

Sete Lagoas, MG / Setembro, 2024

Viabilidades econômica e financeira para implantação de uma biofábrica de *Bacillus thuringiensis* (Bt)

OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL



Sinval Resende Lopes⁽²⁾, Fernando Hercos Valicente⁽¹⁾, Tatiane Teixeira de Melo⁽²⁾, Jean Marcel Rodrigues Pinho⁽²⁾, Ivênio Rubens de Oliveira⁽¹⁾ e Maria Marta Pastina⁽¹⁾.

⁽¹⁾ Pesquisadores, Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG. ⁽²⁾ Analistas, Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG.

Introdução

Biofábricas de *Bacillus thuringiensis* (Bt)

Atualmente, o Brasil tem uma estimativa de área plantada em torno de 67 milhões de hectares de milho e soja. Somente a área plantada de milho de primeira e segunda safra totaliza 22,2 milhões de hectares (Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos, 2023). Insetos de diversas ordens, tais como Hemipteros, Dipteros, Coleopteros, dentre outros, estão entre aqueles que atacam constantemente as lavouras brasileiras, mas a ordem que aparece com maior frequência, causando muitas vezes sérios danos às culturas, é a iLepidptera (Metcalf; Luckman, 1994).

Por isso, é de extrema importância o controle de tais insetos para, assim, evitar perdas econômicas significativas. Por vários anos esse controle foi feito pela utilização de produtos químicos. Mas pelo excesso de uso e pela má utilização dessa metodologia, problemas ambientais começaram a aparecer, como poluição dos lençóis freáticos e riscos de doenças a quem utiliza os produtos. Por esses e outros motivos, novas ferramentas foram implementadas, como o conceito de Manejo

integrado de pragas (MIP), o qual tem como objetivo integrar diversos métodos de manejo para prevenção e controle de pragas.

Uma dos microrganismos mais utilizados no controle de pragas é a bactéria entomopatogênica *Bacillus thuringiensis* (Bt) (Valicente; Zanasi, 2005). É uma bactéria gram-positiva, aeróbica ou anaeróbica facultativa em formato de bastonete. Ela é formadora de esporos e, durante a esporulação, produz inclusões cristalinas altamente específicas e que são responsáveis pela atividade tóxica da bactéria (Glare; O'Callaghan, 2000). Essas inclusões, quando ingeridas pelo inseto, liberam esses cristais, que contêm receptores para células epiteliais do intestino médio e são tóxicos aos insetos, matando-os. Os genes de Bt também podem ser utilizados em transgenia, método no qual as plantas hospedeiras das pragas são transformadas para serem resistentes às pragas (Valicente; Barreto, 2003).

Biofábricas

As biofábricas são estruturas de multiplicação e produção de micro e macrorganismos para fins comerciais e/ou de uso próprio a serem utilizados no controle biológico de pragas e doenças. A qualificação de uma biofábrica está na sua capacidade de multiplicar os microrganismos de forma qualitativa e quantitativa

em escala suficiente para atender às demandas do mercado (Monnerat et al., 2018).

A construção de uma biofábrica envolve, antes de tudo, fazer um diagnóstico para análise de mercado, passando por modelo de negócio, plano de negócio, transferência da tecnologia para o sistema de produção, fluxograma de registro e viabilidade econômico-financeira e social.

Aliado a isso, existe a escolha do local adequado para a construção das instalações e a aquisição de equipamentos, as Boas Práticas de Fabricação (BPF) e o controle de qualidade (Monnerat et al., 2020).

O local adequado envolve o acesso ao recebimento de matérias-primas e a facilitação do transporte para a comercialização. As instalações referem-se às necessidades específicas da produção de produtos biotecnológicos em cada etapa, seja em laboratórios, em áreas de produção, sala para embalagem ou em distribuição (Alfa Mare, 2023).

Ter Boas Práticas de Fabricação (BPF) é estar legalmente constituído e ter as licenças e os requisitos regulatórios, com equipamentos para produção e controle de qualidade (Tabela 1), além de mão de obra qualificada para a realização das atividades e a garantia do controle de qualidade.

Ao se considerar o tema sustentabilidade, é fundamental ter em mente a contribuição desta publicação aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) contidos na Agenda 2030, proposta pela Organização das Nações Unidas, da qual o Brasil e outros 192 países são signatários. Este trabalho contribui com as seguintes metas do objetivo ODS 2 “Acabar com a fome, alcançar a segurança alimentar e melhoria da nutrição e promover a agricultura sustentável”:

Até 2030, dobrar a produtividade agrícola e a renda dos pequenos produtores de alimentos, particularmente das mulheres, povos indígenas, agricultores familiares, pastores e pescadores, inclusive por meio de acesso seguro e igual à terra, outros recursos produtivos e insumos, conhecimento, serviços financeiros, mercados e oportunidades de agregação de valor e de emprego não agrícola.

Até 2030, garantir sistemas sustentáveis de produção de alimentos e implementar práticas agrícolas resilientes, que aumentem a produtividade e a produção, que ajudem a manter os ecossistemas, que fortaleçam a capacidade de adaptação às mudanças climáticas, às condições meteorológicas extremas, secas, inundações e outros desastres, e que melhorem progressivamente a qualidade da terra e do solo.

Fluxograma de registro para produção e comercialização de bioinsumos

Registro e certificação do produto (agente de controle biológico). O primeiro passo será constituir a empresa (CNPJ) e, em seguida, adequá-la às normas municipais, estaduais e federais.

Municipal

Em âmbito municipal, cabe à vigilância sanitária do município a expedição do alvará e a cobrança da taxa municipal para autorização de funcionamento do estabelecimento, que compreende documentos de instrução, relatório de inspeção e alvará sanitário.

Estadual

Em âmbito estadual, o registro cabe a uma instituição de fiscalização da agropecuária, por exemplo, o Instituto Mineiro de Agropecuária (IMA). O primeiro passo é o registro do estabelecimento (biofábrica) no SIGES; o próximo passo é o cadastro do agrotóxico. A biofábrica será cadastrada na atividade “Empresa de comércio de agrotóxico/indústria de agrotóxico”.

É necessário, também, o registro no Conselho Regional de Engenharia e Arquitetura (Crea) que compreende o registro do profissional responsável técnico e o registro do estabelecimento. O registro do profissional responsável técnico pode ser provisório, com validade de 1 ano. Em seguida, pode-se requerer o definitivo. O registro de pessoa jurídica compreende o registro da empresa (biofábrica).

Federal

Em âmbito federal são três os órgãos responsáveis pelo registro do produto: o Ministério da Agricultura e Pecuária (Mapa), a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) e o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama).

De acordo com as diretrizes da Lei dos Agrotóxicos e afins, fica a cargo do Ibama a avaliação ambiental, sendo também necessário fazer o cadastro técnico de atividades potencialmente poluidoras e/ou utilizadoras de recursos ambientais (Ibama, 2023). Fica a cargo da Anvisa a avaliação toxicológica, importante para a saúde humana (Agência Nacional de Vigilância Sanitária, 2023), e ao Ministério da Agricultura e Pecuária a avaliação da eficiência agrônômica e emissão dos certificados de registro (Brasil, 2013).

Modelo de negócio

Um modelo de negócios descreve como uma organização cria, entrega e captura valor, em contextos econômicos, sociais, culturais ou outros. O processo de construção e modificação do modelo de negócios também é chamado de inovação do modelo de negócios e faz parte da estratégia de negócios (Osterwalder; Pigneur, 2011). É importante em um modelo de negócio ressaltar os resultados, comunicando-os ao mercado por meio de plataformas (Agromoderna, 2023).

Plano de negócio

É um documento que descreve por escrito os objetivos de um negócio e quais passos devem ser dados para que esses objetivos sejam alcançados, diminuindo os riscos e as incertezas. Um plano de negócio permite identificar e restringir os erros no papel, ao invés de cometê-los no mercado. No plano de negócio é possível identificar o ramo de mercado, os produtos e serviços, os clientes concorrentes, os fornecedores e os pontos fortes e fracos do empreendimento. Um plano de negócio é importante para a empresa, pois a partir dele é possível organizar as ideias ao iniciar um novo empreendimento; orientar a expansão de empresas já em atividade; apoiar a administração do negócio, seja em números, seja em estratégias; facilitar a comunicação entre sócios, funcionários, clientes, investidores, fornecedores e parceiros; e captar parcerias e recursos financeiros e humanos.

Transferência de tecnologia para o sistema de produção

Na obra *Diffusion of Innovation*, Everett Rogers faz uma abordagem sobre a difusão de inovações tecnológicas no meio agrícola e sua adoção pelos agricultores (Rogers, 2003). O trabalho de Rogers, em muitos de seus princípios, tem sido utilizado por vários profissionais que trabalham com a transferência de tecnologias (TT) agropecuárias.

O autor infere que a difusão de conhecimento é o processo pelo qual uma inovação, por meio de algum tipo de comunicação, chega ao conhecimento de um receptor, que a percebe como uma ideia nova, acontecendo ou não a sua adoção. Esta nova ideia é sempre uma novidade para quem a recebe e sempre envolve um grau de incertezas, as quais tendem a ser minimizadas com o volume de informações disponibilizadas.

Para Rogers (2003), a decisão de se adotar ou não uma inovação está diretamente relacionada à quantidade de informações disponíveis sobre a tecnologia e à forma com que elas são repassadas aos receptores da tecnologia, ou seja, um processo que envolve transferência de conhecimento de forma a minimizar as incertezas com relação às suas vantagens e desvantagens.

A TT é a capacidade de levar as soluções desenvolvidas nos centros de pesquisa ao conhecimento dos clientes finais, dos intermediários e dos clientes intermediários-distribuidores, despertando o interesse pela tecnologia e demonstrando a adequação e efetividade dela, sempre tendo em conta o ajustamento entre a classificação da tecnologia ofertada e a classificação do cliente final, a cujo perfil deve corresponder a tecnologia em questão (Cavalcanti, 2015).

Já para Prysthon e Schmidt (2002), a demanda se configura na condição necessária para a transferência de uma tecnologia, e esta deve obedecer a etapas visando diminuir os riscos e custos necessários à transferência. Os autores ressaltam ainda que “a verdadeira transferência de tecnologia ocorre quando o receptor absorve o conjunto de conhecimentos que lhe permite inovar, isto é, a transferência se completa quando o comprador (cliente/usuário) domina o conhecimento envolvido, transpõe barreiras e fica em condições de criar novas tecnologias, gerando mais conhecimentos, transformando, inovando e criando”.

Viabilidade econômica e financeira de uma biofábrica para produção de *Bacillus thuringiensis* na base de mil litros por dia

Este estudo tem por objetivo avaliar a viabilidade econômica financeira para instalação de biofábricas para a multiplicação e comercialização de *Bacillus thuringiensis* (Bt), atuando com inteligência competitiva, no sentido de aproximar as biofábricas do setor produtivo, fornecendo bioinseticidas para controle de pragas da ordem iLepidóptera em diferentes culturas, desde as commodities até o setor hortifrutigranjeiro (Lopes et al., 2019; Lopes, 2021).

Os dados foram fornecidos por empresas do setor e pelo pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, e foram divididos em receitas, custos, investimentos, impostos, taxas e depreciação, os quais foram utilizados para a construção do fluxo de caixa.

Os custos mostrados referem-se à implantação de uma biofábrica para uma quantidade de *Bacillus*

thuringiensis (Bt) suficiente para a produção de mil litros dia de bioinseticida, suficientes para aplicação em 1.000 hectares. O tempo de fermentação das bactérias é de 48 horas; dessa forma, tem-se uma produção de 15.000 litros de bioinseticida por mês e pagamentos de royalties no valor de 5% sobre o faturamento líquido da comercialização da produção.

A biofábrica será composta por uma estrutura de 120 m² contendo área de utilidades; laboratório de controle de qualidade e processos; sala de fermentação; sala de estoque de insumos; sala de armazenamento de produto acabado; e área de recepção e área de administração. Todas as áreas deverão ser passíveis de limpeza e desinfecção (Monnerat et al., 2018).

Para o cálculo da taxa de juros, foi considerado o rendimento da taxa Selic em termos nominais, em 2022, descontado do índice de inflação (IPCA) para o mesmo ano.

O método utilizado para análise da viabilidade econômica consiste em um fluxo de caixa contendo o valor presente líquido (VPL), a taxa interna de retorno (TIR), o retorno sobre o investimento (ROI) e o payback (cálculo financeiro que indica o tempo necessário para recuperar o investimento inicial em um empreendimento).

Valor presente líquido (VPL)

O valor presente líquido (VPL) é um método de avaliação da viabilidade econômica de projetos e tem como objetivo reajustar para o valor presente os pagamentos futuros descontados a uma taxa de juros subtraindo o valor do investimento inicial.

A Equação 1 apresenta o cálculo do VPL 1:

$$VPL = \sum_{j=1}^n \frac{FC_j}{(1+i)^j} - FC_0 \quad (1)$$

em que

FC_j : fluxo de caixa no período j .

FC_0 : fluxo de caixa no período $t=0$.

i : taxa de juros.

j : período de tempo inicial analisado.

n : número de períodos.

Um projeto analisado pelo VPL é considerado viável quando apresenta uma receita positiva entre receitas e custos atualizados para uma determinada taxa de desconto. Diante disso, o resultado do VPL na análise do projeto é interpretado da seguinte forma:

Se o $VPL(i) > 0$, o projeto deve ser aceito.

Se o $VPL(i) < 0$, o projeto deve ser rejeitado.

Se o $VPL(i) = 0$, o projeto atende à taxa requerida, mas não acresce valor à empresa.

Taxa interna de retorno (TIR)

A taxa interna de retorno (TIR) é utilizada regularmente como um método para avaliação da viabilidade econômica de projetos; é definida como a taxa de desconto que torna o VPL igual a zero, ou seja, a taxa limite de juros que ainda consideraria o projeto viável. Considerando a informação da TIR como critério de avaliação do projeto, deve-se aceitá-lo quando este superar o custo de oportunidade do investimento ou a taxa mínima de atratividade do projeto (TMA). O cálculo da TIR segue apresentado na Equação 2.

$$VPL = \sum_{j=0}^n \frac{FC_j}{(1+TIR)^j} = 0 \quad (2)$$

em que

FC_j : fluxo de caixa no período j .

FC_0 : fluxo de caixa no período $t=0$.

i : Taxa interna de retorno: taxa de juros.

j : período de tempo indo de 1 a n , número total de períodos analisados.

Payback

O payback é considerado um método simples para avaliar investimentos. Resume-se em definir o período necessário para recuperar o capital investido, tendo como base de cálculo dados do fluxo de caixa do projeto. No cálculo do payback, não é considerado nenhum reajuste dos valores ao longo do período, destacando apenas o tempo necessário para recuperar os valores nominais do investimento.

Dados do investimento

Os itens 3 e 4 referem-se se à taxa de juros e aos impostos; os itens mostrados nas Tabelas 1 e 2 referem-se aos investimentos e à depreciação, respectivamente. Aqueles na Tabela 3, referem-se ao material de consumo; e os itens nas Tabelas 4 e 5, aos custos fixos e variáveis necessários, para uma produção diária de uma quantidade suficiente para 1.000 litros de bioinseticida por dia. Já na Tabela 6, encontra-se o saldo do projeto, e na Tabela 7, encontram-se os dados da análise econômica.

Taxa de juros

Para o cálculo da taxa de juros, foi considerado o rendimento da taxa Selic em termos nominais (dados do Banco Central do Brasil (2023)), que, em 2022, ficou em 13,75% ao ano (a.a.), descontado do índice de inflação (IPCA) para o mesmo ano, de acordo com IBGE (2023), que foi de 5,79% a.a. Assim, obteve-se a taxa de juros real que foi utilizada neste trabalho: 7,97% a.a.

Impostos

A apuração de impostos será na modalidade tributária do lucro presumido resumido. Para o imposto de renda pessoa jurídica (IRPJ), a base de cálculo será determinada aplicando-se o percentual

de 8% sobre a receita bruta, para as “atividades rurais”. Sobre esse percentual de 8% incide a alíquota de 15%, chegando-se a uma alíquota efetiva para o imposto de renda de 1,2% da receita bruta (Brasil, 2003).

Contribuição social sobre o lucro líquido A base de cálculo da contribuição social sobre o lucro líquido (CSLL) será determinada aplicando-se o percentual de 12% da receita bruta, para as atividades rurais. Sobre o percentual de 12%, será aplicada a alíquota de 9%, chegando a uma alíquota efetiva para a CSLL de 1,08% da receita bruta (COAD Soluções Confiáveis, 2019).

Os itens da Tabela 1 referem-se aos investimentos necessários para a instalação da biofábrica. O usuário irá adquirir todo o material necessário, inclusive para a construção de um galpão de 120 m².

Tabela 1. Custo de uma fábrica para produção de *Bacillus thuringiensis* (Bt) na base de 1.000 mil litros por dia. Material permanente.

Item	Quantidade	Reais por unidade	Total R\$
Equipamentos			
Capela de fluxo laminar	1	18.400,00	18.400,00
Microscópio de contraste de fase LED, objetivas cromáticas	1	105.000,00	105.000,00
Kit câmera para microscópio - câmera hdmi digital cmos1080	1	7.800,00	7.800,00
Autoclave vertical analógica capacidade 75L	1	20.440,00	20.440,00
Estufa secagem e esterilização digital capacidade 150L	1	7.390,00	2.500,00
Estufa cultura bacteriológica digital	1	7.685,00	6.000,00
Shaker com refrigeração de piso	1	33.700,00	33.700,00
Agitador magnético com aquecimento	2	2.690,00	3.000,00
Agitador vortex compacto duplo controle	1	1.830,00	1.830,00
Câmara incubadora bod	1	22.890,00	22.890,00
Balança semianalítica	1	6.220,00	6.220,00
Medidor pH bancada pg 2000	2	4.100,00	4.100,00
Contador colônias digital	2	2.280,00	2.280,00
Purificador água para laboratório por osmose reversa	1	10.411,00	10.411,00
Geladeira	3	2.500,00	7.500,00
Ar condicionado 12 mil btus	7	1.700,00	11.900,00
Computador Desktop core i7 16 GB Memória Ram	2	8.000,00	16.000,00
Estante de aço	10	193,00	1.930,00
Freezer 280 L	3	2.000,00	6.000,00
Caixa plástica 5 L	10	20,00	200,00
Biorreator industrial 1 000 L	1	549.000,00	549.000,00
Biorreator Industrial de 25 L a 40 L Inox 316 L	1	290.000,00	290.000,00
Gerador de vapor	1	289.990,00	289.990,00
Compressor de ar	1	69.990,00	69.990,00
Chiller	1	36.780,00	36.780,00
Torre de resfriamento	1	29.990,00	29.990,00
Cip móvel	1	79.990,00	79.990,00
Instalação e infraestrutura	1	119.990,00	119.990,00
Envasadora Economy	1	14.900,00	14.900,00
Galpão m ²	120	3.500,00	420.000,00
Subtotal			2.188.731,00
Vidraria			

Continua...

Continuação...

Frasco Erlenmeyer 250 mL	4	60,00	240,00
Frasco Erlenmeyer 2000 mL	4	160,00	640,00
Frasco Erlenmeyer 5000 mL	2	425,00	850,00
Frasco reagente borossilicato 250 mL	2	46,00	92,00
Frasco reagente borossilicato 1000 mL	4	93,10	372,40
Frasco reagente 2000 mL	2	267,80	535,60
Copo becker griffin vidro fb 250 mL	4	16,00	64,00
Copo becker griffin vidro fb 1000 mL	2	44,00	88,00
Proveta de vidro base sext. pp 100 mL	2	23,00	46,00
Proveta de vidro base sext. pp 500 mL	2	83,00	166,00
Proveta de vidro base sext. pp 1000 mL	4	140,00	560,00
Bastão vidro pontas 10 x 300 mm	4	7,05	28,20
Alça de drigalski/espalhador células - pacote 5 und	10	6,90	69,00
Alça de drigalski/espalhador células vidro 5 mm	6	15,50	93,00
Lâminas 26x76 não lapidadas lisas 50 und	2	10,20	20,40
Lamínulas 20x20 caixa com 100 und	2	5,50	11,00
Subtotal			3.875,60
Suprimentos e Utensílios			
Micropipeta monocal volume variável 10 - 10 ul	1	1.409,00	1.409,00
Micropipeta monocal 100 - 1000 ul	1	1.409,00	1.409,00
Rack para até três micropipetas	1	270,00	270,00
Ponteira amarela 1 a 200 ul 1000 und	1	48,70	48,70
Ponteira azul 100 a 1000 ul 1000 und	1	77,50	77,50
Rack vazio para ponteiros 200 ul autoclavável	1	18,36	18,36
Rack vazio para ponteiros 1000 ul autoclavável	1	18,90	18,90
Microtubos tipo ependorf 1,5 mL 500 und	1	118,00	118,00
Placas de Petri descartáveis - pacote com 10 und	1	14,10	1.410,00
Câmara newbauer espelhada	1	580,00	580,00
Pipeta tipo pasteur - 3 mL - pacote com 100	1	94,00	94,00
Pisseta 500 mL graduada pp	1	13,90	13,90
Cabo kole	1	21,00	21,00
Alça platina 0,5 - 10 u	1	18,36	18,36
Tubos tipo falcon 15 mL fab. 50 und	1	68,80	68,80
Tubos tipo falcon 50 mL fab. 25 und	1	73,50	73,50
Rack para tubos tipo falcon - 25 e 50 mL	2	18,00	36,00
Estante dupla face p/ microtubos	1	27,30	27,30
Espátula inox 15 cm	2	22,00	44,00
Bico bunsen com registro - 13,5 cm	1	64,00	64,00
Termo-higrômetro digital	2	195,00	390,00
Termômetro digital -50 a 70° C	1	117,00	117,00
Escovas de crina para lavar vidraria	2	77,00	154,00
Subtotal			6.481,32
Total			2. 199.087,92

Nota: Preços de julho de 2023. Material permanente.

Fonte: Alfa Mare (2023), Allbiom Inteligência em Bioprocessos (2023), Prymaxx Sistemas de Envase (2023).

O material de consumo listados na Tabela 2 corresponde à composição do meio, à quantidade necessária e ao custo da matéria-prima para a

produção de 15.000 litros de biopesticidas por mês e às embalagens de 5 litros para comercialização.

Tabela 2. Custo mensal para produção de 15.000 litros de biopesticida/mês (Uma batelada 1.000 litros/dias). Material de consumo mensal.

Meio	Composição (g/L)	Custo médio (R\$) / 500 g	Custo médio (R\$) / litro	Custo médio (R\$) para 15.000 litros/mês
Caldo LB + sais pH 7,5	Tryptona (10,0)	227,84	0,00	0,00
	Extrato de Levedura (5,0)	232,00	0,00	0,00
	NaCl (5,0)	16,04	6,98	104.700,00
	Sulfato de magnésio hepta-hidratado (0,3)	37,60	0,00	0,00
	Sulfato de manganês mono-hidratado (0,02)	37,60	0,00	0,00
	Sulfato de zinco hepta-hidratado (0,02)	51,57	0,00	0,00
	Sulfato de ferro hepta-hidratado (0,02)	22,35	0,00	0,00
	Embalagem 5,0_L	7,40	0,00	22.220,00
Total				126.920,00

Fonte: Valicente e Mourão (2008) Monnerat et al. (2018).

Tabela 2.1. Custo de uma fábrica para produção de *Bacillus thuringiensis* (Bt) na base de mil litros por dia. Reagente.

Itens Reagentes	Quantidade	R\$/UN	Total R\$
Ácido málico 250 g	1	72	72
Cloreto de sódio	1	52	52
Hidróxido de sódio 500 g	1	47	47
Kit coloração gram	1	88	88
Ágar batata dextrose 500 g	1	1.050,00	1.050,00
Ágar bacteriológico - frasco 500 g	1	1.100,00	1.100,00
Pseudomonas ágar base 500 g	1	1.410,00	1.410,00
Triptona de soja ágar 500 g	1	784	784
Solução ph - kit composto por: pH 7, pH 4, pH 10 e kcl 3_m	1	190	190
Saco para autoclave 20 litros 20 und	2	54	108
Papel grau cirúrgico	1	167	167
Fita para autoclave	1	7,8	7,8
Total			5.075,80

Tabela 3. Custo de uma fábrica para produção de *Bacillus thuringiensis* (Bt) na base de 1.000 litros/dia. Material permanente (depreciação).

Itens Equipamentos	Valor	Vida Útil/mês	Depreciação/R\$
Capela de fluxo laminar	4.500,00	120	37,5
Microscópio de contraste de fase LED, objetivas planas cromáticas	105.000,00	120	875
Kit câmera para microscópio	7.800,00	120	65
Autoclave vertical analógica 75 L	20.440,00	120	170,33
Estufa secagem/esterilização digital 150 L	2.500,00	120	20,83
Estufa cultura bacteriológica digital	6.000,00	120	50
Shaker com refrigeração de piso	33.700,00	96	351,04
Agitador magnético c/ aquecimento	3.000,00	96	31,25
Agitador vortex compacto duplo controle	1.830,00	60	30,5
Câmara incubadora bod	22.890,00	60	381,5
Balança semianalítica	6.220,00	60	103,66
Medidor pH bancada pq 2000	4.100,00	120	34,16
Contador colônias digital	2.280,00	120	19
Purificador água por osmose reversa	10.411,00	72	144,59
Geladeira	7.500,00	72	104,16
Ar condicionado, 12 mil btus	11.900,00	72	165,27

Continua...

Continuação...

Computador Desktop core 1.7 16 GB Memória Ram	16.000,00	60	266,66
Estante de aço	1.930,00	72	26,8
Freezer 280 L	6.000,00	72	83,33
Caixa plástica 5 L	200	72	2,77
Biorreator industrial 1000 L	549.000,00	360	1.525,00
Biorreator industrial de 25 a 40 L	290.000,00	360	805,55
Gerador de vapor	289.990,00	240	1.208,29
Compressor de ar	49.990,00	60	833,16
Chiller	36.780,00	48	766,25
Torre de resfriamento	29.990,00	48	624,79
Cip móvel	79.990,00	48	1.644,58
Envasadora Economv	14.900,00	60	248,33
Galpão m ²	420.000,00	240	1.750,00
Total			R\$ 12.369,30

Fonte: Brasil (1999).

Nota: Preços de agosto de 2023.

Tabela 4. Custo fixo de uma biofábrica para produção de *Bacillus thuringiensis* (Bt) na base de mil litros por dia.

Custo Fixo Mensal	Valores (R\$)
Depreciação	R\$ 12.369,30
Manutenção	R\$ 1.708,33
Telefone	R\$ 5.000,00
Vigilância	R\$ 35.000,00
Total mensal	R\$ 54.077,63

Os dados da Tabela 3 referem-se à depreciação do material permanente, que foi obtida dividindo-se o preço do equipamento pela vida útil.

Cálculo dos custos

Os custos fixos demonstrados na Tabela 4 são aqueles que independem do volume de produção, como salários e encargos sociais, considerando horas extras, depreciação, manutenção, despesas de telefone e vigilância.

Custo fixo total

A estimativa dos custos fixos foi realizada, considerando os seguintes componentes: depreciação, juros sobre o capital fixo, custo alternativo da terra (juro sobre o valor da terra), taxas e impostos fixos, mão de obra fixa e remuneração do produtor, telefone e vigilância. O cálculo foi realizado por meio da Equação 3.

$$CFT = DP + CO + Cat + Sf + ITR + MO \quad (3)$$

em que

CFT é o custo fixo total (R\$)

Dp é a depreciação (R\$)

Co é o juro sobre o capital fixo (R\$)

Cat é o custo alternativo da terra (R\$)

ITR são taxas e impostos fixos (R\$)

Mo é o custo da mão de obra fixa e a remuneração do produtor (R\$), somados a salários e encargos sociais, considerando horas extras, depreciação, manutenção, despesas de telefone, vigilância.

Assim, tem-se:

$$CFT = 12.369,30 + 15.343,08 + 1.594,00 + 520,08 + 400,00 + 5.000,00 + 1.708,33 + 35.000,00 = R\$ 71.904,79.$$

Para o cálculo da depreciação, utilizou-se o método linear Equação 4. Nos cálculos, foram considerados valores residuais, tais como barracão, equipamentos e outros itens que apresentam durabilidade superior ao horizonte dos projetos e que possam ser reutilizados ou vendidos. Para os itens que têm vida útil igual ou inferior ao horizonte do projeto, o valor residual foi desconsiderado.

$$Dp = \sum_{i=1}^n \frac{Vni - Vri}{Vui} \quad (4)$$

em que

Dp é a depreciação (R\$)

Vn i é o valor inicial do item equipamento/benefetoria a ser depreciado (real)

Vri é o valor residual do item a ser depreciado (R\$)

Vui é a vida útil do item a ser depreciado (R\$)

n é o número de itens a serem depreciados (unidade), dispostos na Tabela 3.

A estimativa dos juros sobre o capital fixo foi realizada baseando-se na taxa de remuneração da caderneta de poupança (8,41% ao ano ou 0,70% ao mês), com uso da Equação 5. Considerou-se que essa seria a taxa de retorno que o capital empregado no empreendimento teria em um investimento alternativo.

$$Co = \sum_{i=1}^n Cfi \times t \quad (5)$$

em que

CO é o custo de oportunidade do capital fixo (R\$)

Cfi é o capital fixo do item que participa do sistema de produção (R\$)

t é a taxa de remuneração do capital

n é o número de itens que participam com capital fixo.

Assim, tem-se:

CO = R\$ 2.189.263,72 X 0,0841 = R\$ 184.117,07 a.a./12 = R\$ 15.343,08

Levando-se em consideração a remuneração do fator terra, o custo de oportunidade do capital investido na terra foi estimado de acordo com o quanto esse capital renderia se fosse aplicado no mercado financeiro, sobre taxa de juros com ganhos reais de capital. O cálculo foi realizado por meio da Equação 6.

$$Cat = Vat \times S \times i \quad (6)$$

em que

Cat é o custo alternativo da terra (R\$).

Vat é o valor atual do hectare de terra na região (R\$/ha).

S é a superfície ocupada com a atividade (ha).

i é a taxa de juros de mercado pago ao ano (considerado igual a 7,97% a.a.).

Então,

Cat = R\$ 200.000,00 X 0,10 X 0,0797 = R\$ 1.594,00.

Foi utilizada a taxa anual de seguros de 0,75% para equipamentos e de 0,35% para benfeitorias, o que constitui uma reserva de fundos para cobrir eventualidades que possam vir a ocorrer, como incêndio, roubos, chuva de granizo, etc. Para isso, utilizou-se a Equação 7.

$$Sf = \sum_{i=1}^n \frac{(Vni + Vri) \times t}{2} \quad (7)$$

em que

Sf é o seguro sobre o capital fixo (R\$).

Vni é o valor inicial do item equipamento\benfeitoria a ser assegurado em (R\$).

Vri é o valor do item equipamento benfeitorias a ser assegurado.

t é a taxa anual a ser aplicada.

n é o número de itens a ser assegurado.

Assim, tem-se:

SF Benfeitorias = (R\$ 420.000,00 + R\$ 420.000,00) X 0,35%/2 = R\$ 1.470,00.

Equipamentos SF = (R\$ 1.363.140,00 + R\$ 1.363.140,00) X 0,75%/2 = R\$ 4.470,99.

Sf = R\$ 1.470,00 + R\$ 4.470,99 = R\$ 6.240,99/12 = R\$ 520,08 ao mês.

Para o cálculo das taxas, foram consideradas as taxas de licença do Conselho de Gestão do Patrimônio Genético (CGEN) e o Imposto Territorial Rural (ITR), definidos pelo Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (Incra), como sendo 0,2%. Para o cálculo, usou-se a Equação 8.

$$ITR = Vat \times S \times i \quad (8)$$

em que

ITR é o valor das taxas e impostos fixos.

Vat é o valor atual do hectare na região considerando (R\$/ha).

S é a superfície ocupada com a atividade em (ha).

i é a taxa de imposto paga ao ano (0,2% a.a.).

Logo, tem-se:

ITR = R\$ 200.000,00 x 0,1 x 0,2% = R\$ 400,00.

Para o item mão de obra, foram utilizadas as despesas com pagamentos de funcionários, incluindo encargos sociais. No caso de mão de obra familiar, considerou-se o salário que a família teria em trabalho alternativo. Para o cálculo, foi utilizada a Equação 9.

Custos variáveis

Os custos variáveis demonstrados na Tabela 5 são gastos que se modificam na medida em que se altera o volume de produção, ou seja, neste caso, o cálculo será feito com uma produção estimada de 15 mil litros por mês, com gasto mensal de energia elétrica, material de consumo, inadimplência de 5% sobre a venda mensal e royalties calculados sobre 5% sobre o faturamento. O custo com manutenção não entrou na soma total do custo variável, uma vez que este entrará no cálculo como CR.

Tabela 5. Custo variável de uma biofábrica para produção de *Bacillus thuringiensis* (Bt) na base de 1.000 hectares/dia.

Custo variável mensal	Valores
Energia elétrica	R\$ 8.000,00
Material de consumo	R\$ 126.920,00
Inadimplência	R\$ 75.000,00
Impostos	R\$ 120.000,00
Mão de obra	R\$ 100.000,00
Reagente	R\$ 5.075,80
Royalties	R\$ 43.094,31
Total mensal	R\$ 478.090,11

$$Mo = \sum_{i=1}^n Vm_{oi} \quad (9)$$

em que

Mo é a despesa total com mão de obra fixa e remuneração do produtor (R\$).

Vm_{oi} é o valor das despesas com salários e encargos sociais para a mão de obra.

n é o número de mão de obra fixa e pró-labore.

$$Mo = 50.000,00 + 50.000,00 = 100.000,00.$$

Custo variável total

O custo variável total foi representado pela Equação 10, em que I é o material de consumo e Cr são os custos com manutenção, somados à energia elétrica com inadimplência e material de consumo.

$$CVT = I + Cr \quad (10)$$

Assim, calculou-se da seguinte maneira:

$$CVT = 8.000,00 + 126.920,00 + 75.000,00 + 120.000,00 + 43.094,31 + 700,00 + 9.057,62 + 100.000,00 + 5.075,80 = 487.847,73$$

São vários os materiais de consumo usados na produção, os quais estão listados na Tabela 2. Estes foram calculados pela Equação (11).

$$I = \sum_{i=1}^n Q_i \times P_{ui} \quad (11)$$

em que

I é o custo com materiais de consumo (R\$).

Q_i é a quantidade do item de insumo utilizado (unidade).

P_{ui} é o preço do item de insumo utilizado, que foi de R\$ 126.920,00.

Para conservação e reparos de equipamentos, foi considerada uma taxa de 5% ao ano sobre o valor do equipamento novo, e para benfeitorias, uma taxa de 2%. O cálculo foi feito pela Equação (12).

$$CR = \sum_{i=1}^n V_{ni} \times t_i \quad (12)$$

em que

CR é o custo para a conservação e reparo dos equipamentos/benfeitorias (real).

V_{ni} é o valor inicial do equipamento/benfeitorias (R\$).

t_i é a taxa anual necessária para fazer a conservação e o reparo do equipamento/benfeitorias.

n é o número de equipamentos utilizados no sistema produtivo (unidade).

Galpão:

$$CR = R\$ 420.000,00 \times 2\% = R\$ 8.400,00$$

a.a./12 = R\$ 700,00.

Equipamentos:

$$CR = R\$ 2.173.831,00 \times 5\% = R\$ 108.691,55$$

a.a./12 = R\$ 9.057,62.

O custo total (CT) é o resultado do somatório do custo fixo total (CFT) e do custo variável total (CVT) feito pela Equação 13.

$$CT = CFT + CVT \quad (13)$$

$$CT = R\$ 71.904,79 + R\$ 478.090,11 = R\$ 549.994,90.$$

O custo total médio, o custo fixo médio e o custo variável médio são definidos como custos por unidade de produto, e foram obtidos por meio das Equações 14, 15 e 16.

$$CTMe = \frac{CT}{Q_p} \quad (14)$$

$$CTMe = \frac{549.994,90}{15.000} = R\$ 36,66$$

$$CFMe = \frac{CFT}{Q_p} \quad (15)$$

$$CFMe = \frac{71.992,79}{15.000} = R\$ 4,79$$

$$CVMe = \frac{CVT}{Q_p} \quad (16)$$

$$CVMe = \frac{478.090,11}{15000} = R\$ 31,87$$

em que

$CTMe$ é o custo total médio.

$CFMe$ é o custo fixo médio.

$CVMe$ é o custo variável médio, em (R\$/unidade).

Receita

O valor médio de venda no mercado é de R\$ 120,00 reais o litro. No modelo de negócio sugerido, há um trabalho de distribuição com representações regionais no qual o produto custaria R\$ 100,00. Nesse caso, a produção da biofábrica seria de 1.000 litros a cada 2 dias, e de 15.000 litros a produção mensal, uma vez que o tempo de fermentação é de 48 horas. Dessa forma, aconteceriam 15 processos

de fermentação mensalmente. A produção anual seria de 180.000 litros, que, multiplicados pelo preço de R\$ 100,00 o litro, resultaria em uma receita anual de R\$ 18.000.000,00.

Depreciação

A vida útil dos materiais foi considerada em meses, calculada somente para equipamentos seguindo a indicação do fabricante. Assim, a depreciação foi calculada pelo método linear, obtido por meio da diluição do ativo imobilizado pela vida útil do equipamento, conforme Tabela 3.

Impostos

Os cálculos dos impostos na Tabela 5 foram feitos mensalmente em cima do faturamento mensal (receita) de R\$ 1.500.000,00 com uma alíquota de 8%

Considerações Finais

Os dados da Tabela 6 mostram todos os custos envolvidos para a produção de *Bacillus thuringiensis* (Bt) na base de 1.000 litros por dia e 15.000 litros por mês. Com base no mercado, foi estipulado um preço de venda de R\$ 100,00 o litro, suficiente para a aplicação em 1 hectare. Dessa forma, resultou em uma receita de R\$ 1.500.000,00 mensais. Foi estimada uma inadimplência de 5%, que configura um recebimento de R\$ 1.425.000,00.

O resultado da subtração do preço de venda, menos o custo total médio dividido pelo preço de venda, multiplicado por 100, resulta na margem líquida de 63,02%, com o saldo do projeto ficando em R\$ 1.425.000,00, obtido por meio da diferença entre recebimentos e custo total.

Tabela 6. Custos, despesas, receitas obtidas, saldo e margem líquida do projeto (mensal).

Custos	Valor
Custo variável total (CVT)	R\$ 478.090,11
Custo fixo total (CFT)	R\$ 71.992,79
Custo total (CT)	R\$ 549.994,90
Receita total (RT)	R\$ 1.500.000,00
Recebimentos	R\$ 1.425.000,00
Custo variável médio (CVMe)	R\$ 31,87
Custo fixo médio (CFMe)	R\$ 4,79
Custo total médio (CTMe)	R\$ 36,66
Margem líquida (ML%)	63,34%
Saldo do Projeto	R\$ 875.005,10

A Tabela 7 apresenta um valor presente líquido (VPL) para o projeto analisado. Observando os resultados, infere-se que o VPL indica que o projeto é considerado viável quando apresenta um valor positivo entre receitas e custos atualizados para uma determinada taxa de desconto. Nesse caso, o VPL foi de R\$ 5.077.862,92, portanto, o projeto é viável, considerando uma taxa de desconto (real) de 5,78% ao ano, dividida em doze meses, para se obter uma taxa mensal. Assim, a TIR foi de 18,082%, significando que o projeto é viável e tem um retorno sobre investimento inicial. O payback, é o tempo de retorno do investimento inicial até o momento em que o ganho acumulado se iguala ao valor desse investimento, será de 6 meses; e o retorno sobre o investimento (ROI) foi de 1,64, tal como mostrado na Tabela 7 e na Figura 1.

Tabela 7. Valor presente líquido (VPL), taxa interna de retorno (TIR), payback e retorno sobre o investimento ROI oriundos de um fluxograma de caixa de uma biofábrica de produção de *Bacillus thuringiensis* na base de 1.000 litros dia.

Indicadores	Valores
Valor Presente Líquido	R\$ 5.077.862,92
Taxa Interna de Retorno (%)	18,08%
Payback	6 meses
ROI	1,64

Figura 1 mostra o payback no sexto mês, ou seja, o tempo necessário para o retorno do investimento inicial.

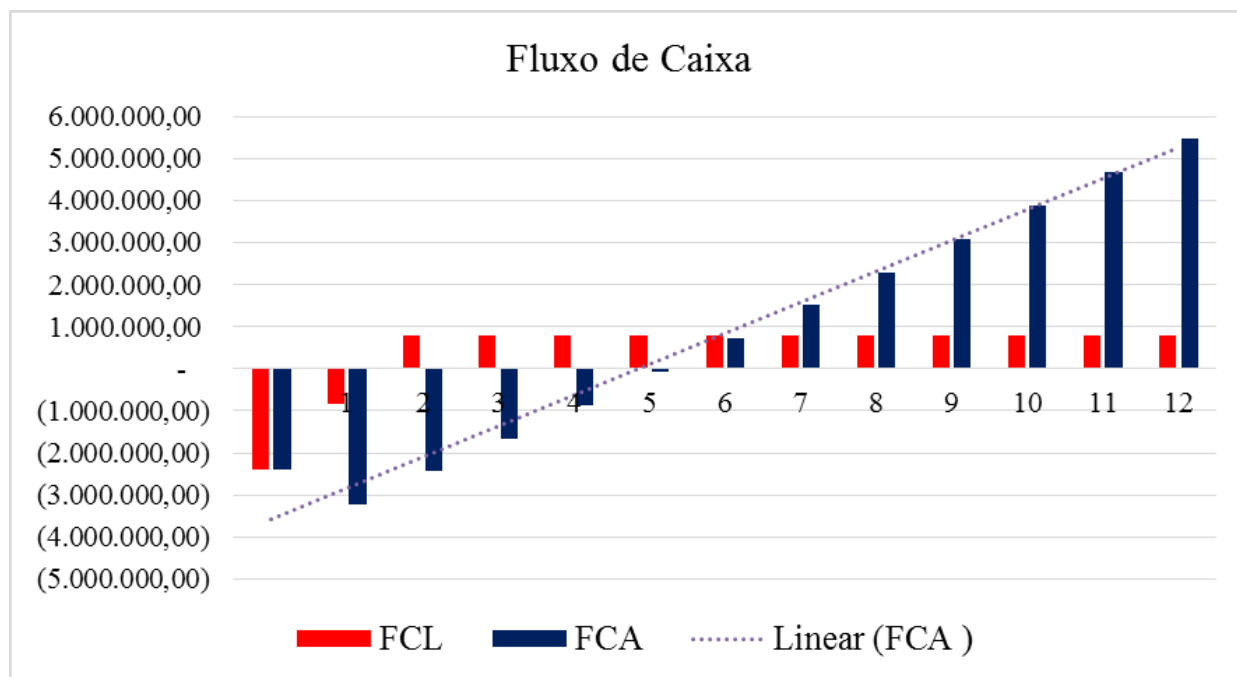


Figura 1. Tempo necessário para o retorno do investimento (payback), sexto mês.

Os valores de 2.199.087,92 da Tabela 1, referente ao investimento, somados a R\$ 200.000,00, gastos com a aquisição de uma área de um hectare, foram utilizados para composição do fluxo de caixa, totalizando um investimento inicial de R\$ -2.399.087,92, os quais foram utilizados para composição do fluxo de caixa apresentados na Figura 1. Observa-se um fluxo de caixa líquido de R\$ -828.908,25, o que resultou em um fluxo acumulado de caixa na ordem de R\$ -3.227.996,17 (negativo) no primeiro mês.

Isso acontece por haver gastos necessários para a produção durante o mês inicial, pois a empresa ainda não teve seus recebimentos consumados. Já no segundo mês, houve um fluxo de caixa líquido de R\$ 790.192,71, tendo um fluxo de caixa acumulado reduzido para menos R\$ -2.437.803,46. No terceiro mês, o fluxo de caixa líquido é de R\$ 790.192,71 e o fluxo de caixa líquido acumulado se reduz para menos R\$ -1.647.610,75. No quarto mês, o fluxo de caixa líquido continua R\$ 790.192,71 e o fluxo de caixa acumulado chega a menos R\$ -857.418,03. No mês cinco, o fluxo de caixa líquido continua R\$ 790.192,71 e o fluxo de caixa acumulado sobe para menos R\$ -67.225,32. Já no sexto mês, o fluxo de caixa líquido é R\$ 940.239,48 e o fluxo de caixa acumulado sobe para R\$ 722.967,39 positivos, como mostra o payback (Tabela 7), ou seja, é o momento em que a empresa recupera seu investimento.

Pode-se observar, ainda, um fluxo de caixa líquido de R\$ 790.192,71 até o décimo segundo mês, com o respectivo fluxo de caixa líquido acumulado na ordem de R\$ 5.464.123,66 no mês 12.

Agradecimentos

Ao Sr. Marcos Antônio de Oliveira, ao Sr. Ciro Talma de Oliveira, à Dra. Francys Vilela, à Sra. Bianca Vique Fernandes Narde, à Sra. Dayana Almeida Ferreira, ao Sr. Wellington Costa e ao Sr. Francisco Alves da Silva, pela colaboração e disponibilização de informações.

Referências

ACOMPANHAMENTO da Safra Brasileira [de] Grãos, safra 2022/23: décimo levantamento: julho 2023. Brasília, DF: Conab, 2023. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>. Acesso em: 7 ago. 2023.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Solicitar avaliação toxicológica**. Disponível em: <https://www.gov.br/pt-br/servicos/solicitar-avaliacao-toxicologica>. Acesso em: 11 set. 2023.

AGROMODERNA. **Agricultura tecnificada como suporte à pecuária leiteira**. Disponível em: <https://agromoderna.com.br/>. Acesso em: 25 jul. 2023.

ALFA MARE. **Equipamentos e serviços para laboratórios**. Disponível em: <https://alfamare.com.br>. Acesso em: 10 ago. 2023.

ALLBIOM INELIGÊNCIA EM BIOPROCESSOS. **Biofábrica**. Disponível em: https://www.allbiom.com/biofabrica/?gclid=Cj0KCQjwldKmBhCCARIsAP-0rfx1uavljYT4-okUYoIG4jtt9GGVL1EODZwJ-clf3E0y66E5eNQuAztgaAgMnEALw_wcB. Acesso em: 10 ago. 2023.

BANCO CENTRAL DO BRASIL. **Taxa SELIC**: fatores acumulados. Disponível em: <https://www.bcb.gov.br/estabilidadefinanceira/selicfatoresacumulados>. Acesso em: 2 ago. 2023.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 53, de 23 de Outubro de 2013. **Diário Oficial da União**, seção 1, 24 out. 2013. Disponível em: <https://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=visualizarAtoPortalMapa&chave=1684581244>. Acesso em: 13 jan. 2024.

BRASIL. Ministério da Fazenda. Receita Federal. Instrução Normativa SRF nº 162, de 31 de Dezembro de 1998. Fixa prazo de vida útil e taxa de depreciação dos bens que relaciona. **Diário Oficial da União**, p. 5, 7 jan. 1999. Disponível em: <http://normas.receita.fazenda.gov.br/sijut2consulta/link.action?idAto=15004&visao=original>. Acesso em: 13 jan. 2024.

CAVALCANTI, A. R. **Modelo conceitual para transferência de tecnologia na Embrapa**. Brasília, DF: Embrapa, 2015. 120 p.

COAD SOLUÇÕES CONFIÁVEIS. **Lucro presumido**. Rio de Janeiro, 2019. Disponível em: https://www.coad.com.br/busca/detalhe_31/244498/Orientacao. Acesso em: 8 set. 2023.

GLARE, T. R.; O'CALLAGHAN, M. *Bacillus Thuringiensis: biology, ecology and safety*. Chichester: John Wiley, 2000. 350 p.

IBAMA. **Avaliação ambiental para registro de agrotóxicos, seus componentes e afins de uso agrícola**. Disponível em: <https://www.gov.br/ibama/pt-br/assuntos/quimicos-e-biologicos/agrototoxicos/avaliacao-ambiental#:~:text=A%20avalia%C3%A7%C3%A3o%20ambiental%20realizada%20pelo,pedologia%2C%20toxicologia%2C%20dentre%20outras>. Acesso em: 8 set. 2023.

IBGE. **IPCA vai a 0,62% em dezembro e fecha 2022 em 5,79%**. Brasília, DF, 2023. Agência IBGE Notícias. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/36047-ipca-vai-a-0-62-em-dezembro-e-fecha-2022-em-5-79>. Acesso em: 10 out. 2023.

LOPES, S. R. **Estratégia de transferência de tecnologia para promover o controle biológico de insetos pragas em áreas agrícolas**. 2021. 149 f. Tese (Doutorado em Inovação Tecnológica e Propriedade Intelectual) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2021.

Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/36846/3/Tese%20Sinval%2010jun.pdf>. Acesso em: 8 set. 2023.

LOPES, S. R.; KALAPOTHAKIS, E.; CRUZ, I.; MELO, T. T. de; CARVALHO, D. de O.; MILITÃO, D. D. de B.; NOGUEIRA, E.; COUTO, F. C. **Importância dos agentes benéficos na preservação da entomofauna em sistemas de produção agrícola**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2019. 28 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Documentos, 236).

METCALF, R. L.; LUCKMANN, W. H. **Introduction to insect pest management**. 3rd ed. New York: Wiley, 1994. 650 p.

MONNERAT, R.; PRACA, L. B.; SILVA, E. S. da; MONTALVÃO, S. C. L.; MARTINS, E. S.; SOARES, C. M. S.; QUEIROZ, P. R. **Produção e controle de qualidade de produtos biológicos à base de *Bacillus thuringiensis* para uso na agricultura**. Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2018. (Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. Documentos, 360).

MONNERAT, R.; MONTALVÃO, S. C. L.; MARTINS, E. S.; QUEIROZ, P. R.; SILVA, E. Y. Y. da; GARCIA, A. R. M.; CASTRO, M. T. de; ROCHA, G. T.; FERREIRA, A. D. C. de L.; GOMES, A. C. M. M. **Manual de produção e controle de qualidade de produtos biológicos à base de bactérias do gênero *Bacillus* para uso na agricultura**. Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2020. (Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. Documentos, 369).

OSTERWALDER, A.; PIGNEUR, Y. **Business model generation = inovação em modelos de**

negócios: um manual para visionários, inovadores e revolucionários. Rio de Janeiro: Alta Books, 2011.

PRYMAXX SISTEMAS DE ENVASE. Disponível em: <https://www.prymaxx.com/>. Acesso em: 14 set. 2023.

PRYSTHON, C.; SCHMIDT, S. Experiência do Leal/UFPE na produção e transferência de tecnologia. **Ciência da Informação**, v. 31, n. 1, p. 84, 90, jan./abr. 2002. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/ci/v31n1/a09v31n1.pdf>. Acesso em: 9 jul. 2023.

ROGERS, E. M. **Diffusion of innovations**. 5th ed. New York: Free Press, 2003.

VALICENTE, F. H.; BARRETO, M. R. *Bacillus thuringiensis* survey in Brazil: geographical distribution and insecticidal activity against *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). **Neotropical Entomology**, v. 32 n. 4, p. 639-644, 2003. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1519-566X2003000400014>.

VALICENTE, F. H.; MOURÃO, A. H. C. Use of by-products rich in carbon and nitrogen as a nutrient source to produce *Bacillus thuringiensis* (Berliner) -based biopesticide. **Neotropical Entomology**, v. 37, n. 6, p. 702-708, 2008.

VALICENTE, F. H.; ZANASI, R. F. **Uso de meios alternativos para a produção de bioinseticidas à base de *Bacillus thuringiensis***. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2005. 4 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica, 60).

Embrapa Milho e Sorgo

Rod. MG 424 Km 45
Caixa Postal 151
CEP 35701-970 Sete Lagoas, MG
Fone: (31) 3027-1100
www.embrapa.br
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê Local de Publicações

Presidente: *Maria Marta Pastina*

Secretário-executivo: *Antônio Carlos de Oliveira*

Membros: *Cláudia Teixeira Guimarães, Mônica Matoso Campanha, Roberto dos Santos Trindade e Maria Cristina Dias Paes*

Circular Técnica 290

ISSN 1679-1150

Setembro, 2024

Edição executiva: *Márcio Augusto Pereira do Nascimento*

Revisão de texto: *Antonio Claudio da Silva Barros*
Normalização bibliográfica: *Rosângela Lacerda de Castro (CRB 6/2749)*

Projeto gráfico: *Leandro Sousa Fazio*

Diagramação: *Márcio Augusto Pereira do Nascimento*

Tiragem: 0.000 exemplares

Publicação digital: PDF



**Ministério da
Agricultura e Pecuária**

Todos os direitos reservados à Embrapa.