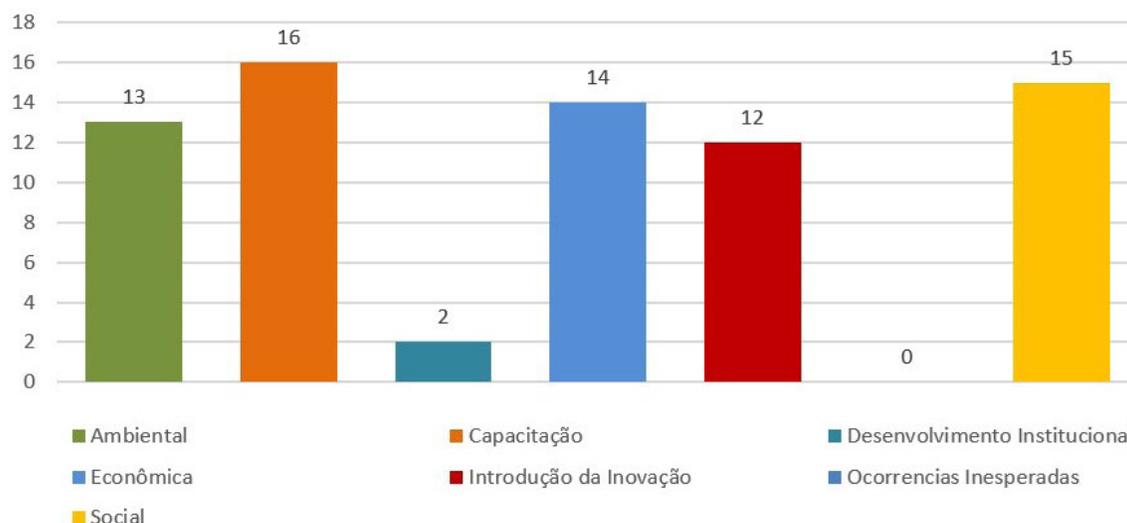


Figura 2. Desempenho por dimensão dos indicadores utilizados para avaliação prospectiva para o fertilizante orgânico feito a partir da biomassa de plantas, onde o valor do desempenho é dado por um número adimensional.

que propiciam ao sistema a captação e utilização do nitrogênio por meio da Fixação Biológica de Nitrogênio (FBN). Essa vertente de uso reduz a quantidade de potenciais efeitos deletérios no ambiente, em especial na quantidade de metais pesados, resíduos químicos ou orgânicos e emissão de poluentes.

Já para a dimensão econômica, destacaram-se os indicadores relativos ao retorno financeiro, principalmente, os relativos à redução de mão de obra, economia de matéria-prima, energia e outros insumos industriais. Da mesma forma, existe um melhor atendimento normativo e legal desta tecnologia, sendo apoiado por políticas públicas existentes, como o Plano ABC e o Programa de Bioinsumos. Além disso, é passível de comercialização, por uma ou mais empresas parceiras da Embrapa, o que acarretaria na captação de royalties ou outras formas de capitalização.

Em relação à dimensão social, foram observados impactos positivos sobre as condições de trabalho, em especial, na saúde e segurança do trabalhador e na possibilidade de geração direta e indireta de empregos. Esses podem ocorrer dentro das propriedades, no manuseio dessa tecnologia, assim como nas indústrias ou nas áreas cooperadas para a produção da matéria-prima a ser destinada para as agroindústrias.

Outros pontos a serem destacados nas demais dimensões são que a introdução da inovação atende uma demanda latente do mercado, com necessidade pontual de treinamento das equipes e baixo impacto na linha de produção, uma vez que grande parte das indústrias já tem os equipamentos necessários para a sua produção. No entanto, a depender do parceiro e da forma de disponibilização da tecnologia, existe uma possibilidade mediana de adoção, em especial, nos mercados de *commodities*.

As questões de produção e de divulgação científica ainda não foram impactadas pela tecnologia, pois, como existe uma previsão de disponibilização da mesma para um parceiro, visando validação e lançamento comercial, as informações ainda são tratadas em confidencialidade. Tem sido divulgado apenas que a Embrapa vem estudando um potencial fertilizante orgânico a ser disponibilizado no mercado.

A partir dos valores apresentados, calculou-se a abrangência e o índice de significância, conforme descrito por Jesus (2011), os quais resultaram nos valores 32 e 128, respectivamente. O índice de magnitude, calculado a partir da análise dos indicadores para as diferentes dimensões, gerou um valor de 10,28.

Estes valores indicam que a tecnologia se encontra em um cenário propício para o seu lançamento, no entanto, poderá apresentar um baixo desempenho, o que sugere a adoção de medidas corretivas. O resultado da avaliação da tecnologia do fertilizante orgânico, obtido a partir da biomassa de plantas e recomendação do gerenciamento necessário do impacto, com vistas a mitigar efeitos negativos, é apresentado pela Matriz de Impacto (Figura 3).

Ao analisar a tecnologia no seu estado atual, sugere-se que as tomadas de decisão sejam realizadas junto aos indicadores relacionados ao mercado (dimensão econômica) e seus desdobramentos econômicos (dimensão introdução da inovação) e possíveis efeitos adversos do uso da tecnologia, nas diferentes dimensões de estudo.

A presente avaliação foi realizada com a tecnologia em TRL 4, que indica que a tecnologia foi avaliada e validada em ambiente produtivo experimental. No estado atual de maturidade tecnológica, o fertilizante orgânico já apresenta um cenário propício para o seu lançamento. Isso sugere a existência potencial de interesse de parceiros comerciais para o codesenvolvimento e/ou escalonamento industrial desta tecnologia para sua disponibilização ao mercado consumidor.

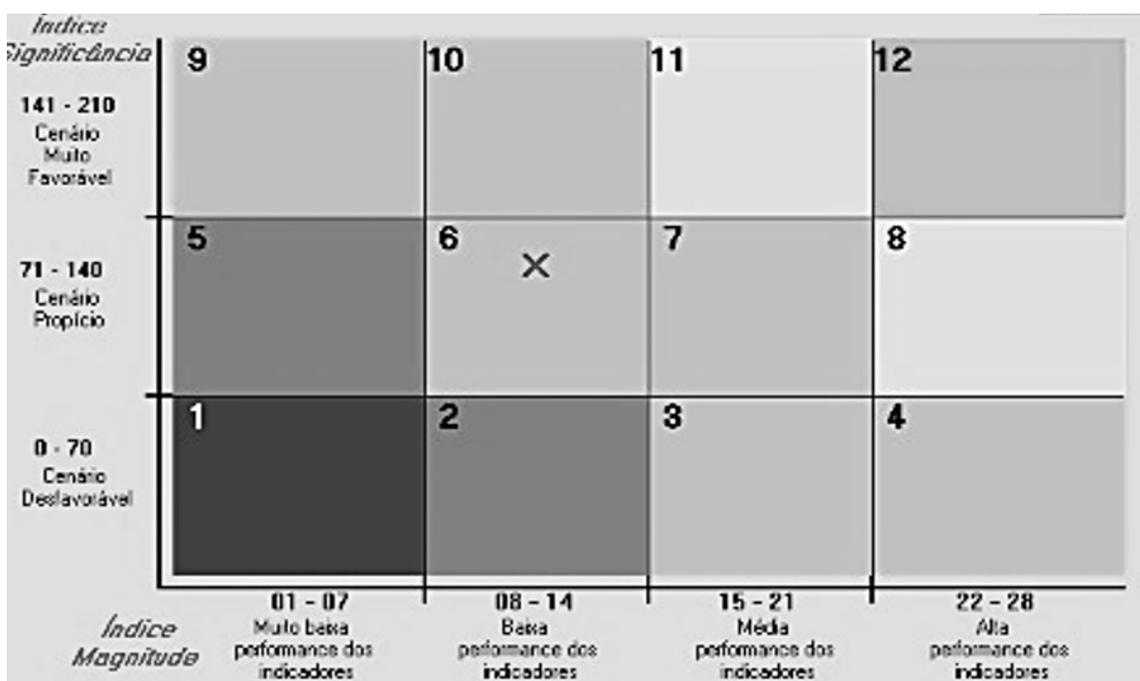


Figura 3. Matriz de Impacto prospectivo para o fertilizante orgânico obtido de biomassa de plantas.

Pela lógica do nível de maturidade da tecnologia, sugere-se a condução de uma nova análise *ex-ante*, em TRL 8 ou 9, antes do seu lançamento ao mercado, para verificar a melhoria dos critérios e indicadores avaliados. Nesta fase, existe um melhor amadurecimento das questões mercadológicas e de comunicação, assim como dos benefícios sociais e possíveis riscos inerentes ao lançamento da tecnologia. Além disso, como a proposta é o lançamento conjunto com empresas comerciais, podem ser levados em conta, na presente análise, o modelo de negócio e a forma de disponibilização do produto ao consumidor final.

Conclusão

Embora o fertilizante orgânico obtido de biomassa de plantas se encontre em um nível de maturidade tecnológica intermediária (TRL 4), com o uso do *Software INOVA-Tec*, foi possível realizar a análise prospectiva *ex-ante* da tecnologia e observar um cenário positivo e propício para a sua introdução no mercado. A mesma tem potencial para atender uma demanda latente por

insumos nitrogenados, seja familiar ou de *commodities*, para os mercados orgânico ou convencional. Este fato corrobora com o interesse e a possibilidade da Embrapa em buscar um parceiro para a validação e transferência desta tecnologia ao mercado.

No entanto, algumas melhorias devem ocorrer em alguns indicadores, em especial os relacionados com dimensão econômica, introdução ao mercado e possíveis riscos tecnológicos. Por este motivo, é sugerida a realização de uma nova análise *ex-ante*, em um estágio de maturidade mais elevado.

Referências bibliográficas

- ABISOLO. Associação Brasileira das Indústrias de Tecnologia em Nutrição Vegetal. **Anuário Brasileiro de Tecnologia em Nutrição Vegetal**. 2019. Disponível em: <https://abisolo.com.br/anuario/> Acesso em: 13 mar. 2020.
- ALMEIDA, M. M. T. B. **Fertilizantes de Leguminosas: Autossuficiência de Nitrogênio em Sistemas Orgânicos de Produção**. 2012. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2012.
- ARAÚJO, E. da S. **Projeto Embrapa Soluções tecnológicas para otimização do uso de resíduos e biomassa como insumo para fertilidade do solo em sistemas de orgânicos de produção**. Código SEG: 02.14.07.001.00.00. Brasília: Embrapa, 2016. Documento Interno.
- ARAÚJO, E. da S. **Relatório para análise de patenteabilidade tecnologia N-Verde**. Brasília: Embrapa, 2017. Documento Interno.
- GAROFOLO, A. C. S.; AMANCIO, C. O. G. Impacto prospectivo da tecnologia do xaxim agroecológico utilizando o Inova-Tec System v 2.0. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 43, n. 11, p. 1991-1997, nov, 2013.
- HARKALY, A.; GARCIA, A. Inventário e tendências no Brasil e no mundo para produtos orgânicos: o que esperar do setor de orgânicos para os próximos anos. **Anuário Brasileiro de Tecnologia em Nutrição Vegetal**, p. 40, 2019. Disponível em: <https://abisolo.com.br/anuario/> Acesso em 23 mar. 2020.
- JESUS-HITZSCHKY, K. R. E. Impact assessment system for technological innovation: Inova-tec System. **Journal of Technology Management & Innovation**, Santiago, v. 2, p. 67-82, 2007.
- JESUS, K. R. E. **Sistemas de Avaliação de Impactos de Inovações Tecnológicas: INOVA-tec System v 2.0**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente. 2011. 34 p. (Embrapa Meio Ambiente. Documentos, 86).
- SANTOS, S. da S. **Desenvolvimento e avaliação agrônômica de protótipos de fertilizantes vegetais obtidos a partir da biomassa processada de *Gliricidia sepium***. 2017 Tese. (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2017.

Embrapa

Agrobiologia

MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO

