



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA**

ISAAC VIEIRA FRANCELINO

**AVALIAÇÃO DE BIOINSETICIDA À BASE DE *Bacillus thuringiensis* A PARTIR DA
PERCEPÇÃO DE AGRICULTORES FAMILIARES DO CEARÁ**

FORTALEZA

2017

ISAAC VIEIRA FRANCELINO

AVALIAÇÃO DE BIOINSETICIDA À BASE DE *Bacillus thuringiensis* A PARTIR DA
PERCEPÇÃO DE AGRICULTORES FAMILIARES DO CEARÁ

Monografia apresentada ao curso de
Agronomia, da Universidade Federal do Ceará,
como requisito parcial à obtenção do título de
Bacharel em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. José Wagner da Silva
Melo

Coorientadora: Dra. Márcia Rocha Torres

FORTALEZA

2017

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

F884a Francelino, Isaac Vieira.
Avaliação de bioinseticida à base de *Bacillus thuringiensis* a partir da percepção de agricultores familiares do Ceará / Isaac Vieira Francelino. – 2017.
34 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Curso de Agronomia, Fortaleza, 2017.

Orientação: Prof. Dr. José Wagner da Silva Melo.
Coorientação: Profa. Dra. Márcia Rocha Torres.

1. Milho. 2. *Spodoptera frugiperda*. 3. *Bacillus thuringiensis*. 4. controle alternativo. I. Título.

CDD 630

ISAAC VIEIRA FRANCELINO

AVALIAÇÃO DE BIOINSETICIDA À BASE DE *Bacillus thuringiensis* A PARTIR DA
PERCEPÇÃO DE AGRICULTORES FAMILIARES DO CEARÁ

Monografia apresentada ao curso de
Agronomia, da Universidade Federal do Ceará,
como requisito parcial à obtenção do título de
Bacharel em Agronomia.

Aprovada em: 28/11/2017.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. José Wagner da Silva Melo (Orientador Pedagógico)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Dra. Márcia Rocha Torres (Orientadora Técnica)
Engenheira Agrônoma

Dra. Debora Barbosa de Lima
Bióloga (UFRPE)

Prof. Filipe Augusto Xavier Lima
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Aos meus pais, Francelino e Conceição.

AGRADECIMENTOS

A Dra. Márcia Rocha Torres e ao Prof. Dr. José Wagner da Silva Melo, pelas excelentes orientações.

A Secretaria do Desenvolvimento Agrário (SDA) e a Universidade Federal do Ceará (UFC) pela estrutura e oportunidades necessárias para a realização do trabalho.

Aos participantes da banca examinadora Dra. Debora Barbosa de Lima e o Prof. Filipe Augusto Xavier Lima pelas valiosas colaborações e sugestões.

Aos colegas da turma de graduação, pelas reflexões, críticas e sugestões recebidas.

“A verdadeira viagem de descobrimento não consiste em procurar novas paisagens, mas em ter novos olhos.”

(Marcel Prost)

RESUMO

A cultura do milho é parte importante do cenário produtivo do Ceará. Não só no estado mas em todas as regiões produtoras do Brasil, uma das principais pragas associadas a esta cultura é a *Spodoptera frugiperda*. Estratégias alternativas de controle dessa praga tem sido buscada, especialmente aquelas de baixo custo para o agricultor familiar. Assim, o presente estudo tem como objetivo avaliar a percepção dos agricultores produtores de milho quanto a eficiência de biopesticida à base de *Bacillus thuringiensis* para o controle de *Spodoptera frugiperda* na cultura do milho. O produto foi fabricado a partir da cepa T10 da bactéria oriunda da Embrapa Milho e Sorgo. A multiplicação da bactéria foi realizada em laboratório, e em seguida procedeu-se com a inoculação em sacos com 60g de arroz em meio de cultura Luria Bertani (LB) + sais (FeSO₄, ZnSO₄, MnSO₄ e MgSO₄) para posterior distribuição. A eficiência do biopesticida foi quantificada indiretamente através de questionários dirigidos aos produtores a respeito de sua satisfação com a eficiência do produto. Um grupo de 929 agricultores participantes do projeto Hora de Plantar, conduzido pela Secretaria de Desenvolvimento Agrário (SDA), fizeram o uso do bioinseticida e responderam aos questionários. O resultado obtido demonstra que 63,92% dos produtores classificaram a eficiência do produto no controle de *Spodoptera frugiperda* em campo como bom, sendo este bioinseticida uma boa alternativa para os plantadores de milho do interior do Ceará no controle da lagarta-do-cartucho.

Palavras-chave: Milho. *Spodoptera frugiperda*. *Bacillus thuringiensis*. Controle alternativo.

ABSTRACT

The corn crop is an important part of the productive scenario of Ceará. Not only in the state but in all producing regions of Brazil, one of the main pests associated with this crop is *Spodoptera frugiperda*. Alternative strategies to control this pest have been sought, especially those of low cost to the family farmer. Thus, the present study aims to evaluate the perception of maize farmers regarding the efficiency of *Bacillus thuringiensis*-based biopesticide for the control of *Spodoptera frugiperda* in maize. The product was manufactured from the T10 strain of the bacteria from Embrapa Maize and Sorghum. Bacterial multiplication was carried out in the laboratory and then inoculated in bags with 60g of rice in Luria Bertani (LB) culture medium + salts (FeSO₄, ZnSO₄, MnSO₄ and MgSO₄) for later distribution. The efficiency of the biopesticide was quantified indirectly through questionnaires addressed to producers regarding their satisfaction with the efficiency of the product. A group of 929 farmers participating in the Hora de Plantar project, led by the Secretary of Agrarian Development (SDA), made use of the bio-insecticide and answered the questionnaires. The results obtained show that 63.92% of the producers classified the efficiency of the product in the control of *Spodoptera frugiperda* in the field as good, being this bioinsecticide a good alternative for the planters of maize of the interior of Ceará in the control of the fall armyworm.

Keywords: Maize. *Spodoptera frugiperda*. *Bacillus thuringiensis*. Alternative control

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Laboratório da Biofábrica da Secretaria do Desenvolvimento Agrário.....	18
Figura 2 – Pesagem de reagentes, à esquerda, e diluição e regulação de pH do meio Luria Bertani (LB) enriquecido com sais à direita.....	19
Figura 3 – Pesagem de sacos contendo 60g de arroz, à esquerda, e inoculação do meio de cultura LB enriquecido com sais nos sacos de arroz à direita.....	20
Figura 4 – À esquerda, <i>B. thuringiensis</i> cepa T10 e armazenamento do bioinseticida para posterior distribuição à direita. Fonte: Secretaria do Desenvolvimento Agrário.....	20
Figura 5 – À esquerda, técnicos da EMATERCE mostrando diluição do bioinseticida à base de <i>Bt</i> e verificação do início do ataque da lagarta à direita. Fonte: Secretaria do Desenvolvimento Agrário.....	21
Figura 6 – Agricultores sendo capacitados por técnicos da Ematerce e aplicação do bioinseticida à direita. Fonte: Secretaria do Desenvolvimento Agrário.....	21
Figura 7 – Percepção, geral e por regiões, dos produtores sobre a eficiência do bioinseticida à base de <i>Bt</i>	26

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Doses distribuídas de <i>Bacillus</i> e número de agricultores nas seis regiões da EMATERCE e em vinte e dois municípios do Ceará em 2017. Fortaleza-CE, 2017.....	22
Tabela 2 – Doses distribuídas e doses aplicadas de <i>Bacillus thuringienses</i> , número de agricultores, e número de hectares, em seis regiões da EMATERCE e em vinte dois municípios do Ceará em 2017. Fortaleza-CE, 2017.....	23
Tabela 3 – Eficiência do bioinseticida <i>Bacillus thurigiensis</i> em diferentes regiões da EMATERCE, conforme informações dos agricultores que aplicaram o produto em 2017. Fortaleza-CE, 2017.....	24
Tabela 4 – Quantidades de doses do bioinseticida à base de <i>Bt</i> recebidas e distribuídas pela EMATERCE no estado do Ceará em 2017. Fortaleza-CE, 2017.....	26

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	REFERENCIAL TEÓRICO	15
2.1	A produção de milho no Brasil.....	15
2.2	O controle da <i>Spodoptera frugiperda</i> na cultura do milho.....	15
2.3	O uso de <i>Bacillus thuringiensis</i> para controlar <i>Spodoptera frugiperda</i>.....	16
2.4	O projeto Hora de Plantar.....	17
3	METODOLOGIA	18
3.1	Local do estudo.....	18
3.2	Produção e aplicação do bioinseticida.....	18
3.3	Avaliação da eficiência do biopesticida na perspectiva dos agricultores.....	21
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	23
5	CONCLUSÕES	27
	REFERÊNCIAS	28
	APÊNDICE 1 – INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS	31
	ANEXO 1 – INSTRUÇÕES PARA APLICAÇÃO DO BIOINSETICIDA.	32

1. INTRODUÇÃO

A produção do milho apresenta grande importância no cenário econômico mundial nas suas variadas formas de utilização, que vão desde a alimentação animal até a indústria. O milho é um dos mais importantes cereais cultivados no mundo, dotado de uma formidável capacidade de adaptação, com uma ampla gama de temperaturas, altitudes e regimes pluviométricos (NADAL, 2011). No mundo são cultivados 160 milhões de hectares e produzidos 800 milhões de toneladas anuais de milho (ABRAMILHO, 2016). Aproximadamente 70% do que é produzido é destinado a alimentação animal. No Brasil o que é destinado a alimentação animal varia de 60% a 80% dependendo de ano para ano (CRUZ, 2006).

A produtividade do milho na região nordestina é baixa em decorrência da predominância de sistemas de produção que utilizam pouca ou nenhuma tecnologia e apresentam insuficiência e irregularidade pluviométrica (CARVALHO, 1999). Além da baixa produtividade a cultura é severamente atacada pela lagarta-do-cartucho-do-milho (*Spodoptera frugiperda* (Smith), Lepidoptera: Noctuidae). As perdas anuais estimadas ocasionadas única e exclusivamente pela lagarta-do-cartucho-do-milho ultrapassam US\$ 400 milhões (BARCELOS *et al.* 2012). A lagarta reduz a produção em até 34%, apenas com danos nas folhas jovens e, quando a estiagem ocorre no final do ciclo, danificam as espigas, destruindo as palhas e os grãos (CRUZ, 1995). As constantes perdas econômicas causadas pela *Spodoptera frugiperda* na cultura do milho direcionaram um rigoroso controle da praga baseado no uso de inseticidas químicos, contribuindo para a evolução da sua resistência a maioria dos químicos utilizados (CARVALHO *et al.*, 2013).

Devido a eficiência, baixa toxicidade para o homem e animais e também para diversos inimigos naturais de pragas, *Bacillus thuringiensis* Berliner (Eubacteriales: Bacillaceae) é usado como forma de controle em programas de manejo integrado de *S. frugiperda*, em cultivos de milho tradicional e orgânico (MARTINEZ & VAN EMDEN, 2001). Entretanto, o custo e acesso das tecnologias que envolvem o uso do *B. thuringiensis* dificultam o seu uso. Por exemplo, o meio padrão para o micro-organismo é composto por substâncias sintéticas de alto valor agregado, elevando excessivamente o custo final do produto (MELO, 2013).

Tendo em vista o controle desta lagarta, a Secretaria do Desenvolvimento Agrário

(SDA) em parceria com a Embrapa Milho e Sorgo, de Sete Lagoas, Minas Gerais, implantou uma biofábrica para produção de um biopesticida à base da bactéria *B. thuringiensis*. O presente produto é um biopesticida ecologicamente correto, seletivo, não afetando, assim, animais, polinizadores ou outros insetos benéficos. Os custos para sua produção são menores quando comparados com outras formas de uso de *B. thuringiensis* e elimina lagartas jovens em até 4 dias (MENDES *et al.*, 2008). Somente a Secretaria do Desenvolvimento Agrário-SDA, através do Projeto Hora de Plantar, distribui, em média, 2.600 toneladas de sementes de milho, para 182 municípios, anualmente, suficientes para 130.000 hectares. Desde de janeiro de 2017 adicionou a essas entregas as doses do biopesticida para 22 municípios do Estado do Ceará. O presente trabalho teve como objetivo avaliar a percepção dos agricultores produtores de milho quanto a eficiência de bioinseticida à base de *B. thuringiensis* para o controle de *S. frugiperda* na cultura do milho.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 A produção de milho no Brasil

O milho é um dos insumos mais produzidos no âmbito agrícola nacional e possui várias utilidades. A cultura é usada no Brasil para o consumo humano e animal, nas formas de farinha de milho, quirera, fubá, farelos, óleo e farinha integral (DUARTE *et al.*, 2011). A produção de milho na totalidade nacional tem participação de todos os estados brasileiros (LANDAU *et al.*, 2010). Para a safra de 2011, o Brasil teve um pequeno aumento de 6,5% em 2010. Justifica-se como um dos indicadores para esse avanço o crescimento da área plantada, principalmente nas regiões Norte e Nordeste. A região nordeste tem o maior número de estabelecimentos agropecuários produtivos, entretanto, possui menor produção quando comparada com as regiões sul, sudeste e centro-oeste (CUSTODIO *et al.* 2016). O Ceará destaca-se por sua contribuição para esse resultado, uma vez que chegou a aumentar cerca de 188 mil hectares quando comparado com a safra do ano anterior (CONAB, 2016).

2.2 O controle da *Spodoptera frugiperda* na cultura do milho

O controle de *S. frugiperda* na cultura do milho tem sido feito frequentemente através do uso de inseticidas sintéticos (CRUZ, 1995). As aplicações são realizadas de formas convencionais através de pulverizações tratorizada ou costal, utilizando inseticidas de vários grupos químicos, de origem biológica e fisiológica para o controle da lagarta-do-cartucho-do-milho (VIANA, 2008). Contudo, a utilização indiscriminada dos produtos químicos pode muitas vezes piorar os problemas já existentes. Isto é, o seu uso inadequado e abusivo pode, em vez de controlar com eficiência certa praga, ocasionar contaminação ambiental, eliminação de organismos benéficos e aumento de resíduos na produção da cultura (CRUZ, 1995).

É comum a elevada frequência de produtos químicos, sendo realizadas até cinco aplicações durante a safra para evitar os prejuízos causados pela lagarta-do-cartucho-do-milho. Assim, com o número de aplicações aumentando ao longo dos anos é preocupante a ocorrência de indivíduos resistentes aos produtos químicos, visto que já se observa a redução de agentes de controle biológico em várias regiões, consequência do uso inadequado de produtos químicos (CRUZ *et al.*, 2002).

A necessidade de reduzir o uso desses produtos tem impulsionado estudos sobre manejo integrado de pragas, com ênfase no controle biológico. É chamado de controle biológico, a ação de parasitoides, predadores ou patógenos que mantêm as densidades de outros organismos numa média mais baixa do que se observaria na sua ausência, ou seja, o

uso de organismos vivos para manter a população de determinada praga em equilíbrio no agrossistema, de forma que não ocorra danos econômicos ao produtor (CRUZ, 1988) . Os agentes do controle biológico já representam mais de 2% do mercado de inseticidas do mundo (VIEIRA *et al.*, 2006).

2.3 O uso de *Bacillus thuringiensis* para controlar *Spodoptera frugiperda*

Bacillus thuringiensis (*Bt*) é uma bactéria gram-positiva, formadora de esporos e que, durante a fase de esporulação, produz toxinas que são eficientes no combate às larvas de insetos que são considerados pragas pelo homem (TABUCHI, 2013). Há vários anos que o *Bt* é utilizado como bioinseticida e está registrado sem limitação de uso para o controle de muitas espécies de *Lepidoptera* (WAQUIL *et al.*, 2010).

Uma vez sendo utilizado como biopesticida, o *Bt* tem algumas vantagens quando comparado com os produtos de síntese química. Por exemplo, ser supostamente menos tóxico ao homem, maior eficácia em concentrações menores, maior seletividade no combate a praga alvo, maior rapidez de decomposição e, assim, menores efeitos prejudiciais à natureza e por poder ser usado no manejo de pragas, gerando redução da aplicação de agrotóxicos convencionais (MIZUKAWA, 2016).

A ação de *B. thuringiensis* se dá pela ingestão dos seus cristais pelas larvas suscetíveis. Cristais esses que irão sofrer efeito do pH intestinal e de proteases, sendo solubilizados e tendo suas toxinas ativadas. Estas se ligam aos receptores que estão no tecido epitelial do intestino da larva e ocasionam a quebra da estabilidade osmótica da célula, que turgesce e se arrebenta, gerando o extravasamento do conteúdo intestinal para a hemocele do inseto. Assim, a larva para de se alimentar, tem paralisia geral e morre por inanição ou septicemia, eliminando as lagartas jovens em até 4 dias. Não há atividade de *B. thuringiensis* nas fases de pupa e de adulto dos insetos (MONNERAT & BRAVO, 2010).

Para se obter *B. thuringiensis*, cepas são isoladas de, principalmente, amostras de solo ou cadáveres de invertebrados (BRAVO *et al.* 2011). O *Bt* pode ser cultivado em meio sólido, líquido e semi-sólido. O controle da lagarta-do-cartucho do milho pode ser feito de forma econômica pelo uso comercial de meios alternativos como fonte de nutriente para o desenvolvimento da bactéria na produção de biopesticida (VIEIRA *et al.*, 2006). Destaca-se ainda que a formulação de inseticidas com linhagens de *B. thuringiensis* são mais vantajosas quando comparadas com os inseticidas químicos, uma vez que atuam somente sobre a forma larval do inseto, não estimulando tanto o seu desenvolvimento de resistência (TABUCHI, 2013). O uso de goma de milho, farelo de soja e esterco líquido representa uma alternativa

para a eliminação e/ou reciclagem destes substratos e uma redução nos custos de produção de *Bt* e, sendo assim, estudos com o meio alternativo Luria Bertani (LB) mais sais (FeSO_4 , ZnSO_4 , MnSO_4 , MgSO_4), e mais 0,2% de glicose vem demonstrando resultados positivos para o cultivo da bactéria (VALICENTE *et al.*, 2010).

2.4 O projeto Hora de Plantar

Visando uma melhoria na produtividade agrícola, aumento de renda e garantia de segurança alimentar de vários cearenses, o Projeto Hora de Plantar promove a distribuição de sementes, mudas e, recentemente, de um biopesticida desenvolvido à base de *B. thuringiensis*. O projeto funciona através da Secretaria do Desenvolvimento Agrário (SDA) e da Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural (EMATERCE) e auxilia o plantio de diversos agricultores familiares.

Seguindo recomendações de instituições de pesquisa, especialmente, a EMBRAPA, o projeto faz a distribuição direta e estimula indiretamente a utilização e produção de sementes e mudas de alta qualidade e produtividade. Assim, contribui para o aumento nas produções de milho, sorgo forrageiro, feijão caupi, castanha de caju, mandioca, palma forrageira nas condições pluviométricas do estado do Ceará. A SDA objetiva com o projeto também contribuir para a recomposição vegetal em áreas sujeitas à desertificação, uma vez que também distribui mudas de espécies florestais nativas e exóticas (SECRETARIA DO DESENVOLVIMENTO AGRÁRIO, 2016).

3. METODOLOGIA

3.1 Local do estudo

O estudo foi conduzido no laboratório da Biofábrica (Figura 1) da Secretaria do Desenvolvimento Agrário (SDA), com a produção do bioinseticida, e nos municípios de Lavras da Mangabeira, Iguatu, Icó, Acopiara, Crato, Várzea Alegre, Missão Velha, Milagres, Farias Brito, Jardim, Abaiara, Santana do Cariri, Juazeiro do Norte, Nova Olinda, Caririagu, Crateús, Solonópoles, Quixeramobim, Tauá, Parambu e Quiterianópolis e Aiuaba, com a aplicação de questionários aos agricultores que receberam lotes do produto.



Figura 1 - Laboratório da Biofábrica da Secretaria do Desenvolvimento Agrário. Fonte: Diário do Nordeste.

3.2 Produção e aplicação do bioinseticida

Com o início das suas atividades em dezembro de 2012, a primeira Biofábrica de bioinseticidas do Brasil, funciona na sede da SDA sob a gestão da Coordenadoria de Desenvolvimento da Agricultura Familiar (CODAF). A Biofábrica produz atualmente 300 amostras semanais do produto que é distribuído pela Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Ceará (EMATERCE) para os agricultores cadastrados no projeto Hora de Plantar. Conta ainda com o apoio e colaboração da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) que auxilia na implementação da tecnologia.

Para a produção do bioinseticida, foi preparado o meio de cultura Luria Bertani (LB) enriquecido com sais, o qual é feito, para a quantidade de 1 litro de água destilada, com 1g de glicose, 8g de caldo nutritivo, 5g de extrato de levedura, 10g de Triptona, 5g de NaCl, 0,02g de FeSO_4 , 0,02g de ZnSO_4 , 0,02g de MnSO_4 e 0,3g de MgSO_4 . Para o crescimento da bactéria em placas de Petri, adiciona-se à essa composição 12g de Ágar (VALICENTE; MOURÃO, 2008).

Os reagentes são pesados separadamente e colocados em becker com 800ml de água destilada. Posteriormente, são então levados ao agitador magnético e, após dissolução, tem o pH acertado para 7,5 (Figura 2) com base (NaOH) ou ácido (HCl). O volume é completado até 1000ml em balão volumétrico e o meio transferido para Erlenmeyer de 1000ml que é, em seguida, vedado com algodão e alumínio para posterior autoclavagem.



Figura 2 - Pesagem de reagentes, à esquerda, e dissolução e regulação de pH do meio Luria Bertani (LB) enriquecido com sais à direita.

Além do meio preparado para transferência no Erlenmeyer e posterior inoculação da bactéria, ocorre também a produção do meio para adição em sacos contendo 60g de arroz. Em cada saco são adicionados 20ml do meio LB enriquecido de sais (Figura 3). Após os sacos serem vedados, todo o material produzido é levado para esterilização em autoclave a 120°C por 15min.



Figura 3 - Pesagem de sacos contendo 60g de arroz, à esquerda, e aplicação do meio de cultura LB enriquecido com sais nos sacos de arroz à direita.

A cepa T10 de *B. thuringiensis*, fornecida pela Embrapa Milho e Sorgo, é inoculada em meio esterilizado LB mais sais. Seguida por agitação em um agitador rotativo a 250 revoluções por minuto (rpm) a 30°C por 12-16h. Então, 20ml desse material é inoculado nos sacos com 60g de arroz no dia seguinte. Em seguida selados novamente e colocados em uma incubadora a 30°C por 3 dias. Por fim, colocados em freezer a -20°C (Figura 4) até serem levados para distribuição.



Figura 4 - Armazenamento do bioinseticida para posterior distribuição. Fonte: Secretaria do Desenvolvimento Agrário.

A EMATERCE realizou a distribuição de 1 saco contendo 60g de arroz por hectare de propriedade e curso de capacitação (Figura 5) para agricultores cadastrados no projeto Hora de Plantar, sendo o conteúdo do curso presente no anexo 1.



Figura 5 - À esquerda, técnicos da EMATERCE mostrando diluição do bioinseticida à base de *Bt* e verificação do início do ataque da lagarta à direita. Fonte: Secretaria do Desenvolvimento Agrário.

Conforme explicado no curso de capacitação, na aplicação do produto na área, o agricultor deve diluir a dose em meio litro (500mL) de água, agitar bem a solução e filtrar em tecido fino ou gaze, descartar a parte sólida e armazenar a líquida (solução concentrada de *Bt*), que deve ser diluída em duzentos litros (200L) de água e aplicada a um hectare (1,0ha.). Para a adição de agente espalhante adesivo (óleo mineral): adicionar um mililitro (1,0mL) do produto a cada dez litros (10L) da solução do bioinseticida *Bt* a ser aplicado.

A aplicação do bioinseticida *Bt* (Figura 6) pode ser realizada por vários equipamentos como: bombas costais, tratores e aéreos, não sendo recomendado, no entanto, os atomizadores. Se bem-acondicionado e armazenado, o produto tem viabilidade por dois anos.



Figura 6 - Agricultores sendo capacitados por técnicos da Ematerce e aplicação do bioinseticida à direita. Fonte: Secretaria do Desenvolvimento Agrário.

3.3 Avaliação da eficiência do biopesticida na perspectiva dos agricultores

Os questionários eram baseados na opinião do agricultor com relação a eficiência do produto na procura da visão dos agricultores, sem a interferência do extensionista.

O presente estudo procura analisar fenômenos contemporâneos, permitindo aos investigadores uma ampla visão sobre fatos ou eventos da vida real, podendo ser usado para verificar o comportamento dos grupos de agricultores sobre a temática da eficiência do bioinseticida. A avaliação foi aferida através da aplicação de questionários aos produtores dos 22 municípios que receberam o bioinseticida, totalizando 929 agricultores e 2546 doses distribuídas. Tendo como opções os termos excelente, bom, regular, insuficiente, ou sem condições para avaliação. Os questionários serviram de base para a avaliação inicial da implementação da tecnologia nos municípios do Ceará. Os dados foram analisados de forma descritiva e /ou gráficas.

Tabela 1 - Doses distribuídas de *Bacillus* e número de agricultores nas seis regiões da EMATERCE e em vinte e dois municípios do Ceará em 2017. Fortaleza-CE, 2017.

Região	Município	Doses distribuídas	Número de agricultores
CENTRO SUL	Lavras da Mangabeira	52	49
	Acopiara	20	20
	Icó(*)	29	29
	Iguatu(**)	240	110
Sub Total		341	208
CARIRI	Várzea Alegre	142	67
	Crato	64	32
	Missão Velha	80	13
	Farias Brito	46	29
	Jardim	22	3
	Abaiara	48	3
	Santana do Cariri	16	5
	Juazeiro do Norte	50	47
	Nova Olinda	5	3
Caririaçu	4	1	
Sub Total		477	203
CARIRI LESTE	Milagres	125	26
Sub Total		125	26
SERTÕES DE CRATEÚS	Crateús	185	33
Sub Total		185	33
SERTÃO CENTRAL	Quixeramobim	222	112
	Solonópole	134	50
Sub Total		356	162
SERTÕES DO INHAMUNS	Tauá	552	128
	Parambu	112	16
	Quiterianópolis	198	115
	Aiuaba	200	38
Sub Total		1062	297
Total		2546	929

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verifica-se na Tabela 2 que das 2546 doses distribuídas, apenas 1937 foram aplicadas. Fato este devido a alguns campos já estarem com alto grau de infestação da lagarta, sendo assim, a aplicação do produto não teria a eficiência desejada, ou os agricultores preferiram aplicar inseticida químico, conforme consta em alguns relatos dos questionários.

Tabela 2 - Doses distribuídas e doses aplicadas de *Bacillus thuringiensis*, número de agricultores, e número de hectares, em seis regiões da EMATERCE e em vinte dois municípios do Ceará em 2017. Fortaleza-CE, 2017.

Região	Município	Doses distribuídas	Doses aplicadas	Número de agricultores	Número de hectares
CENTRO SUL	Lavras da Mangabeira	52	45	49	52
	Acopiara	20	20	20	20
	Icó(*)	29	9	29	29
	Iguatu(**)	240	86	110	129
Sub Total		341	160	208	230
CARIRI	Várzea Alegre	142	142	67	82
	Crato	64	64	32	23
	Missão Velha	80	80	13	42
	Farias Brito	46	46	29	~
	Jardim	22	22	3	~
	Abaiara	48	20	3	22
	Santana do Cariri	16	16	5	~
	Juazeiro do Norte	50	29	47	50
	Nova Olinda	5	5	3	5
Caririaçu	4	4	1	4	
Sub Total		477	428	203	228
CARIRI LESTE	Milagres	125	71	26	69
Sub Total		125	71	26	69
SERTÕES DE CRATEÚS	Crateús	185	136	33	94
Sub Total		185	136	33	94
SERTÃO CENTRAL	Quixeramobim	222	222	112	133
	Solonópole	134	134	50	67
Sub Total		356	356	162	200

SERTÕES DO INHAMUNS	Tauá	552	276	128	276
	Parambu	112	112	16	56
	Quiterianópolis	198	198	115	198
	Aiuaba	200	200	38	200
Sub Total		1062	786	297	730
Total		2546	1937	929	1551

* Dos 29 agricultores que receberam as doses, 20 não aplicaram

** Dos 110 agricultores que receberam, 49 não aplicaram

Ainda na Tabela 2, observa-se que dentre as seis regiões envolvidas, merece destaque positivo a do Sertão Central e do Cariri que aplicaram um maior número de doses do *Bt* em relação ao que receberam, cerca de 100% e 90%, respectivamente. Diferentemente da região Centro Sul e do Cariri do Leste, em que só aplicaram, respectivamente, 47% e 57% do recebido. Constata-se também que o trabalho da EMATERCE em difundir o uso do bioinseticida foi bem significativo, visto que foram envolvidos 929 agricultores, sendo o maior número em Tauá (128), Quixeramobim (112), Quiterianópolis (115) e Iguatu (110). E, dos 1551 hectares que foram envolvidos a grande maioria estava localizada em cinco municípios: Tauá (276), Aiuaba (200), Quiterianópolis (198), Quixeramobim (133) e Iguatu (129).

Na Tabela 3, considerando a eficiência do bioinseticida, denota-se que do total de 849 formulários respondidos, 199 agricultores afirmaram que o produto pode ser considerado EXCELENTE, 558 BOM, 68 REGULAR e apenas 24 acharam que o produto não tinha efeitos positivos no controle da lagarta. Vinte e quatro formulários não foram preenchidos, devido ao fato de 13 não terem aplicado o *Bt* e 11 aplicaram inseticidas químicos.

Tabela 3 - Eficiência do bioinseticida *Bacillus thuringiensis* em diferentes regiões da EMATERCE, conforme informações dos agricultores que aplicaram o produto em 2017. Fortaleza-CE, 2017

Região	Município	Excelente	Bom	Regular	Insuficiente	Sem condições de avaliar
CENTRO SUL	Lavras da Mangabeira	7	33	2	1	~
	Acopiara	2	10	6	2	~
	Icó(*)	6	2	1	~	~
	Iguatu(**)	~	56	~	~	~
Sub Total		15	101	9	3	0
CARIRI	Várzea Alegre	1	65	1	~	~

	Crato	13	18	1	~	~
	Missão Velha	~	12	1	~	~
	Farias Brito	13	19	1	~	13(@)
	Jardim	~	20	9	~	~
	Abaiara	2	~	1	~	~
	Santana do Cariri	1	2	~	~	2(#)
	Juazeiro do Norte	22	4	2	10	9(&)
	Nova Olinda	5	~	~	~	~
	Caririaçu	~	~	~	1	~
	Sub Total	57	140	16	11	24
CARIRI LESTE	Milagres	~	~	17	9	~
	Sub Total	~	~	17	9	0
SERTÕES DE CRATEÚS	Crateús	6	18	8	1	~
	Sub Total	6	18	8	1	~
SERTÃO CENTRAL	Quixeramobim	35	66	8	~	~
	Solonópole	8	41	1	~	~
	Sub Total	43	107	9	0	0
SERTÕES DO INHAMUNS	Taná	~	128	~	~	~
	Parambu	~	16	~	~	~
	Quiterianópolis	48	41	26	~	~
	Aiuaba	30	7	~	~	~
	Sub Total	78	192	26	0	0
	Total	199	558	68	24	24

@ 13 agricultores não aplicaram o *Bt*

2 agricultores aplicaram o *Bt* e inseticida químico, mascarando os resultados

& 9 agricultores usaram inseticidas químicos

A figura 7 evidencia a percepção dos produtores sobre a eficiência do bioinseticida, demonstrado o montante de cada resposta dos agricultores ao questionário em porcentagem, de forma geral e por região. Observa-se então que 63,92% dos produtores classificaram a eficiência do produto como bom, enquanto apenas 2,75% alegaram insuficiência do bioinseticida. Estes resultados comprovam a aceitação geral do produto. Por região, se destaca a região Centro-Sul com classificação de 79% como bom e o Sertão Central com 27% em excelente. Contudo, a região do Cariri do Leste apresenta a maior porcentagem de insatisfação com o produto, chegando a 35%. E uma vez sendo essa uma das regiões com menor aplicação do produto (57%), observa-se uma relação entre menor quantidade de aplicação e percepção negativa de eficiência do produto.

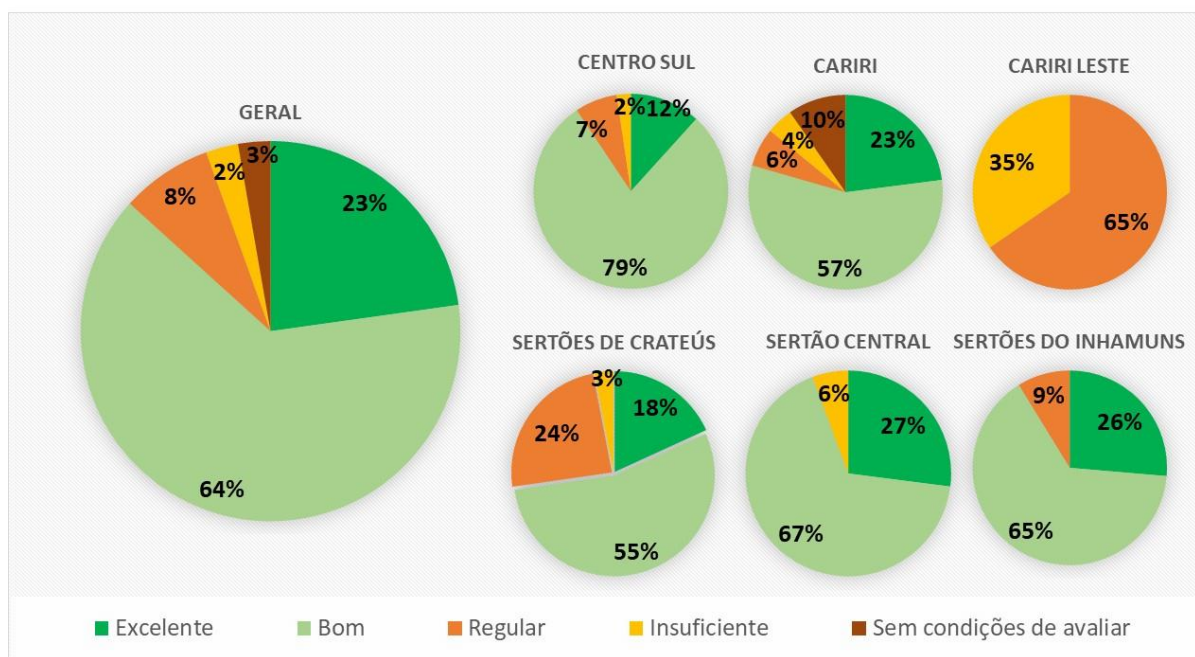


Figura 7 – Percepção, geral e por regiões, dos produtores sobre a eficiência do bioinseticida à base de *Bt*.

A tabela 4 demonstra a quantidade de doses entregues pelo Laboratório da SDA que produz o *Bt* e verifica-se que apenas 52,97% (2546) foi distribuído do total de 4806. Evidencia-se, portanto, que um número elevado de escritórios não deu a devida atenção aos formulários e/ou as doses do *Bt* que lhes foram entregues. Torna-se de fundamental importância saber as causas deste resultado negativo. Será que todos os pacotes foram distribuídos? Se não foram, ainda estão nos escritórios que os receberam? Ou distribuíram, mas não enviaram as informações solicitadas pela Diretoria Técnica da Ematerce?

Tabela 4 - Quantidades de doses do bioinseticida à base de *Bt* recebidas e distribuídas pela EMATERCE no estado do Ceará em 2017. Fortaleza-CE, 2017.

Data	Região	Quant. de doses recebidas	Quant. de doses distribuídas	Quant. de doses sem informação	Responsável
11/1/2017	Centro Sul	605	341	264	EMATERCE
11/1/2017	Cariri Leste	400	125	275	EMATERCE
11/1/2017	Cariri	593	477	116	EMATERCE
11/1/2017	Sertões dos Inhamuns	1178	1062	116	EMATERCE
11/1/2017	Sertões de Crateús	1280	185	1095	EMATERCE
17/1/2017	Sertão Central	750	356	394	EMATERCE
Total		4806	2546	2260	

5. CONCLUSÕES

O resultado obtido demonstra que 63,92% dos produtores classificaram a eficiência do bioinseticida à base de *Bacillus thuringiensis* no controle de *Spodoptera frugiperda* em campo como bom, sendo este produto uma alternativa viável para os plantadores de milho do interior do Ceará no controle da lagarta-do-cartucho, principalmente para o público do Projeto Hora de Plantar.

REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DO MILHO (ABIMILHO). **Estatísticas**. Disponível em <<http://www.abimilho.com.br/estatisticas>>. Acesso em: 28 de set. 2017.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS PRODUTORES DE MILHO (ABRAMILHO). **A dimensão do Milho no Mundo**. Disponível em: <<http://www.abramilho.org.br/dados-estatisticos/>>. Acesso em 26 set. 2017.
- CARVALHO, R.A. *et al.* Investigating the molecular mechanisms of organophosphate and pyrethroid resistance in the fall armyworm *Spodoptera frugiperda*. **PLOS One**. v.8, n.4, 2013.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). **Acompanhamento da Safra Brasileira: Grãos, Safra 2010/2011, Décimo Segundo Levantamento, Setembro 2011**. Disponível em <<http://www.conab.gov.br/>>. Acesso em: 26 set. 2017.
- COSTA, J. R. da; PINHO, J. L. N. de; PARRY, M. M. Produção de matéria seca de cultivares de milho sob diferentes níveis de estresse hídrico. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.12, n.5, p.443–450, 2008.
- CRUZ, I. Manejo integrado de pragas de milho com ênfase para o controle biológico. *In*: CICLO DE PALESTRAS SOBRE CONTROLE BIOLÓGICO DE PRAGAS, 4., 1995, Campinas. **Anais...** Campinas: Sociedade Entomológica do Brasil, p. 48-92, 1995.
- CRUZ, I. **Manejo de pragas de milho no Brasil**. Curso Sobre Manejo y Control de Plagas en Maiz y Sorgo, Sete Lagoas, p.17-31, 1988.
- CRUZ, I.; FIGUEIREDO, M. L. C.; VALICENTE, F. H. Aspectos biológicos do parasitóide *Campoletis flavicincta* (Ashmead) criados em lagartas de *Spodoptera frugiperda*. **An. Soc. Entomol. Brasil**, v.24, p.201-208, 1995.
- CRUZ, J. C. **Produção de Milho na Agricultura Familiar**. Sete Alagoas, MG: Embrapa. Circular Técnica, 81. 2006
- CUSTODIO, C. J. S. *et al.* Fatores que contribuíram para o crescimento da produtividade do milho no Brasil. **Revista Eletrônica Interdisciplinar**. v.1, n.15, 2016.
- CARVALHO, H. W. L. de *et al.* Melhoramento genético de milho no Nordeste brasileiro. *In*: **Recursos genéticos e melhoramento de plantas para o Nordeste brasileiro** (on line). Versão 1.0. Petrolina: Embrapa Semi-árido; Brasília-DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, nov. 1999.
- DIEZ-RODRIGUEZ, G. I.; OMOTO, C. Inheritance of lambda-cyhalothrin resistance in *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). **Neotrop. Entomol.**, v.30, p.311–316, 2001.
- GALLO, D. *et al.* **Entomologia Agrícola**. Piracicaba: FEALQ. 920 p, 2002.

LANDAU, E. C. *et al.* **Áreas de Concentração da Produção Nacional de Milho no Brasil.** *In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 28.,* 2010, Goiânia: Associação Brasileira de Milho e Sorgo.

MARTINEZ, S.S.; VAN EMDEN, H.F. Growth disruption, abnormalities and mortality of *Spodoptera littoralis* (Boisduval) (Lepidoptera: Noctuidae) caused by azadirachtin. *Neotropical Entomology*, Londrina, v.30, n.1, p.113-125, 2001

MELO, A. L. D. A. **Caracterização molecular de isolados nativos de *Bacillus thuringiensis* Berliner e aplicação no controle biológico *Aedes aegypti* linnaeus (Diptera: culicidae) *Duponchelia fovealis* Zeller (Lepidoptera: Crambidae) e *Panagrellus redivivus* Goodey (Nematoda: Rhabditida).** Curitiba: UFPR, 2013.

MENDES, L. D. S. *et al.* **Produção de biopesticida a base de *Bacillus thuringiensis* usando meios comerciais e materiais puros ricos em carbono e nitrogênio.** *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 22.,* 2008, Uberlândia. **Ciência, tecnologia e inovação: resumos...** Viçosa: UFV, 2008.

MIZUKAWA, G. **Estratégias de diversificação da indústria de agrotóxicos: de sementes a biopesticidas.** Curitiba: UFPR, 2016.

NADAL, A. **The environmental and social impacts of economic liberalization on corn production in Mexico.** Gland, Suíça: WWF - World Wide Fund for Nature, 2011.

PRAÇA, L. B. *et al.* Estirpes de *Bacillus thuringiensis* efetivas contra insetos das ordens Lepidoptera, Coleoptera e Diptera. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.39, n.1, p.11-16, 2004.

ROSA, A. P. S. A. da; TEIXEIRA BARCELOS, H. **Bioecologia e controle de *Spodoptera frugiperda* em milho.** Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Documento 344, 2012.

SECRETARIA DO DESENVOLVIMENTO AGRÁRIO. **Manual Operacional Projeto Hora de Plantar XXIX.** Fortaleza, CE, 2016.

TABUCHI, S. C. T. **Utilização do extrato de levedo de cerveja como suplemento de meio à base de glicerol residual para produção de bioinseticida por *Bacillus thuringiensis*.** 2013. 80 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia Industrial na Área de Microbiologia Aplicada, Escola de Engenharia de Lorena da Universidade de São Paulo, Lorena, 2013.

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. *et al.* Production of *Bacillus thuringiensis* biopesticide using commercial lab medium and agricultural by-products as nutrient sources. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.9, n.01, p.1-11, 2010.

VIANA, P. A. Viabilidade do controle da *Spodoptera frugiperda* via quimigação. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 27., 2008, Londrina. **Agroenergia, produção de alimentos e mudanças climáticas: desafios para milho e sorgo: trabalhos e palestras**. Sete Lagoas: IAPAR, 2008.

VIEIRA, C. M. *et al.* Produção de biopesticida de *Bacillus thuringiensis* usando meio comercial de laboratório e meios alternativos agrícolas como fonte de nutrientes. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 26., 2006, Sete Lagoas. **Inovação para sistemas integrados de produção: trabalhos apresentados**. Sete Lagoas: ABMS, 2006.

WAQUIL, J. M.; VILLELA, F. M. F.; FOSTER, J. E. Resistência do milho (*Zea mays* L.) transgênico (*Bt*) à lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.1, n.3, 2010.

ANEXO 1 – INSTRUÇÕES PARA APLICAÇÃO DO BIOINSETICIDA

1. Bioinseticida *Bt*

1.1. O Bioinseticida *Bt* é um produto biológico que tem como ingrediente ativo (i.a.) a bactéria *Bacillus thuringiensis*, conhecida como *Bt*. Esta bactéria é comumente encontrada em solos e resíduos orgânicos e quando devidamente aplicada, apresenta alta eficácia no controle da lagarta-do-cartucho do milho, sem riscos de desequilíbrio ao ambiente e intoxicações aos animais e ao ser humano.

1.2. Ingrediente ativo: *Bacillus thuringiensis*

1.3. Formulação: Solução Concentrada (SC).

1.4. Modo de ação: Por ingestão, ou seja, a “lagarta nova” precisa ingerir o produto. Não é por contato. “O princípio ativo deste bioinseticida são os cristais que a bactéria forma, que no aparelho digestivo da lagarta, transforma-se em substância tóxica para a lagarta. O inseto para de se alimentar em no máximo 5 minutos. Num segundo momento, o cristal ataca e destrói a parede do tubo digestivo, permitindo o extravasamento do líquido digestivo para dentro do corpo do inseto, levando consigo bactérias, provocando uma infecção generalizada matando a lagarta.”

1.5. Dose de 60 g em substrato semi-sólido à base de arroz, extrato de levedura, glicose e sais de ferro, zinco, magnésio e manganês. Estes ingredientes são colocados em pacotes plásticos que ficam armazenados em um freezer a – 20° C.

1.6. Diluição: Diluir a dose em meio litro (500mL) de água, agitar bem a solução e coar em tecido fino ou gaze, descartar a parte sólida e reservar a líquida (Solução concentrada de *Bt*), que deve ser diluída em duzentos litros (200 L) de água e aplicada a um hectare (1,0 ha.).

1.7. Adição de agente espalhante adesivo (óleo mineral): adicionar um mililitro (1,0 mL) do produto a cada dez litros (10 L) da solução do Bioinseticida *Bt* a ser aplicado.

1.8. Cobertura: um hectare (1,0 ha.).

2. Equipamentos para aplicação

2.1. A aplicação do Bioinseticida *Bt* pode ser realizada por vários equipamentos como: bombas costais, tratores e aéreos, não sendo recomendado, no entanto, os atomizadores.

2.2. Ponta de pulverizadores recomendados: Ponta de cone vazio ou leque.

2.3. Calibragem do passo (velocidade) para distribuição dos 200 L de *Bt* em 1,0 ha.: Para determinar essa calibragem e garantir que os 200 L de *Bt* cubram 1,0 ha. é necessário realizar o Teste em branco. Para tal teste deve-se encher um pulverizador com água, calibrar seu bico para gotas de tamanho médio em ponta de cone vazio e aplicar em uma pequena área do plantio a ser pulverizado (área de 10 m², por exemplo), cronometrando o tempo de aplicação e medindo a quantidade de água que foi distribuída. Com base na quantidade de água gasta em 10 m² faz-se uma regra de três para saber quanto de água seria gasto em 1,0 ha. No caso de se encontrar um valor maior que 200 L, é necessário aumentar a velocidade (apressar o passo) de distribuição e, no caso de se encontrar um valor menor que 200 L, a velocidade de aplicação deve ser reduzida (diminuir o passo).

2.4. Em pulverizador costal manual utilizar 50 mL (cinquenta mililitros) do *Bt* em 20 L (vinte litros) de água limpa.

3. Considerações adicionais sobre a aplicação

3.1. Não diluir o Bioinseticida em água alcalina (pH>8,0).

3.2. Diluir o produto só quando for aplicar (ideal).

3.3. O horário de aplicação deve ser após 3:00 h da tarde.

3.4. Não misturar o Bioinseticida *Bt* com outros produtos que não se tenha recomendação.

3.5. Não aplicar o produto em dias com possibilidade de chuva ou com ventos fortes.

3.6. Não irrigar (por aspersão) ou realizar adubação foliar por dois dias após a aplicação do

Bt.

3.7. Evitar o contato do produto com a pele.

3.8. Usar vestimentas adequadas (EPI) durante a aplicação do produto.

4. Considerações sobre o armazenamento e a conservação do Bioinseticida *Bt.*

4.1. Armazenar em embalagem fechada e conservar o Bioinseticida sob congelamento. **Neste caso pode ser em um freezer (-20 ° C) ou em um congelador de geladeira (- 6° C).**

4.2-É imperativo fazer o transporte dos pacotes congelados em isopor contendo bastante gelo e quando na propriedade do agricultor armazenar em freezer ou congelador. Se forem ser armazenados em outras partes da geladeira, que seja no máximo por três dias antes da aplicação.

4.3. Não deixar o produto exposto à luz solar direta.

4.4. Não armazenar junto com alimentos.

4.4. Se bem-acondicionado e armazenado tem viabilidade por dois anos.

Fabricante:

Biofábrica: Secretaria de Desenvolvimento Agrário do Estado do Ceará – SDA

Endereço: Av. Bezerra de Menezes,1820 - CEP.60325.901. Fortaleza – CE Fone (85)

3101.8141