

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

**FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y
AGROINDUSTRIA**

**ALTERNATIVAS BIOLÓGICAS PARA REEMPLAZAR LOS
PLAGUICIDAS DE MAYOR CONSUMO EN EL ECUADOR**

**ALTERNATIVA BIOLÓGICA PARA EL REEMPLAZO DE
INSECTICIDAS EN EL ECUADOR**

**TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR PRESENTADO COMO
REQUISITO PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERA
AGROINDUSTRIAL**

DAYANARA ELIZABETH LÓPEZ LÓPEZ

dayanara.lopez@epn.edu.ec

DIRECTOR: MARY FERNANDA CASA VILLEGAS

mary.casa@epn.edu.ec

DMQ, septiembre 2022

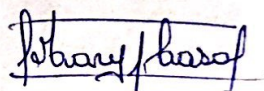
CERTIFICACIONES

Yo, Dayanara Elizabeth López López declaro que el trabajo de integración curricular aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.



DAYANARA LÓPEZ

Certifico que el presente trabajo de integración curricular fue desarrollado por Dayanara Elizabeth López López, bajo mi supervisión.



ING. MARY CASA Ph.D.

DIRECTOR

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

A través de la presente declaración, afirmamos que el trabajo de integración curricular aquí descrito, así como el (los) producto(s) resultante(s) del mismo, son públicos y estarán a disposición de la comunidad a través del repositorio institucional de la Escuela Politécnica Nacional; sin embargo, la titularidad de los derechos patrimoniales nos corresponde a los autores que hemos contribuido en el desarrollo del presente trabajo; observando para el efecto las disposiciones establecidas por el órgano competente en propiedad intelectual, la normativa interna y demás normas.

DAYANARA ELIZABETH LÓPEZ LÓPEZ

MARY CASA VILLEGAS

ÍNDICE DE CONTENIDO

1	DESCRIPCIÓN DEL COMPONENTE DESARROLLADO	1
1.1	Objetivo general.....	2
1.2	Objetivos específicos.....	2
1.3	Alcance	2
1.4	Marco teórico	2
1.4.1	Los plaguicidas en el mundo y en el Ecuador	3
1.4.2	Beneficios de los plaguicidas	4
1.4.3	Peligros e impactos del uso de los plaguicidas	5
1.4.4	Nuevas tendencias en el control de plagas	7
2	METODOLOGÍA.....	9
2.1	Identificación de insecticidas en el Ecuador	9
2.2	Identificación de una alternativa biológica	9
2.3	Determinación de las condiciones de producción del microorganismo con potencial insecticida.....	9
3	RESULTADOS, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	11
3.1	Resultados	11
3.1.1	Insecticidas usados en el Ecuador.....	11
3.1.1.1	Categorización toxicológica de los Insecticidas	13
3.1.1.2	Uso de los insecticidas y principales cultivos agrícolas	15
3.1.1.3	Insectos plaga en los principales cultivos y sus Ingredientes activos ..	15
3.1.1.4	Importación de ingredientes activos de insecticidas	21
3.1.2	Alternativa Biológica	21
3.1.2.1	<i>Bacillus thuringiensis (Bt)</i>	23
3.1.2.2	Clasificación de las proteínas insecticidas de <i>B. thuringiensis</i>	26
3.1.2.3	Diversidad de proteínas insecticidas de <i>B. thuringiensis</i>	27
3.1.2.4	Genes de proteínas Cry	28
3.1.2.5	Estructura de las proteínas Cry	29
3.1.2.6	Mecanismo de acción de las toxinas Cry	31
3.1.2.7	Formulaciones de los bioinsecticidas de <i>B. thuringiensis</i>	34
3.1.2.8	Aplicaciones exitosas.....	35
3.1.3	Producción de <i>B. thuringiensis</i>	36
3.1.3.1	Métodos de fermentación	36
3.1.3.2	Requerimientos nutricionales.....	36
3.1.3.3	Medios de cultivo.....	38

3.1.3.4	Condiciones de cultivo	40
3.1.3.5	Recuperación del Insecticida Biológico	42
3.2	Conclusiones.....	44
3.3	Recomendaciones	45
4	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	46
5	ANEXOS.....	55

RESUMEN

Los productos químicos empleados para controlar plagas agrícolas son los plaguicidas. De ellos, los insecticidas son considerados como el grupo más perjudicial y su uso está ampliamente difundido en el Ecuador. En este trabajo se evaluó una alternativa biológica para el control de insectos plaga como opción potencial para reemplazar el uso de insecticidas en el Ecuador. Con base en la información recopilada mediante revisión bibliográfica, se identificaron 104 ingredientes activos (IA) de insecticidas destinados al control de insectos plaga en 106 cultivos, de estos, el arroz, banano, cacao, caña de azúcar, maíz duro, palma africana y rosa, son de interés en el país por la superficie sembrada y por su participación en las exportaciones. Se encontró que el insecto plaga *Spodoptera frugiperda*, lepidóptero del maíz, tiene un mayor número de IA registrados para su control. Como alternativa biológica se identificó a *Bacillus thuringiensis* (*Bt*), bacteria capaz de producir más de 800 proteínas Cry insecticidas para diferentes órdenes taxonómicos. La producción de *Bt* a gran escala se realiza en medios líquidos con materias primas de bajo costo que suplen las fuentes de carbono, nitrógeno y sales. El uso de harina de soya, almidón y agua de mar, como medio de cultivo, es una opción viable para la producción de esporas (38×10^8 esporas/mL) y δ -endotoxinas (2,80 g/L). Para la recuperación del bioinsecticida se plantean varios métodos que van desde ultrafiltración hasta precipitación ácida, cuya selección dependerá de la capacidad de inversión, volumen y eficacia del producto a alcanzar.

PALABRAS CLAVE: plaguicidas, insecticidas, alternativa biológica, *Bacillus thuringiensis*, proteínas Cry, δ -endotoxinas.

ABSTRACT

The chemicals used to control agricultural pests are pesticides. Of these, insecticides are considered the most harmful group and their use is widespread in Ecuador. In this work, a biological alternative for the control of insect pests was evaluated as a potential option to replace the use of insecticides in Ecuador. Based on the information compiled through a bibliographic review, 104 active ingredients (AI) of insecticides were identified for the control of insect pests in 106 crops, of these, rice, banana, cocoa, sugar cane, hard corn, African palm and rosa, are of interest in the country for the area planted and for their participation in exports. It was found that the insect pest *Spodoptera frugiperda*, lepidopteran of corn, has a higher number of AI registered for its control. As a biological alternative, *Bacillus thuringiensis* (*Bt*) was identified, a bacterium capable of producing more than 800 insecticidal Cry proteins for different taxonomic orders. Large-scale *Bt* production is carried out in liquid media with low-cost raw materials that supply carbon, nitrogen, and salt sources. The use of soybean meal, starch and seawater, as culture medium, is a viable option for the production of spores (38×10^8 spores/mL) and δ -endotoxins (2,80 g/L). For the recovery of the bioinsecticide, several methods are proposed, ranging from ultrafiltration to acid precipitation, whose selection will depend on the investment capacity, volume and efficacy of the product to be achieved.

KEYWORDS: pesticides, insecticides, biological alternative, *Bacillus thuringiensis*, Cry proteins, δ -endotoxins.

1 DESCRIPCIÓN DEL COMPONENTE DESARROLLADO

El sector agrícola al ser la fuente básica de alimentación humana y animal, tiene un papel muy importante en el progreso económico de los países. En el Ecuador, este sector junto con la silvicultura y caza forman el sector agropecuario, el cual contribuye con aproximadamente el 8 % al PIB nacional (SIPA, 2020), posicionándose en el cuarto sector económico más relevante del país (Sánchez et al., 2018). Actualmente, la agricultura tanto a nivel nacional como internacional, se ha visto comprometida con el empleo de insumos químicos sintéticos como los plaguicidas, con la intención de alcanzar altos rendimientos productivos y cubrir las necesidades de los países (Martinez & Huerta, 2018).

Por un lado, los plaguicidas facilitan el control de plagas y enfermedades en los cultivos, por el otro, el uso intensivo e indiscriminado con el que se ha manejado en el transcurso del tiempo ha generado ciertos problemas, comenzando por la resistencia en las plagas (Areco et al., 2019). Como solución, la industria agroquímica incrementa la dosis, la frecuencia de aplicación o la formulación de nuevos plaguicidas que incluso tienen principios activos de mayor toxicidad a fin de controlar las plagas agrícolas (Naranjo, 2017). No obstante, esta solución condujo a otros problemas, como la contaminación de los recursos suelo, agua y aire, además, de representar un riesgo en la salud tanto de los agricultores como de los consumidores (Aktar et al., 2009).

Los plaguicidas agrupan a varios productos químicos en función del organismo que se desea controlar, por ejemplo, los insecticidas, son empleados para el control de insectos plaga no deseados (Usta, 2013). A nivel mundial son de los más demandados, representan un porcentaje significativo, y en el Ecuador no es diferente (Segura, 2020). Además, este grupo es catalogado como el más peligroso por su nivel de toxicidad en la salud pública y por la persistencia en el ambiente (INIAP, 2011).

Los problemas suscitados por el uso de plaguicidas, han impulsado la investigación y aplicación de nuevas alternativas de control no químicas (SP-IPM, 2006). Las alternativas biológicas han cobrado interés en los últimos años, debido a su especificidad de control y seguridad con el ambiente y seres humanos (Costa et al., 2019). Actualmente, muchos microorganismos (bacterias y hongos) y virus se utilizan como agentes biológicos en el control de plagas (SP-IPM, 2006). En este componente se identificarán los insecticidas que se usan en el Ecuador, ingredientes activos, insectos plaga que controlan, cultivos a los que se destinan, y se identificará una opción biológica para el control del insecto plaga más representativo en los cultivos del Ecuador, las condiciones de crecimiento y recuperación de dicho bioinsecticida.

1.1 Objetivo general

Evaluar una alternativa biológica para el control de insectos plaga como opción potencial para reemplazar el uso de insecticidas en el Ecuador.

1.2 Objetivos específicos

1. Identificar los insecticidas usados en el Ecuador, los cultivos agrícolas a los que se destinan y los insectos que controlan.
2. Identificar una alternativa biológica para el control de insectos plaga en el Ecuador.
3. Determinar las condiciones de crecimiento y de recuperación del insecticida biológico.

1.3 Alcance

Se realizará una búsqueda bibliográfica para identificar los insecticidas empleados en los cultivos del Ecuador y cuáles son los insectos plaga que controlan en los cultivos. Con esta información, se identificará mediante revisión bibliográfica una alternativa biológica potencial para el control de dicha plaga, y finalmente, se determinarán las condiciones para la propagación y recuperación del material biológico.

1.4 Marco teórico

La agricultura a nivel global es considerada como una actividad importante dentro del marco económico de los países y por su aporte en la seguridad alimentaria. Actualmente, el sector agrícola está atravesando una crisis que pone en riesgo a países desarrollados y en vías de desarrollo, debido al incremento en la demanda de fertilizantes y plaguicidas, que desde los años 60 y 70 son la base del crecimiento agrícola (Hidalgo, 2017).

Estados Unidos, en los años 40, al sufrir una recesión económica por un déficit en la producción de alimentos como producto de la segunda guerra mundial, creó una política agraria conocida como revolución verde, cuyo fin era la promoción de la agricultura pasando de un modelo productivo tradicional a uno convencional (Hidalgo, 2017).

La revolución verde no solo implicó el uso de alta tecnología, sino un aumento masivo de monocultivos, es decir, una producción intensiva donde se destina una o varias hectáreas para un solo tipo de cultivo. Esto significó, que la productividad de la tierra debía ser mayor, por ende, se propagó un paquete tecnológico que incluye el uso de maquinaria pesada como tractores, la aplicación de grandes cantidades de agua y la utilización de semillas productivas, fertilizantes y plaguicidas de origen sintético, siendo este último uno de los más empleados (Martinez & Huerta, 2018).

1.4.1 Los plaguicidas en el mundo y en el Ecuador

La FAO define al término plaguicida como cualquier sustancia dirigida a evitar, repeler, captar, combatir o destruir cualquier plaga, comprendiendo especies animales, vegetales, microorganismos u otros organismos no deseados que atacan y afectan las plantaciones agrícolas (FAO, 2022a). Por ejemplo, dentro de los plaguicidas se encuentran los insecticidas, que son compuestos químicos o biológicos específicos para controlar los insectos plaga (Usta, 2013).

Los plaguicidas se usan ampliamente en todo el mundo y la demanda sigue en aumento con el fin de obtener altos rendimientos agrícolas provocado por el sistema de producción actual. Desde los años 1990 hasta el 2018 (Figura 1.1), el consumo histórico mundial de plaguicidas se intensificó en 79 %, pasando de 2,3 a 4,1 Mt, 11 países son los que conforman este porcentaje, por mencionar China, España, Brasil, Argentina, México y Ecuador. Este último pasó de consumir 2 537 t a 60 733 t de plaguicidas, lo que representa un aumento de aproximadamente 2000 % (CEDRSSA, 2020).

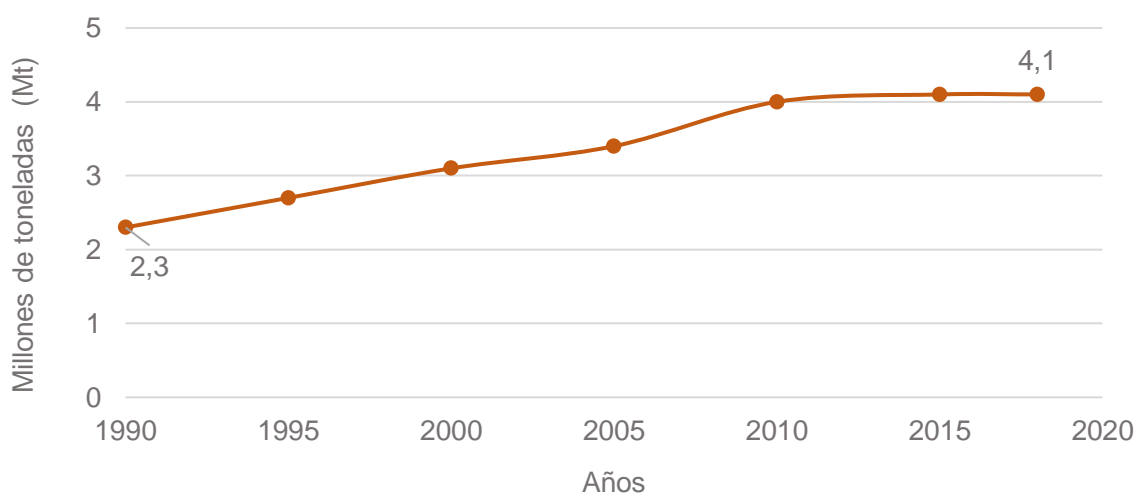


Figura 1.1. Consumo de plaguicidas a nivel mundial desde 1990 hasta 2018 (CEDRSSA, 2020).

De acuerdo con el último registro del uso de plaguicidas publicado por la FAO, en el año 2019 el consumo global de plaguicidas fue de 4,17 Mt, el 17 % de este consumo correspondió a insecticidas. En Ecuador para el mismo año el consumo fue de 34 mil toneladas, de las cuales el 19 % corresponde a insecticidas (FAO, 2022b). A pesar de que los insecticidas no representan el porcentaje mayoritario dentro de los plaguicidas en el Ecuador, son considerados como el grupo más perjudicial por ser los más duraderos en el medio ambiente y de mayor toxicidad para el ser humano (INIAP, 2011).

1.4.2 Beneficios de los plaguicidas

Los plaguicidas sintéticos fueron creados a partir de la necesidad de controlar las plagas agrícolas, muchos agricultores sufrían pérdidas en los cultivos, como resultado, la producción agrícola era baja al igual que el valor de la cosecha y la calidad de los productos se veía comprometida. Los plaguicidas se convirtieron en el mejor medio de protección para los cultivos (CEDRSSA, 2020). Por ejemplo, la producción mundial de cereales en 1948 y 1949 se situaba en 50 Mt, pero a finales de 1996 y 1997 se cuadruplicó hasta 198 Mt en un aproximado de 169 millones de hectáreas. Este resultado se logró con la incorporación de variedades de semillas de alto rendimiento que aumentaron la producción por hectárea cultivada, con la instalación de sistemas de riego y en gran parte por la aplicación de plaguicidas, lo que convirtió a la revolución verde en una herramienta útil para reducir el hambre en el mundo (Aktar et al., 2009).

Actualmente, se estima que las plagas en la agricultura pueden ocasionar daños que van del 40 % al 48 % de la producción de alimentos (MAGAP, 2017). En el Ecuador, según el análisis realizado por la Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC) durante los años 2014 al 2018 (Figura 1.2), 5 son las principales causas de pérdidas en los cultivos, de las cuales, las plagas se constituyen como la mayor causa de pérdidas, están alcanzan un porcentaje de hasta el 40 % (ESPAC, 2018).

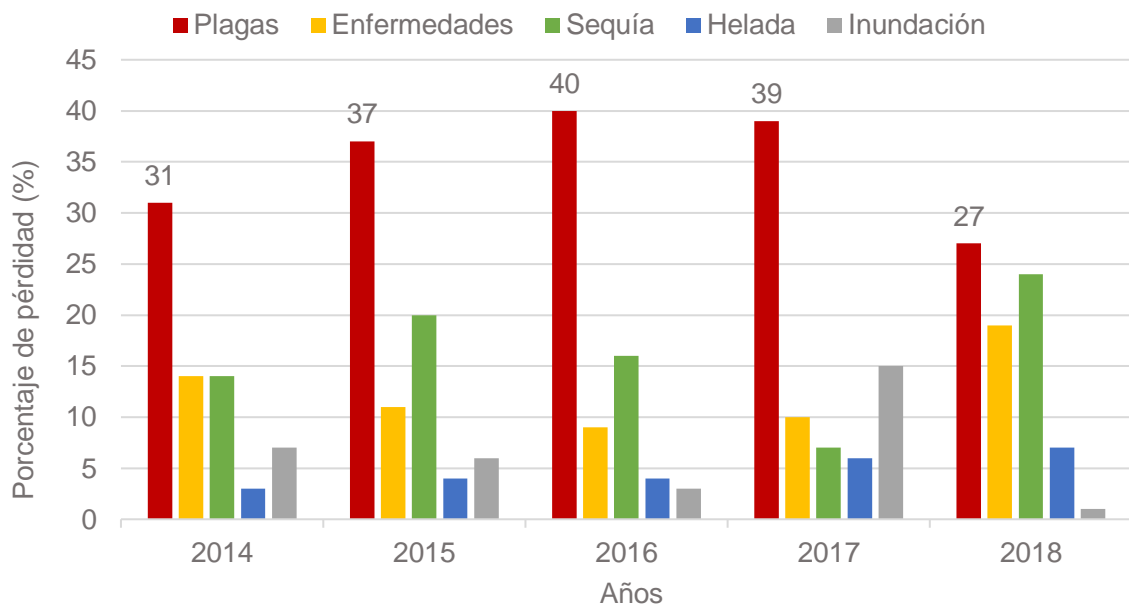


Figura 1.2. Principales causas de pérdidas en los cultivos (ESPAC, 2018).

1.4.3 Peligros e impactos del uso de los plaguicidas

Si bien, el uso de plaguicidas resultó útil, con el transcurso del tiempo pasaron a ser los responsables del surgimiento de nuevas plagas, tal es el caso de Brasil, que durante los años 1963 hasta 1973, el número de plagas se intensificó de 243 a 593, y de igual forma la utilización de productos químicos para el control pasó de 16 a 78 mil toneladas, evidenciando claramente una relación positiva entre el consumo de plaguicidas y el incremento de las plagas (Ceccon, 2008).

La problemática radica en que muchas plagas generan resistencia a los químicos con el tiempo, es decir, desarrollan mutaciones genéticas que permiten su perpetuación, provocando a la larga que el producto sea ineficiente. Por ejemplo, después de la segunda guerra mundial, el insecticida organoclorado DDT (Dicloro Difenil Tricloroetano) se utilizó contra *Cydia pommonella* (Lepidóptera), pero al cabo de unos años esta especie se volvió resistente (Areco et al., 2019).

Como consecuencia, las industrias agroquímicas intensifican la dosis o la frecuencia de aplicación del producto para conseguir el control de las plagas (Naranjo, 2017), esto, sumado al uso antitécnico e indiscriminado de plaguicidas en los cultivos por los agricultores, han provocado varios problemas como la contaminación del suelo, de aguas superficiales y subterráneas, erosión, infertilidad, reducción de actividad microbiana, deficiencia de nutrientes en el suelo y muerte de insectos benéficos y otros seres vivos del lugar (Aktar et al., 2009).

Por lo general, cuando los plaguicidas son aplicados a los cultivos, aproximadamente el 1 % alcanza al objetivo, 25 % se retiene en el follaje, 30 % queda en el suelo y el 44 % sobrante se disipa en el ambiente y se filtra por escorrentía y lixiviación a las fuentes de agua (Aviaga, 2016). Por esto, aparte de los problemas bioecológicos y medioambientales ocasionados, existen otros impactos como problemas de salud y la presencia de residuos agrotóxicos en productos alimenticios (Aktar et al., 2009).

Hoy en día, existe evidencia de que los plaguicidas son tóxicos para los seres humanos y el uso indebido genera efectos negativos severos en la salud a largo plazo, sobre todo en países en desarrollo porque los agricultores no cuentan con la suficiente información sobre dosis de aplicación, es decir, falta de capacitación técnica, no leen las etiquetas de los productos que son fuente de instrucción de seguridad o no tienen el equipo adecuado de protección personal (EPP) (Naranjo, 2017). Considerando que las vías de ingreso de restos de agroquímicos pueden ser respiratoria, dérmica y digestiva, al no usar EPPs, representa un riesgo en la salud sobre todo para los principales grupos poblacionales vulnerables, lo cual se agrava con la frecuencia de la exposición a los plaguicidas y la toxicidad de la sustancia (Ulibarry, 2019).

Algunos estudios han demostrado que enfermedades como Parkinson, cáncer, asma, leucemia, neuropsicológicas y cognitivas pueden estar relacionadas con la exposición a plaguicidas (Ulibarry, 2019). Un estudio realizado en Chile en el año 2018 demostró que existe una relación positiva entre los plaguicidas, especialmente por organofosforados (OP) con el desarrollo de una enfermedad neurológica llamada polineuropatía periférica (Grillo, 2018).

Aparte de las enfermedades, los plaguicidas pueden producir intoxicaciones y consecuentemente daños en la piel y en sistemas como el reproductivo, gastrointestinal, renal, nervioso y cardiopulmonar (MSP, 2020). En el Ecuador, el Ministerio de Salud Pública, reportó el número de casos por intoxicación de plaguicidas desde el año 2016 hasta 2020 como se muestra en la Figura 1.2, si bien, se observa una tendencia decreciente, esto no deja de ser preocupante. De los 216 casos reportados en el último año, alrededor de 90 corresponden a intoxicación por insecticidas perteneciente a grupos químicos OP, carbamatos, y piretroides (MSP, 2020).

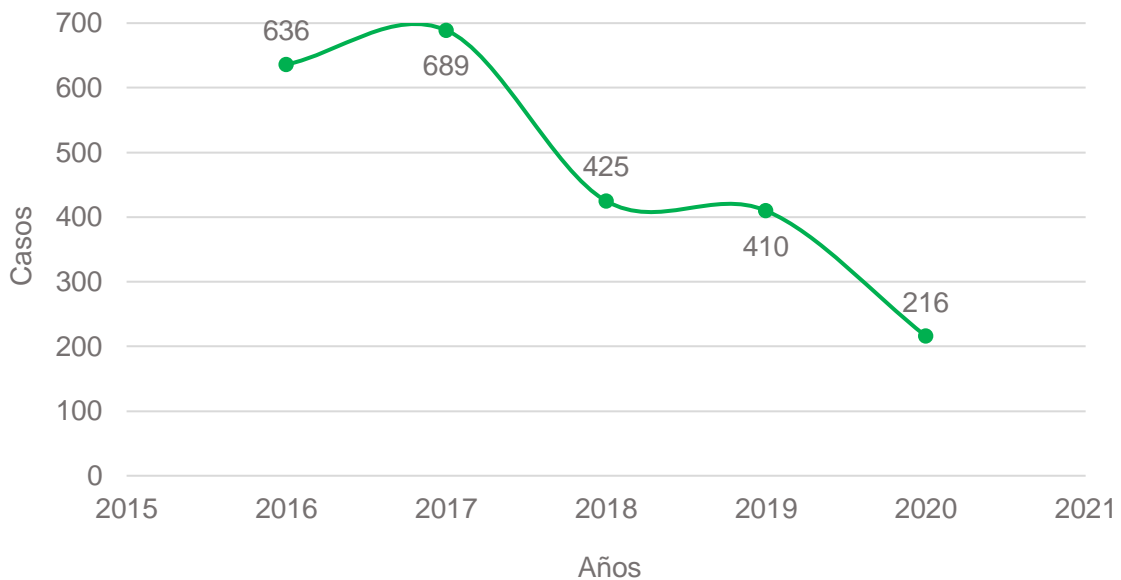


Figura 1.3. Casos de intoxicación por plaguicidas en Ecuador por año (MSP, 2020).

Por los problemas y peligros que suscitan estos insumos, en el mundo se han prohibido 152 plaguicidas contemplados como altamente peligrosos (Rainforest, 2017). Por ejemplo, el insecticida DDT que fue usado en Europa y América del Norte desde los años 1940 y 1950, fue cancelado principalmente en cultivos de maíz, por evidencias de persistencia, efectos tóxicos y acumulación de restos de sustancia en la cadena alimentaria (SP-IPM, 2006). Ecuador no es la excepción, de acuerdo con el último reporte de Agrocalidad, 49 plaguicidas se encuentran prohibidos, entre ellos insecticidas como el Endosulfán por ser un contaminante orgánico persistente, catalogando como peligroso para la salud y el ambiente (Agrocalidad, 2021).

1.4.4 Nuevas tendencias en el control de plagas

En vista de la problemática que atraviesan los sistemas agrarios por el uso intensivo de los plaguicidas y que dentro de ellos aún se siguen empleando insecticidas extremadamente peligrosos, surge la necesidad de buscar alternativas no químicas más amigables con el medio ambiente y que no representen un riesgo para la salud (MAGAP, 2017).

Hoy por hoy, se han desarrollado alternativas biológicas para el control de plagas, como el uso de enemigos naturales ya sea depredadores, parasitoides u otras especies que se alimentan de insectos; la aplicación de extractos de plantas que presentan propiedades biocidas; el empleo de feromonas sexuales como trampas de plagas o el uso de microorganismos como ingredientes activos en la formulación de sustancias con función plaguicida (SP-IPM, 2006). La creación de estas opciones se fundamenta en los

conocimientos ancestrales combinados con el desarrollo tecnológico de la ciencia moderna y principio de Manejo Integrado de Plagas (MIP). El MIP es la aplicación de un conjunto de técnicas disponibles para el manejo y control de plagas agrícolas, que integra medidas de control biológico, cultural y químico (MAGAP, 2017).

Entre las principales ventajas de estas alternativas se encuentra la especificidad (afectan únicamente a la plaga objetivo), son de menor impacto ambiental porque en general son menos tóxicos que los plaguicidas convencionales, son biodegradables, es decir, de descomposición rápida evitando problemas de contaminación y son eficaces (Costa et al., 2019).

2 METODOLOGÍA

2.1 Identificación de insecticidas en el Ecuador

Para la identificación de los insecticidas en el Ecuador se empleó como fuente de información la base de datos de productos plaguicidas de la Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario (Agrocalidad). De la base de datos se extrajo información referente de los insecticidas en estado vigente como nombres comerciales, ingredientes activos, insectos plaga y cultivos.

De todos los cultivos a los cuales se aplican los insecticidas se seleccionó a siete de ellos, en vista de que tienen el mayor número de hectáreas sembradas y por su aporte económico dentro de las exportaciones del país. Esta información se obtuvo de la Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC) y del Sistema de Información Pública Agropecuaria (SIPA).

Para los cultivos considerados como principales se identificaron los insectos que atacan y el número de ingredientes activos que se usan para su control. Esto permitió identificar al insecto plaga más importante, con base en la mayor cantidad de principios activos registrados para su control. Por otra parte, para determinar los ingredientes activos de insecticidas que Ecuador importa, se buscó información sobre las importaciones realizadas de los insecticidas durante los últimos años en la página web de TRADEMAP.

2.2 Identificación de una alternativa biológica

La selección de la alternativa biológica consistió en la identificación de un microorganismo descrito en la bibliografía con capacidad para controlar al insecto plaga más importante antes identificado. La búsqueda de información se orientó hacia estudios y experimentaciones *in vivo* que hayan comprobado la potencia insecticida tanto a nivel laboratorio como en campo en diferentes zonas geográficas. Adicionalmente, se empleó el banco de datos de Agrocalidad, para identificar los insecticidas biológicos que se encuentran registrados en el Ecuador y que se usan en la agricultura local.

2.3 Determinación de las condiciones de producción del microorganismo con potencial insecticida

Se realizó una búsqueda bibliográfica en artículos científicos que hayan realizado experimentaciones para la producción del agente biológico a nivel de cepas, medios de cultivo, condiciones y escalas de producción. Luego, la identificación del medio de cultivo óptimo para la propagación del microorganismo, se basó en los reportes de rendimiento y de si los componentes que lo integran son relativamente baratos y de fácil adquisición local. Del mismo modo, para determinar los métodos de recuperación del insecticida biológico, se realizó una búsqueda bibliográfica de varios estudios cuyas experimentaciones analizaban y comparaban la eficacia entre métodos, ventajas, desventajas e inversión.

3 RESULTADOS, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

3.1 Resultados

En el Ecuador, a lo largo de los años los insectos plaga se han controlado de forma tradicional con métodos químicos, es decir, la aplicación de insecticidas sintéticos como forma de protección de los cultivos (MAGAP, 2017).

En la Figura 3.1, se muestra un registro histórico sobre el uso de insecticidas químicos en el Ecuador desde el año 1990 hasta el 2019. En ese periodo se pasó de utilizar 450 t a 6599 t. El año 2005 fue el pico más alto de consumo con 14357 t. A pesar de que en ciertos periodos de tiempo existió un descenso en la curva, la tendencia predominante es creciente y se teme que siga en aumento (FAO, 2022b).

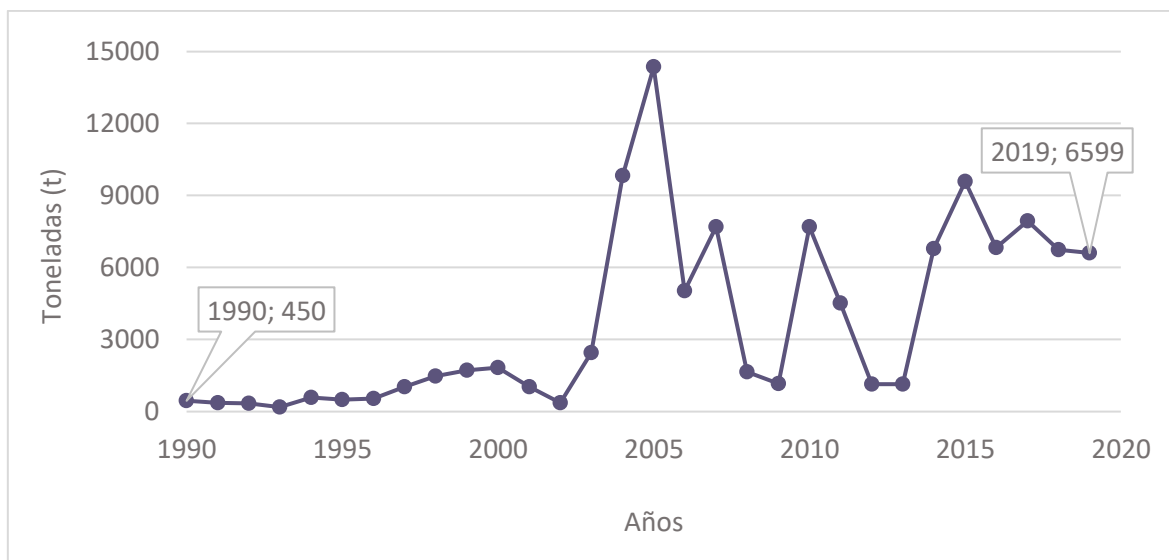


Figura 3.1. Evolución del uso de insecticidas en Ecuador, año 1990-2019 (FAO, 2022b).

3.1.1 Insecticidas usados en el Ecuador

Los insecticidas se clasifican dependiendo de la familia química a la que pertenecen y por el modo de acción como se detalla en el ANEXO 1. De acuerdo al grupo químico, los organofosforados (OP), carbamatos (C), organoclorados (OC) y piretroides (P), son los cuatro grupos más importantes y dentro de cada uno de ellos se encuentra una amplia variedad de ingredientes o principios activos que son empleados en la formulación de los insecticidas (Hidalgo, 2017).

En el último reporte de insumos agrícolas de Agrocalidad, 737 insecticidas químicos con diferentes nombres comerciales (NC) se encuentran registrados hasta el año 2022 en estado Vigente y son empleados para el control de un gran número de insectos plaga que atacan a los cultivos (Agrocalidad, 2022). Dentro del registro de insecticidas, se encuentran productos inscritos con un solo ingrediente activo (IA) o con más de uno. La situación de los insecticidas referente a su composición, se muestra de forma breve en la Figura 3.2.

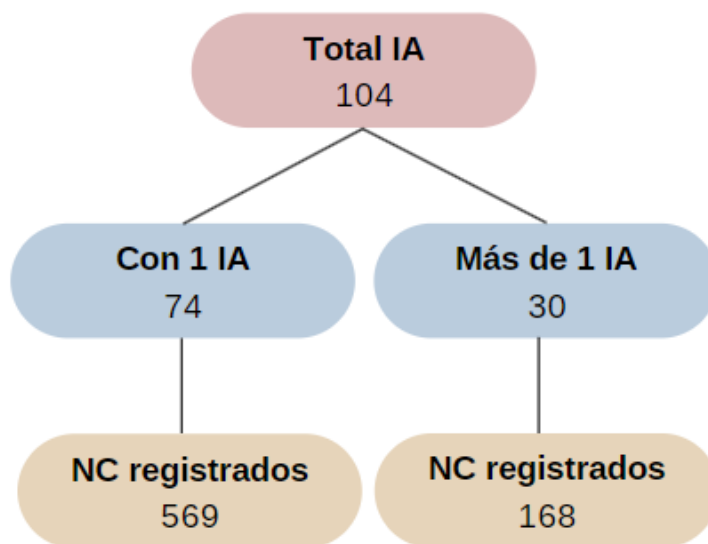


Figura 3.2. Clasificación de los insecticidas registrados en Agrocalidad según los ingredientes activos y número de nombres comerciales.

Cómo se observa en la Figura 3.2, en total se encontraron 104 IA de insecticidas vigentes en Ecuador, de estos, 74 formulados tienen en su composición solamente un IA, mientras que, los 30 restantes corresponden a una mezcla de más de un IA. La gran cantidad de nombres comerciales se debe a que muchos de los ingredientes o principios activos independientemente de tener la misma o diferente concentración y tipo de formulación, han sido inscritos más de una vez con distinto número de registro (Agrocalidad, 2022). El detalle de los ingredientes activos se encuentra en el ANEXO 2.

En la Figura 3.3, se muestran los principales IA, ya sea que se encuentren solos o combinados, para los cuales se registra la mayor cantidad de nombres comerciales de insecticidas.

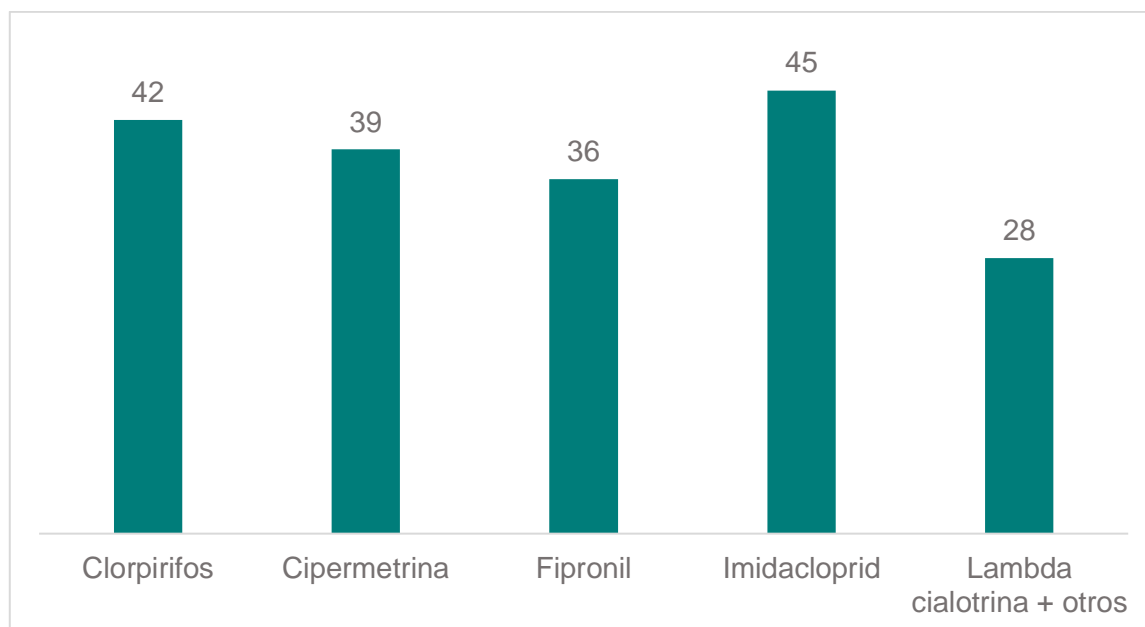


Figura 3.3. Ingredientes activos con mayor número de nombres comerciales registrados en Ecuador.

Como se observa en la Figura 3.3, el principio activo Imidacloprid de la familia química Neonicotinoides, es el insecticida que se distribuye con el mayor número nombres comerciales, seguido de Clorpirifos. Las concentraciones para este principio varían desde 1 g/L hasta 727 g/L y se encuentra dirigido para 32 cultivos entre ellos fréjol, arroz, tomate riñón y arveja, cultivos que a su vez son atacados por un gran número de insectos plaga como se muestra en el ANEXO 2.

3.1.1.1 Categorización toxicológica de los Insecticidas

La Organización Mundial de la Salud (OMS), clasifica a los plaguicidas según su nivel de toxicidad, estableciendo las categorías que se muestran en la Tabla 3.1.

Tabla 3.1. Clasificación de los plaguicidas según la OMS (OMS, 2020).

Categoría toxicológica	Interpretación
Ia	Extremadamente peligrosos
Ib	Altamente peligrosos
II	Moderadamente peligrosos
III	Ligeramente peligrosos
IV	No presentan riesgos

En la Figura 3.4, se muestra de forma resumida la clasificación toxicológica de los 104 principios activos de insecticidas.

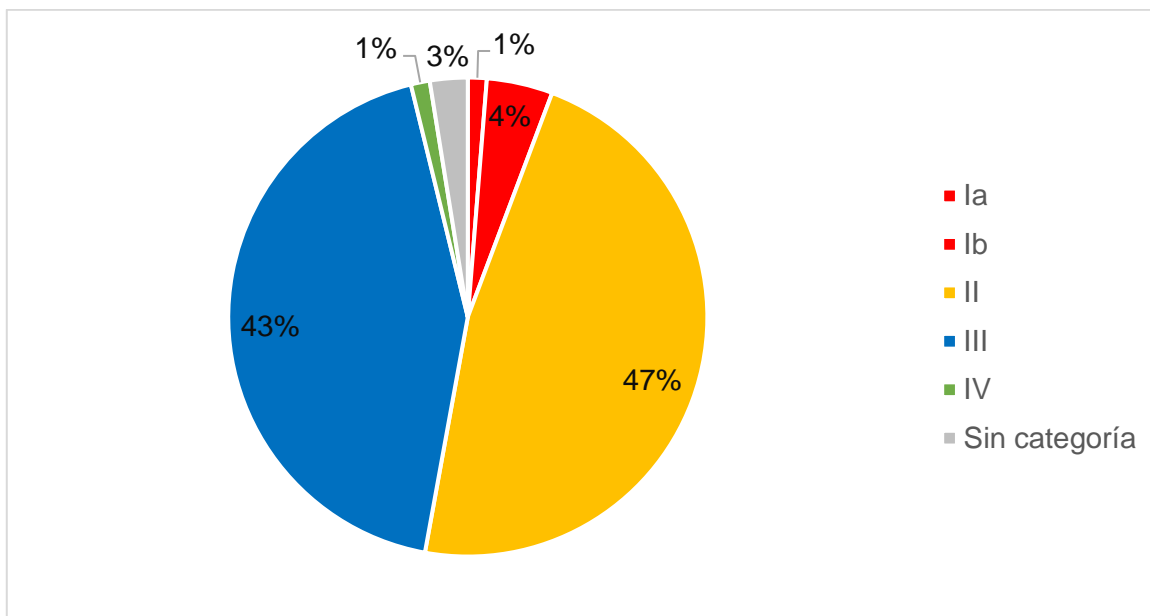


Figura 3.4. Clasificación toxicológica de los ingredientes activos de los insecticidas registrados en el Ecuador.

De acuerdo con la clasificación toxicológica, en la Figura 3.4, se observa que la mayor cantidad de IA se centran en las categorías II y III, representado con el 47 % y 43 %, respectivamente. Los IA pertenecientes a la categoría II se definen como moderadamente peligrosos, esto significa, que resultan tóxicos en el caso de ingestión y por contacto con la piel (Syngenta, 2020). Cipermetrina dirigida para el control del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en cultivos de maíz y arroz pertenece a la categoría II y es el principio activo con mayor número de NC registrados (Agrocalidad, 2022).

Por otra parte, los IA correspondientes a la categoría III son ligeramente peligrosos, es decir, que resultan nocivos en caso de ingestión y contacto dérmico (Syngenta, 2020). El IA predominante de esta categoría es Acefato del grupo químico organofosforado, destinado especialmente para el control de la mosca blanca (*Bemisia tabaci*) en tomate riñón (Agrocalidad, 2022).

Casi todos los NC de insecticidas registrados en estado Vigente, pertenecen a las categorías II y III, 460 y 245, respectivamente (Agrocalidad, 2022). Cabe resaltar, que aún existen IA registrados en las categorías Ia y Ib, las cuales se consideran muy peligrosas al ser son mortales si se ingieren o entran en contacto con la piel (Syngenta, 2020). Dentro de estas categorías se encuentran 9 IA que se distribuyen bajo 23 nombres comerciales. El principio activo más común es Metomilo que pertenece al grupo químico de carbamatos (IRAC, 2022), y solo de este, se encuentra 14 NC, en su mayoría para el control del gusano cogollero (*S. frugiperda*) en cultivo de maíz (Agrocalidad, 2022).

3.1.1.2 Uso de los insecticidas y principales cultivos agrícolas

De los 737 NC de insecticidas registrados en Agrocalidad, 1 no especifican el uso, mientras que, 736 se destinan al control de plagas en 106 cultivos, entre ellos, cereales, hortalizas, frutales, tubérculos, leguminosas, entre otros, (ANEXO 2).

De los 106 cultivos que se encuentran registrados, siete, entre cultivos permanentes y transitorios, son de especial interés, ya sea por el número de hectáreas sembradas o por su impacto en la economía nacional. Los cultivos de arroz, banano, cacao, caña de azúcar, maíz duro y palma africana, ocupan la mayor superficie sembrada. De acuerdo con la Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua solamente el cultivo de cacao para el año 2021, representó alrededor del 42 % de la superficie nacional total plantada. Por otra parte, los cultivos de banano, cacao y rosas, son de los rubros agrícolas más representativos dentro de la economía ecuatoriana, y encabezaron la lista de los principales productos de exportación no petrolera durante el año 2021 (SIPA, 2022a), con una contribución al Valor Agregado Bruto (VAB) agropecuario de 17,4 %, 6,9 % y 6,9 % por parte de banano, rosas y cacao, respectivamente (SIPA, 2022b).

En la Tabla 3.2, se muestra la superficie sembrada de los cultivos antes mencionados con su respectiva producción.

Tabla 3.2. Superficie plantada y producción de los principales cultivos del Ecuador en el año 2021 (ESPAC, 2022).

N°	Cultivo	Superficie plantada (ha)	Producción (Tm)
1	Arroz	342 967	1'504 214
2	Banano	167 893	6'684 916
3	Cacao	527 347	302 094
4	Caña de azúcar	130 677	11'372 505
5	Maíz duro	373 587	1'699 370
6	Palma africana	225 575	2'418 855
7	Rosas	6 052	3'648 998*

* La producción de las rosas se reporta en millones de tallos cortados.

3.1.1.3 Insectos plaga en los principales cultivos y sus Ingredientes activos

Los insectos plaga que atacan a los cultivos de arroz, banano, cacao, caña de azúcar, maíz duro, palma africana y rosas, el número de ingredientes activos dirigidos para su control y el orden taxonómico al que pertenecen los insectos se detallan en la Tabla 3.3.

Tabla 3.3. Insectos plaga que atacan a los principales cultivos en el Ecuador.

Cultivo	Insecto Plaga	# IA	Orden
Arroz	<i>Sitophilus oryzae</i>	3	Coleóptera
	<i>Hydrellia wirthi</i>	2	Díptera
	<i>Hydrellia sp.</i>	22	
	<i>Bemisia tabaci</i>	1	Hemíptera
	<i>Oebalus insularis</i>	1	
	<i>Oebalus ornatus</i>	11	
	<i>Oebalus sp.</i>	1	
	<i>Sogatodes oryzicola</i>	4	
	<i>Tagosodes oryzicolus</i>	16	
	<i>Agrotis ipsilon</i>	1	Lepidóptera
	<i>Diatraea saccharalis</i>	7	
	<i>Rupela albinella</i>	4	
	<i>Spodoptera frugiperda</i>	29	
	<i>Syngamia sp.</i>	1	
<i>Gryllotalpa hexadactyla</i>	3	Ortóptera	
Banano	<i>Cosmopolites sordidus</i>	3	Coleóptera
	<i>Colaspis submetallica</i>	1	Hemíptera
	<i>Dysmicoccus neobrevipes</i>	2	
	<i>Dysmicoccus brevipes</i>	1	
	<i>Dysmicoccus sp.</i>	2	
	<i>Pseudococcus elisae</i>	1	
	<i>Aleurothrixus floccosus</i>	4	Tisanóptera
	<i>Frankliniella parvula</i>	5	
	<i>Chaetanaphothrips signipennis</i>	4	
<i>Chaetanaphothrips orchidii</i>	1		
Cacao	<i>Cryptolestes ferrugineus</i>	1	Coleóptera
	<i>Atta cephalotes</i>	1	Himenóptera
	<i>Toxoptera aurantii</i>	3	Homoptera
	<i>Cadra cautella</i>	2	Lepidóptera
	<i>Ephestia kuehniella</i>	1	
	<i>Stenoma cecropia</i>	1	
Caña de azúcar	<i>Sipha flava</i>	1	Hemíptera
Maíz	<i>Sitophilus granarius</i>	1	Coleóptera
	<i>Sitophilus zeamais</i>	1	
	<i>Liriomyza huidobrensis</i>	1	Díptera
	<i>Aphis maidis</i>	1	Hemíptera
	<i>Rhopalosiphum maidis</i>	1	
	<i>Dalbulus maidis</i>	7	Homoptera
	<i>Agrotis ipsilon</i>	4	Lepidóptera
	<i>Diatraea saccharalis</i>	1	
	<i>Helicoverpa zea</i>	1	
<i>Spodoptera frugiperda</i>	42		
Palma africana	<i>Demotispa pallida</i>	1	Coleóptera
	<i>Sagalassa valida</i>	6	Lepidóptera
	<i>Stenoma cecropia</i>	1	
Rosa	<i>Macrosiphum euphorbiae</i>	2	Hemíptera
	<i>Macrosiphum rosae</i>	3	
	<i>Trialeurodes vaporariorum</i>	1	
	<i>Myzus persicae</i>	5	Homoptera
	<i>Frankliniella occidentalis</i>	41	Tisanóptera
	<i>Thrips spp.</i>	2	

Nota. Se muestra en amarillo a los insectos plaga para los cuales se registra mayor cantidad de IA para su control.

En la Tabla 3.3, se observa que para el control de los insectos plaga *Spodoptera frugiperda*, *Frankliniella parvula*, *Toxoptera aurantii*, *Sipha flava*, *Sagalassa valida* y *Frankliniella occidentalis*, respecto al resto de insectos, tienen un mayor número de IA registrados, cuyo detalle se encuentra en la Tabla 3.4, entre ellos, los IA para el control de *S. frugiperda* del cultivo de maíz son mayoritarios.

Tabla 3.4. Ingredientes activos para el control de plagas en los principales cultivos del Ecuador.

Cultivo	Insecto plaga	Principios Activos
Arroz	<i>Spodoptera frugiperda</i>	- Acefato
		- Acefato + Imidacloprid
		- Acetamiprid + Alfa-cipermetrina
		- Acetamiprid + Benzoato de emamectina
		- Acetamiprid + Novalurón
		- Alfa cipermetrina
		- Beta ciflutrina
		- Benzoato de emamectina
		- Benzoato de emamectina + Lunefurón
		- Clorfenapir + Benzoato de emamectina
		- Clorantraniliprol
		- Clorantraniliprol + Tiametoxam
		- Clorpirifos
		- Cipermetrina
		- Cipermetrina + Clorpirifos
		- Deltametrina
		- Diazinón
		- Diflubenzurón
		- Diflubenzurón + Lambda cialotrina
		- Etofenprox
		- Gamma cialotrina
		- Imidacloprid
		- Imidacloprid + Tiodicarb
- Imidacloprid + Lambda cialotrina		
- Lambda cialotrina		
- Metomilo		
- Metoxifenocide		
- Permetrina		
- Profenofós		
- Spinetoram		
- Triazofós		
- Zeta cipermetrina		
Banano	<i>Frankliniella parvula</i>	- Bifentrina
		- Bifentrina + Buprofezin
		- Bifentrina + Imidacloprid
		- Clorpirifos
		- Imidacloprid
Cacao	<i>Toxoptera aurantii</i>	- Piriproxifen
		- Bifentrina + Imidacloprid
		- Imidacloprid + Lambda cialotrina
Caña de azúcar	<i>Sipha flava</i>	- Lambda cialotrina + Tiametoxam
		- Tiametoxam

Cultivo	Insecto plaga	Principios Activos
Maíz	<i>Spodoptera frugiperda</i>	- Acefato
		- Acetamiprid + alfa cipermetrina
		- Acetamiprid + Benzoato de emamectina
		- Acetamiprid + Indoxacarbo
		- Alfa cipermetrina
		- Benfucarb
		- Benzoato de emamectina
		- Benzoato de emamectina + Lunefurón
		- Bifentrina + Lunefurón
		- Bifentrina + Novalurón
		- Carbaril
		- Clorantraniliprol
		- Clorantraniliprol+ Lambda cialotrina
		- Clorantraniliprol + Tiametoxam
		- Clorfenapir + Benzoato de emamectina
		- Clorfluazurón
		- Clorpirifos
		- Clotianidín + Clorantraniliprol
		- Cipermetrina
		- Cipermetrina + Clorpirifos
		- Deltametrina
		- Diflubenzurón
		- Diflubenzurón + Lambda cialotrina
		- Flubendiamide
		- Fipronil + Lambda cialotrina
		- Imidacloprid
		- Imidacloprid + Tiodicarb
		- Imidacloprid + Lunefurón
		- Imidacloprid + Lambda cialotrina
		- Indoxacarbo
		- Lambda cialotrina
		- Lambda cialotrina + Lunefurón
		- Lambda cialotrina + Tiametoxam
		- Lunefurón
		- Lunefurón + Profenofós
		- Lunefurón + Tiodicarb
		- Malatión
		- Metomilo
		- Novalurón
		- Permetrina
- Profenofós		
- Piridalil		
- Spinetoram		
- Tebufenozid		
- Tetraniliprole		
- Tiametoxam + Tiodicarb		
- Tiociclám		
- Tiociclám oxalato de hidrógeno		
- Tiodicarb		
- Tiodicarb + Triflumuron		
Palma africana	<i>Sagalassa valida</i>	- Benfucarb
		- Bifentrina + Imidacloprid
		- Carbosulfán

Cultivo	Insecto plaga	Principios Activos
		- Diflubenzurón
		- Lambda cialotrina + Tiametoxam
		- Piridalil
		- Abamectina
		- Acefato
		- Acetamiprid
		- Acetamiprid + Piriproxifen
		- Acetamiprid + Benzoato de emamectina
		- Acetamiprid + Fipronil
		- Alfa cipermetrina + Dinotefuran
		- Benfucarb
		- Beta ciflutrina + Imidacloprid
		- Bifentrina + zeta cipermetrina
		- Bifentrina + Fipronil
		- Bifentrina + Imidacloprid
		- Captan hydrochloride
		- Cartap hydrochloride
		- Clorfenapir
		- Clotianidina
		- Clotianidina + Pimetrozina
		- Ciantraniliprol + Pimetrozina
		- Ciflutrina + Imidacloprid
		- Cialodiamida
		- Deltametrina
		- Diazinón
		- Diflubenzurón + Lambda cialotrina
		- Dimetoato
		- Dinotefurán
		- Espinosad
		- Fipronil
		- Fipronil + Tiametoxam
		- Fipronil + Imidacloprid
		- Flupiradifurona
		- Formetanato
		- Fosfuro de magnesio
		- Gamma cialotrina
		- Imidacloprid
		- Imidacloprid + Lambda cialotrina
		- Lambda cialotrina
		- Lambda cialotrina + Tiametoxam
		- Metiocarb
		- Nitenpiram + Pimetrozina
		- Piretrina
		- Piridalil
		- Piriproxifen
		- Spinoteram + Sulfoxaflor
		- Spirotetramat + Tiametoxam
		- Tiametoxam
		- Tiociclam oxalato de hidrógeno
Rosa	<i>Frankliniella occidentalis</i>	

Con respecto al orden taxonómico los insectos que pertenecen a cierto orden comparten una característica en común, como su hábito alimenticio. Los insectos que pertenecen a los órdenes Homoptera, Hemíptera y Tisanóptera son chupadores, se alimentan por succión de jugos vegetales, es decir, de la savia, como resultado, debilitan a los cultivos y además atraen enfermedades fúngicas. Los miembros de los órdenes Coleóptera, Lepidóptera y Ortóptera son masticadores, es decir, cortan o trituran el tejido vegetal, con lo cual dañan no solo el sistema foliar, sino también flores y frutos, lo que afecta a la calidad de los productos. Por último, los insectos barrenadores de los órdenes Díptera, Hemíptera, Lepidóptera y Coleóptera, minan o taladran el tejido vegetal, debilitan el sistema foliar, perforan los frutos, comprometiendo su calidad (MAGAP, 2017).

En la Figura 3.6, se muestra la distribución toxicológica de los IA mencionados en la Tabla 3.4. La mayoría de los IA se concentra entre las categorías II y III, mientras que, en las categorías Ia y Ib de extrema toxicidad se encuentran muy pocos IA, en la categoría Ia, se encuentra Fosfuro de magnesio aplicado en rosa para el control de *Frankliniella occidentalis* y en la categoría Ib Cipermetrina + Clorpirifos y Metomilo que se aplican en arroz, y Lambda cialotrina, Metomilo, Lambda cialotrina + Lunefurón y Tiodicarb para el cultivo de maíz. En ambos cultivos, los IA se aplican para el control de *S. frugiperda* (Agrocalidad, 2022).

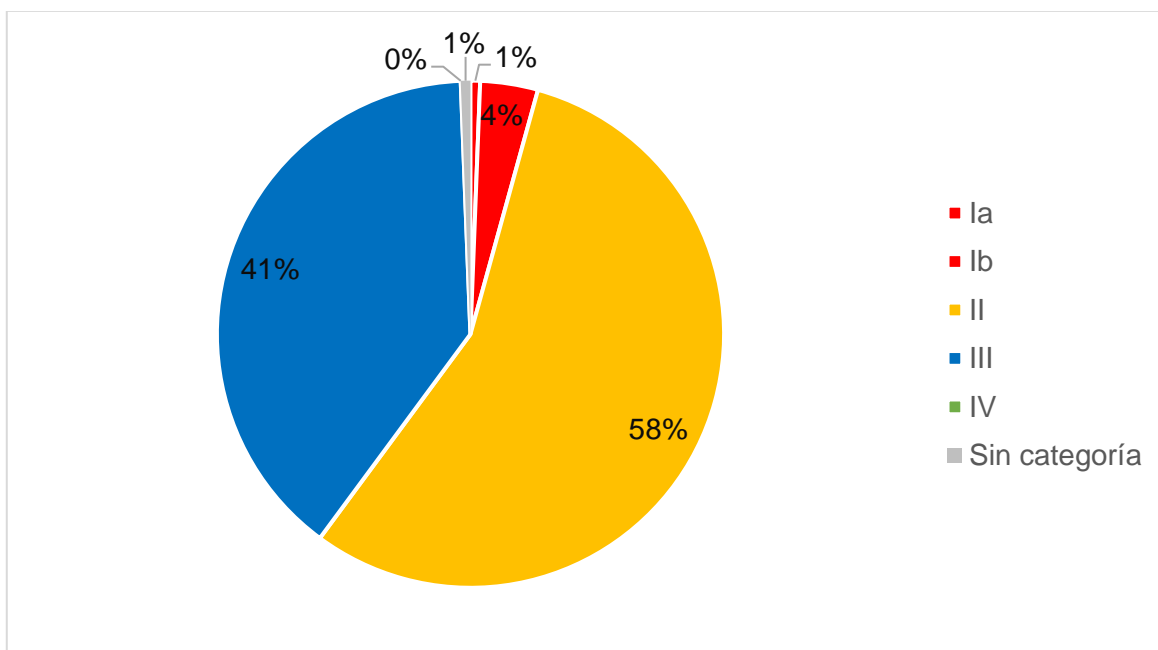


Figura 3.5. Clasificación toxicológica de los insecticidas agrícolas en Ecuador, 2022.

3.1.1.4 Importación de ingredientes activos de insecticidas

En las estadísticas de importación de TRADEMAP (2022), se reporta la cantidad de insecticidas importados en el Ecuador entre 2017 y 2021, como se muestra en la Figura 3.6. La cantidad importada que se declara, considera a 12 ingredientes activos que son: Alfa cipermetrina, Bendiocarb, Bifentrina, Clorfenapir, Ciflutrina, Deltametrina, Etofenprox, Fenitrotión, Lambda cialotrina, Malatión, Pririmifos metilo, y Propoxur. Las importaciones de Ecuador respecto a estos productos, representan el 2,1 % de las importaciones mundiales y los principales países proveedores son Colombia, China, Brasil y Bulgaria.

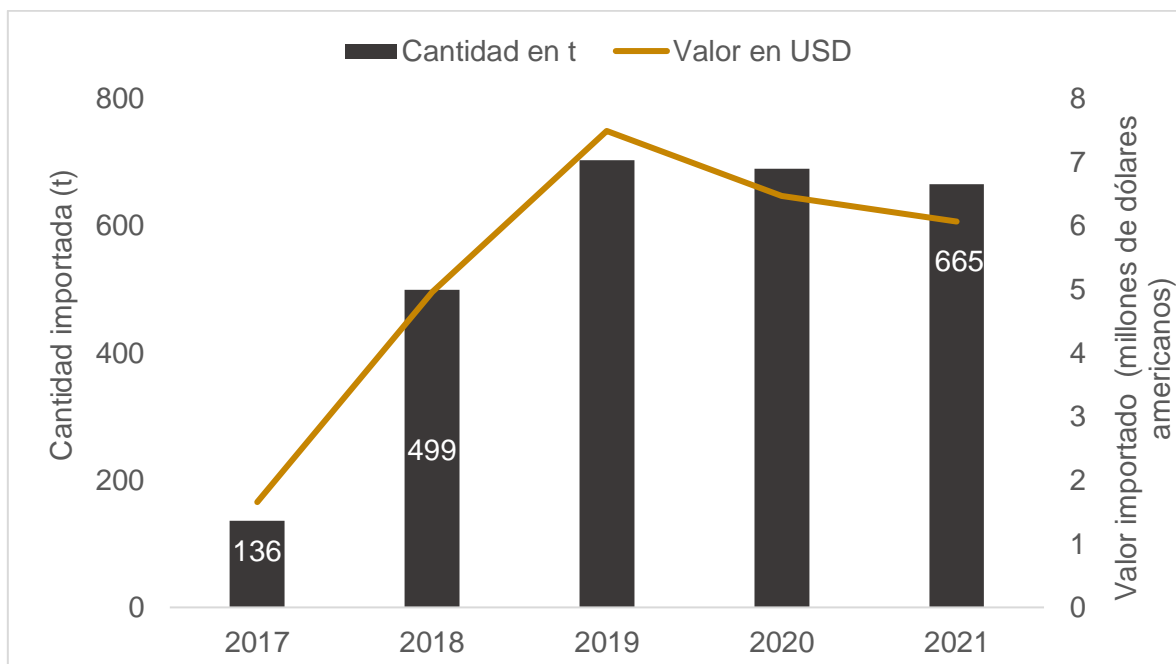


Figura 3.6. Cantidad importada de ingredientes activos en Ecuador (TRADEMAP, 2022).

Como se observa en la Figura 3.6, Ecuador ha pasado de importar 136 t a 665 t de insecticidas durante los últimos 5 años, lo que representa un aumento de alrededor de 389 %. También se visualiza que para el año 2018, la cantidad importada cuadruplicó respecto al año anterior, sin embargo, a partir del 2019 hasta el 2021 la variación en las cantidades importadas fue mínima.

3.1.2 Alternativa Biológica

Los bioplaguicidas o también llamados plaguicidas microbianos, son productos basados en microorganismos entomopatógenos naturales o modificados genéticamente de una plaga objetivo, que mediante mecanismos no tóxicos para el humano brindan una solución eficaz

a los problemas de plagas. Estos incluyen bioherbicidas, biofungicidas y bioinsecticidas (Usta, 2013).

Dentro de los bioinsecticidas, se encuentra los insecticidas bacterianos, virales, de protozoos, de nemátodos microscópicos y los micoinsecticidas. Se denominan así, porque cada uno de ellos tiene como ingrediente activo un microorganismo ya sea bacteria, virus, protozoos, nemátodos u hongos, respectivamente, o bien metabolitos específicos de dichos microorganismos (MAGAP, 2017).

En el Ecuador, de acuerdo con el banco de insumos agrícolas de Agrocalidad (2022), existen algunos bioinsecticidas en estado Vigente y se aplican en diferentes cultivos como se detalla en la Tabla 3.5. Estos bioinsecticidas están compuestos de ingredientes activos, de categoría toxicológica IV, derivados principalmente de dos microorganismos, la bacteria *Bacillus thuringiensis* y el hongo *Bauveria bassiana*, para los cuales se registra 12 NC y 2 NC, respectivamente.

Tabla 3.5. Bioinsecticidas Vigentes en el Ecuador (Agrocalidad, 2022).

Ingrediente Activo	Insecto objetivo	Cultivos	Formulación del producto
<i>B. thuringiensis</i>	<i>Ceramidia viridis</i>	Banano	SC y GD
	<i>Spodoptera frugiperda</i>	Piña	SC y GD
	<i>Thecla basilides</i>		SC y GD
	<i>Spodoptera frugiperda</i>	Tabaco	GD
	<i>Plutella xylostell</i>	Brócoli	GD
		Coliflor	PM
	<i>Pseudoplusia includens</i>	Soya	PM
<i>Spodoptera frugiperda</i>	PM		
<i>B. thuringiensis</i> subsp. <i>kurstaki</i>	<i>Spodoptera frugiperda</i>	Maíz	PM
	<i>Agrotis ipsilon</i>	Col	PM
<i>B. bassiana</i>	<i>Frankliniella occidentalis</i>	Rosa	SE
<i>B. bassiana</i> + otros	<i>Frankliniella occidentalis</i>	Gypsophila paniculata	PM

Nota: SC: Suspensión concentrada, PM: Polvo mojable, GDA: Gránulos dispersables, SE: Suspoemulsión.

Hoy por hoy, los bioinsecticidas bacterianos son la forma más común de bioinsecticidas, incluso son los que más predominan en el mercado de bioplaguicidas especialmente los derivados del microorganismo entomopatógeno, *Bacillus thuringiensis* (Costa et al., 2019). Los bioplaguicidas derivados de *B. thuringiensis* en el año 2003 ocuparon alrededor del 2 % del mercado mundial de plaguicidas y para el 2020 este porcentaje habría subido al 8 % (Jallouli et al., 2020).

3.1.2.1 *Bacillus thuringiensis* (Bt)

Bacillus thuringiensis es una bacteria perteneciente a la familia *Bacillaceae* Gram positiva, mide de 3 a 5 μm de largo por 1 a 2 μm de ancho, es aeróbica y formadora de esporas (Portela et al., 2013). Se considera como una bacteria ubicua, porque puede ser aislada de todas partes del mundo y de diversos sistemas como bosques tropicales y templados, suelos agrícolas, zonas desérticas, arena, agua, insectos muertos, hojas de plantas, entre otros (Soberón & Bravo, 2007b).

Esta bacteria se caracteriza por tener la capacidad de producir durante su proceso de esporulación inclusiones cristalinas denominadas Cry o Cyt que tienen actividad insecticida (Bravo et al., 2011) y con alta selectividad que afectan a una estrecha variedad de especies de insectos de los órdenes Lepidóptera, Coleóptera, Díptera, Himenóptera, entre otros (SP-IPM, 2006). *B. thuringiensis* es el agente bacteriano más usado dentro de las formulaciones biocidas para el control biológico de plagas durante los últimos 60 años (Areco et al., 2019). Aproximadamente el 90% de los bioplaguicidas microbianos se derivan de este microorganismo (Fernández et al., 2019), debido a su alta efectividad en el control de insectos plaga (SP-IPM, 2006).

Hasta 1976 se pensaba que *B. thuringiensis* poseía un limitado espectro insecticida dirigido únicamente para insectos lepidópteros, pero, el interesante potencial de *Bt*, motivó a la investigación y búsqueda de nuevas cepas con actividad insecticida (Areco et al., 2019). Existen alrededor de 96 subespecies registradas, de todas ellas, las más empleadas en las formulaciones comerciales de bioinsecticidas son: *B. thuringiensis* subsp. *kurstaki*, para el control de lepidópteros como orugas, *B. thuringiensis* subsp. *israelensis* para el control de dípteros como larvas de mosquito y mosca negra, y *B. thuringiensis* subsp. *tenebrionis*, con actividad insecticida en coleópteros como los escarabajos (García, 2008). Más específicamente la cepa de *B. thuringiensis* subsp. *kurstaki* HD-1, fue la primera en comercializarse y sigue siendo la más empleada en todo el mundo para controlar insectos lepidópteros en cultivos de hortalizas, cultivos extensivos y silvicultura (Federici et al., 2006).

- **Ciclo de vida**

El ciclo de vida de *B. thuringiensis* consta de tres fases. Primero, la fase vegetativa o de crecimiento exponencial donde las bacterias se duplican por bipartición, es decir, se dividen en dos células hijas uniformes (Ibrahim et al., 2010) mediante la formación de un tabique

de división que se origina en la mitad de la membrana plasmática (Osman et al., 2015). Segundo, fase de transición a la esporulación y por último, la fase de esporulación (Soberón & Bravo, 2007b).

La fase de esporulación es la diferenciación de bacteria a espora a partir de una división celular asimétrica (Osman et al., 2015). Durante esta fase, el microorganismo es capaz de sintetizar un cuerpo paraesporal, también conocido como inclusión cristalina, el cual es de origen proteico, está compuesto por proteínas denominadas δ -endotoxinas (Soberón & Bravo, 2007b), que reciben el nombre de toxinas Cry o Cyt debido a su actividad insecticida (Bravo et al., 2011). En especies de *Bacillus*, la célula se denomina esporangio el cual se compone de dos divisiones celulares (Figura 3.7), la célula madre y la espora, siendo la célula madre el lugar donde se acumulan los cristales insecticidas generados durante la esporulación (Soberón & Bravo, 2007a)

La fase de esporulación resulta ser mucho más compleja, Betchel et al., (1976) los estudió en *B. thuringiensis* subsp. *kusrtaki* y describió la secuencia del desarrollo de la espora y la formación del cristal de *Bt* en siete etapas (Figura 3,8). La primera es la formación de filamentos axiales, en la segunda se forma el tabique o septo de la espora que se visualiza como invaginaciones de la membrana plasmática que posteriormente secciona a la célula en dos compartimentos, al área del citoplasma que se incorpora en la espora principal se lo denomina espora incipiente (Bechtel et al., 1976). En la tercera etapa se completa la formación del tabique de la espora incipiente, empieza el hundimiento del tabique, el envolvimiento y desprendimiento del mismo, la espora incipiente se separa del citoplasma de la célula madre y se convierte en espora principal. Además, en esta misma etapa, se evidencia la primera aparición de la inclusión ovoide y del cuerpo o cristal paraesporal. Bechtel et al., (1976), señalan que se puede desarrollar más de un cristal dentro de una célula, pero solo se observa una inclusión ovoide por esporangio, es más, algunas células carecen de esta inclusión en la esporulación.

En las etapas 4, 5 y 6 se forma una cubierta fina sobre la capa de la espora llamada exosporio, se forman la pared celular, corteza y cubierta de la espora, seguido ocurre la transformación del nucleóide de la espora a una estructura homogénea (Figura 3,9). Finalmente, en la etapa 7 ocurre la maduración de la espora (Bechtel et al., 1976) y lisis celular (Ibrahim et al., 2010), es decir, se rompe la pared del esporangio, y se liberan en el medio tanto la espora como el cristal paraesporal (Sauka & Benintende, 2008).

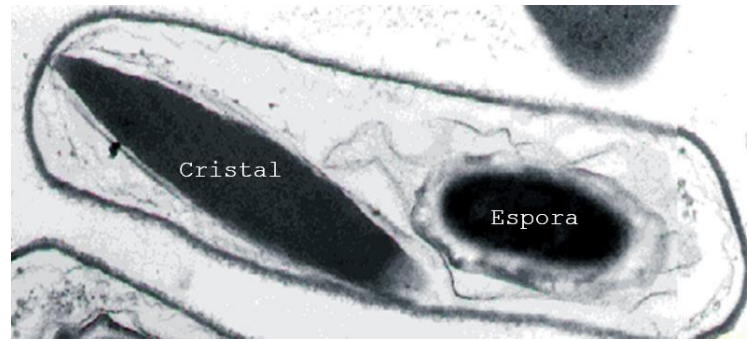


Figura 3.7. Microscopía electrónica de *Bacillus thuringiensis* (Soberón & Bravo, 2007b).

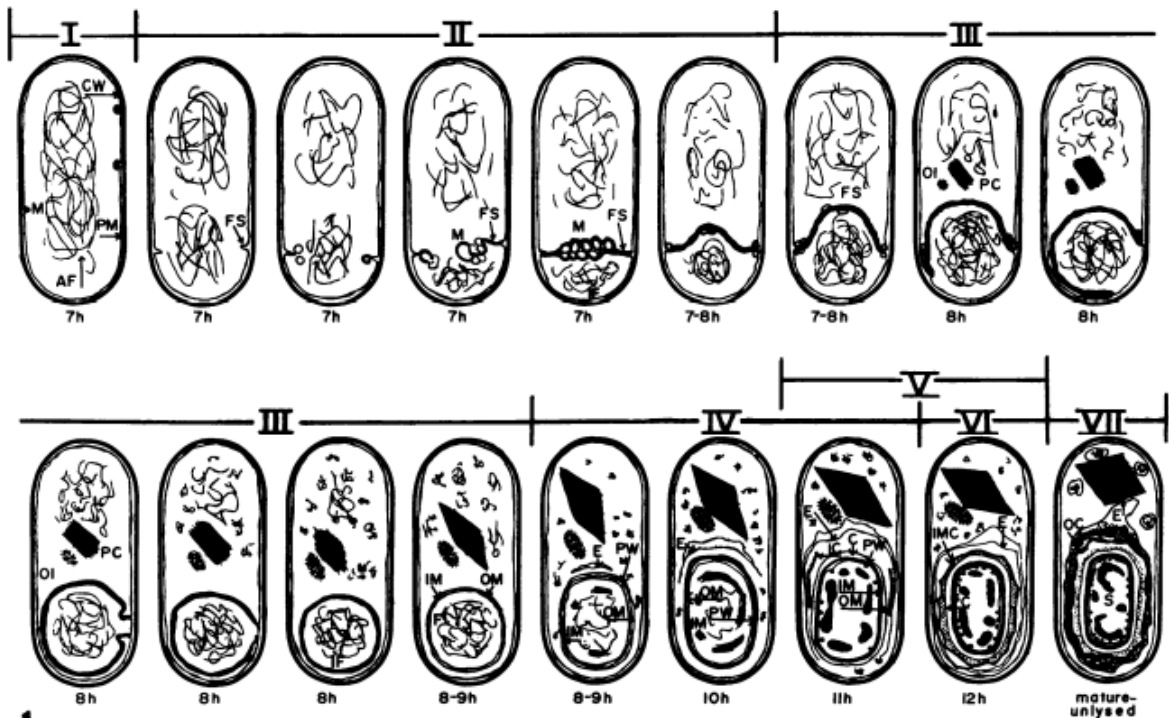


Figura 3.8. Etapas de esporulación de una célula de *Bt*. Abreviaturas: Filamento axial (AF), Mesosoma (M), membrana plasmática (PM), pared celular, (CW), tabique de spora (FS), inclusión ovoide (OI), cristal paraesporal (PC), spora incipiente (IF), spora (F), membrana interna (IM), membrana externa (OM), pared celular (PW), exosporio (E), capa laminar de la spora (LC), corteza (C), citoplasma de célula madre incorporado (IMC), spora madura (S), capa externa de la spora (OC) (Bechtel et al., 1976).

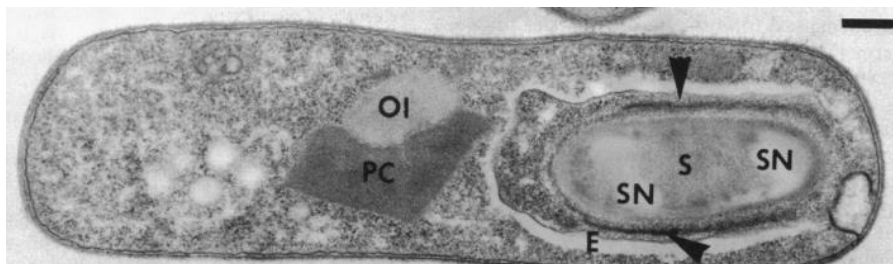


Figura 3.9. Micrografía electrónica de célula de *Bt* durante las etapas 4,5 y 6 de esporulación. Abreviaturas: inclusión ovoide (OI), cristal paraesporal (PC), exosporio (E), nucleoide de la spora (SN), esporas (S) (Bechtel et al., 1976).

La producción de cristales proteicos de *Bt* es un fenómeno biológico único, atribuido como un método de alivio por el estrés físico generado al compensar la pérdida de agua en el proceso de esporulación (Ibrahim et al., 2010). A su vez, le brinda una ventaja de supervivencia contra los insectos por la acción letal de los cristales, ya que un insecto muerto le puede proporcionar suficientes nutrientes a la espora latente, permitiendo que germine y regrese al crecimiento vegetativo (Fernández et al., 2019).

3.1.2.2 Clasificación de las proteínas insecticidas de *B. thuringiensis*

La clasificación de las proteínas ha evolucionado con el pasar de los años. La primera fue propuesta fue de Höfte y Whiteley, quienes clasificaron a las toxinas Cry en 4 clases basados en su actividad insecticida (Crickmore et al., 2021), 1) genes CryI que codifican proteínas tóxicas para insectos lepidópteros, 2) genes CryII tóxicos para lepidópteros y dípteros, 3) genes CryIII específicos para coleópteros y 4) genes CryIV tóxicos para dípteros (Kumar et al., 2021). Sin embargo, esta clasificación dejó de ser eficiente, porque ciertas proteínas compartían una secuencia similar de aminoácidos a las proteínas ya existentes, pero presentaban diferentes especificidades insecticidas. Actualmente, se clasifican a las proteínas de acuerdo al porcentaje de similitud en su secuencia de aminoácidos (Crickmore et al., 2021), esta clasificación fue creada por el “Comité de Nomenclatura de Toxinas” en 1993 (Fernández et al., 2019).

Con el nuevo sistema, la nomenclatura de la toxina adquiere el prefijo Cry, Cyt, Vip o Sip, según corresponda (Kumar et al., 2021), seguido de cuatro rangos o niveles de identidad conformados por una mezcla de caracteres alfanuméricos, por ejemplo: Cry1Aa1 (Palma et al., 2014). El primer nivel representado por un número arábigo (Cry1, Cry2, etc.) significa que las proteínas que comparten al menos un 45 % de identidad en su secuencia de aminoácidos pertenecen a un mismo grupo (Crickmore et al., 2021). De acuerdo con Crickmore et al. (1998), las proteínas con el mismo nivel primario a menudo afectan a insectos del mismo orden. Por otra parte, el segundo nivel representado con una letra mayúscula (Cry1A, Cry1B, etc.) indica que son proteínas con una identidad en su secuencia mayor a 45 % pero menor a 78 %. En el tercer nivel, se asigna una letra minúscula (Cry1Aa, Cry1Ab, etc.), entendiéndose que son proteínas que comparten una homología en su secuencia mayor a 78 % pero menor a 95 % (Kumar et al., 2021). Finalmente, el cuarto nivel, representado con un número (Cry1Aa1, Cry1Aa2, etc.), determina que las proteínas comparten más del 95 % de identidad en su secuencia (Crickmore et al., 2021). No obstante, este último nivel se considera opcional porque se asigna a cada gen secuenciado independientemente, esto significa que, aunque ciertas

proteínas tengan diferentes niveles cuaternarios pueden ser idénticas (Palma et al., 2014). (Crickmore et al., 1998)

El Comité de Nomenclatura de Toxinas, también creó otro sistema de clasificación basado en la filogenética (Kumar et al., 2021), pero el método anterior es ampliamente aceptado y usado (Crickmore et al., 2021).

3.1.2.3 Diversidad de proteínas insecticidas de *B. thuringiensis*

- **Proteínas Cry**

Las proteínas Cry son los productos finales de la expresión de los genes cry (Ibrahim et al., 2010). Hasta la fecha, según la clasificación por homologación de la secuencia de aminoácidos, hay más de 800 genes cry agrupados en 78 familias, es decir, desde Cry1 hasta Cry78 (Crickmore, 2022a). La denominación Cry se debe al hecho de que son proteínas derivadas de cristales insecticidas de *Bt* (Crickmore et al., 2021), que muestran algún efecto tóxico verificable en un organismo objetivo (Zenas & Neil, 2013), u otras proteínas que comparten una homología en su secuencia de aminoácidos con una proteína Cry conocida (Crickmore et al., 1998). Estas proteínas tienen pesos que oscilan entre 60 kDa a 140 kDa (Portela et al., 2013), y ocupan aproximadamente entre 20 % y 30 % del peso seco de una célula de *B. thuringiensis* (Ibrahim et al., 2010).

Las proteínas Cry sintetizadas como inclusiones cristalinas durante su esporulación de *Bt* (Fernández et al., 2019) presentan diferentes morfologías desde aplanadas, cúbicas, esféricas, cuadradas, bipiramidales, hasta formas atípicas con menor frecuencia (Sauka & Benintende, 2008). Cada inclusión cristalina puede estar constituida por proteínas Cry de una o varias clases (Sauka & Benintende, 2008), por ejemplo, *B. thuringiensis* subsp. *Kurstaki* cepa HD-73 sintetiza un cristal proteico que contiene solamente una proteína (Cry1Ac), mientras que el cristal proteico sintetizado por la misma subespecie, pero de la cepa HD-1, está compuesto por cinco diferentes proteínas Cry (Cry1Aa, Cry1Ab, Cry1Ac, Cry2Aa y Cry2Ab) (Ibrahim et al., 2010). Sauka & Benintende (2008) mencionan que las cepas de *B. thuringiensis* tienen perfiles genéticos complejos de hasta ocho genes cry distintos.

Actualmente, las toxinas Cry constituyen el mayor grupo de proteínas insecticidas producidas por especies de *B. thuringiensis* (Palma et al., 2014), son el principal factor de virulencia (Portela et al., 2013) y tienen un amplio espectro de actividad insecticida (Kumar

et al., 2021), pues se ha determinado que son específicos contra insectos de los órdenes Lepidóptera, Díptera, Himenóptera y Coleóptera (Sauka & Benintende, 2008).

- **Proteínas Cyt**

El nombre Cyt hace referencia a proteínas de inclusión paraesporal de *Bt* con actividad citolítica y hemolítica generalizada in vitro o con una secuencia similar con una proteína Cyt ya identificada (Crickmore et al., 1998; Palma et al., 2014). Las proteínas Cyt tienen un peso de alrededor de 27 kDa (Bravo et al., 2017), son codificadas por 40 genes *cyt* y se clasifican en 3 familias: Cyt1, Cyt2 y Cyt3 (Crickmore, 2022). Las primeras dos familias, están dirigidas para el control de larvas de insectos del orden Díptera, mientras que de Cyt3 aún se desconoce la especificidad (Bravo et al., 2017).

- **Proteínas Vip y Sip**

También *Bt* puede sintetizar otras proteínas insecticidas que son secretadas durante la fase de crecimiento vegetativo como las Vip (vegetative insecticidal proteins) y Sip (secreted insecticidal proteins) (Crickmore et al., 2021).

Existen tres grupos de toxinas Vip: Vip1, Vip2 y Vip3. Las dos primeras de aproximadamente 100 kDa y 52 kDa, respectivamente (Osman et al., 2015), forman una toxina binaria que presenta actividad insecticida contra larvas de coleópteros y pulgones (Bravo et al., 2017). Las toxinas Vip3 de alrededor de 88 kDa, tienen actividad insecticida en plagas de lepidópteros (Palma et al., 2014). En el 2010 se notificó la existencia de una cuarta proteína llamada Vip4 (Areco et al., 2019), sin embargo, aún se desconocen sus propiedades insecticidas como su actividad y el espectro insecticida (Crickmore et al., 2021).

La toxina Sip, tiene actividad insecticida en larvas de coleópteros (Areco et al., 2019). La única proteína de la familia Sip reportada ha sido Sip1Aa1 de aproximadamente 41 kDa, pero se desconoce su modo de acción (Palma et al., 2014).

3.1.2.4 Genes de proteínas Cry

- **Genes *cry1***

De las 78 familias de proteínas Cry, los genes que codifican a las proteínas Cry1 son mayoritarios. Los genes cry1 codifican proteínas de aproximadamente 130 kDa que se agrupan en la fase de esporulación como inclusiones cristalinas bipiramidales (Sauka & Benintende, 2008). Actualmente, se han reportado 288 genes cry1 que se clasifican en 14 clases o subfamilias desde Cry1A hasta Cry1N (Crickmore, 2022). De acuerdo con Sauka y Benintende (2008), estos genes fueron los primeros en ser identificados, así como también en ser modificados genéticamente. La mayoría de los genes cry1 son activos para plagas de lepidópteros y en el caso de genes cry1B y cry1I son tóxicos para coleópteros (Jouzani et al., 2017).

- **Genes cry2**

Los genes cry2 ocupan el segundo lugar de importancia (Jouzani et al., 2017), codifican proteínas de 65 kDa que se agrupan en inclusiones cuboidales durante la etapa de esporulación (Sauka & Benintende, 2008). Hasta el momento existen alrededor de 94 genes descritos clasificados en dos subfamilias (Cry2A y Cry2B) (Crickmore, 2022), y su actividad insecticida se dirige principalmente para el control de plagas de lepidópteros o dípteros (Jouzani et al., 2017).

3.1.2.5 Estructura de las proteínas Cry

Las proteínas Cry son consideradas como la familia de los tres dominios (3d-Cry) (Ibrahim et al., 2010), ya que, mediante análisis cristalográficos de rayos X sobre varias toxinas Cry como Cry1Aa (Figura 3.10), Cry3Aa, Cry2Aa, Cry4Aa, entre otros, se comprobó que las proteínas comparten una estructura similar de tres dominios (Adang et al., 2014), y probablemente tienen un modo de acción similar (Bravo et al., 2007). Aunque varias toxinas Cry tienen claras diferencias entre sus secuencias de aminoácidos y actividades biológicas, esto no impide que compartan una estructura similar de tres dominios (Palma & Berry, 2016). Al menos 55 grupos Cry diferentes conforman la familia 3d-Cry (Bravo et al., 2017)

- **Dominio I**

El dominio I o también llamado dominio de perforación, está localizado en el extremo amino terminal (N-terminal) (Palma et al., 2014). Este dominio es el más conservado entre las toxinas Cry (Ibrahim et al., 2010) y contienen un haz de siete hélices α antiparalelas (Soberón & Bravo, 2007b) conectadas mediante bucles, donde una hélice α hidrofóbica

central ($\alpha 5$) se encuentra rodeada por las demás (Sauka & Benintende, 2008). Se ha comprobado que este dominio es el responsable en la formación de canales iónicos (Osman et al., 2015) o poros en el intestino medio del insecto susceptible (Soberón & Bravo, 2007b) debido a la hidrofobicidad dentro del dominio (Osman et al., 2015).

- **Dominio II**

El dominio II o central es el menos conservado tanto en secuencia como estructura entre las toxinas Cry (Palma et al., 2014; Soberón & Bravo, 2007b). El dominio II se constituye de tres láminas plegadas β antiparalelas y tres asas o bucles, en estas últimas se observa la mayor diferencia estructural (Ibrahim et al., 2010), ya que, varían considerablemente en longitud y secuencia de aminoácidos (Adang et al., 2014). Sin embargo, aún se desconoce el impacto que tiene la longitud de los bucles en la estructura y en la función del dominio (Ibrahim et al., 2010).

Las láminas β se empaquetan alrededor del núcleo hidrófobo central y forman una estructura denominada β -prisma (Ibrahim et al., 2010). El dominio II desempeña un papel importante en las interacciones toxina-receptor (Palma et al., 2014). Las asas son las encargadas de interactuar con el receptor situado en las microvellosidades de las células epiteliales del intestino medio (Soberón & Bravo, 2007b) (Bravo et al., 2017).

- **Dominio III**

El dominio III o carboxilo terminal (C-terminal) (Areco et al., 2019), es un β -sándwich formado por dos hojas plegadas β antiparalelas (Portela et al., 2013). Este dominio está asociado principalmente con la unión al receptor, la formación de canales en la membrana celular y con la toxicidad. Toxinas Cry híbridas desprovistas del dominio III, no tienen la capacidad de unirse al receptor (Ibrahim et al., 2010).

Los cristales de *Bt* especialmente en las proteínas Cry1 de 130 kDa a 150 kDa cristalizan fácilmente, debido a la presencia de una región rica en cisteína en la mitad del C-terminal donde los enlaces disulfuro que se forman entre las proteínas facilitan la cristalización (Federici et al., 2006), y también contribuyen a la estabilidad de la estructura cristalina (Ibrahim et al., 2010).

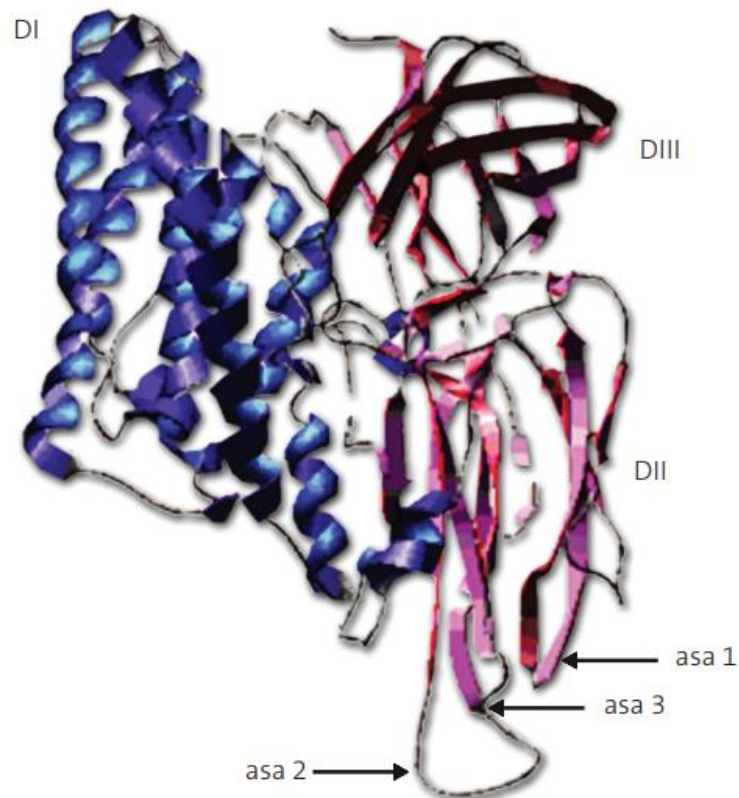


Figura 3.10. Estructura tridimensional del gen Cry1Aa de *B. thuringiensis* (Soberón & Bravo, 2007b).

3.1.2.6 Mecanismo de acción de las toxinas Cry

El modo de acción de las toxinas Cry ha sido mayoritariamente estudiado en insectos del orden Lepidóptera (Areco et al., 2019), particularmente la interacción toxina-receptor de Cry1Ab en *Manduca sexta* (Bravo et al., 2011).

Se han establecido dos mecanismos de acción, uno de unión secuencial o clásico y otro de vía de señalización (Fernández et al., 2019). El primero, más aprobado y ampliamente aceptado, implica la lisis de las células epiteliales en el intestino medio del insecto (Kumar et al., 2021) mediante la formación de poros (Bravo et al., 2007) en múltiples etapas (Figura 3.11). Los síntomas que se presentan en el insecto como resultado de la ingestión de las toxinas son: inhibición de la alimentación por parálisis de piezas bucales y del intestino, vómito, diarrea, descompensación osmótica, parálisis total, por último, la muerte (Soberón & Bravo, 2007a).

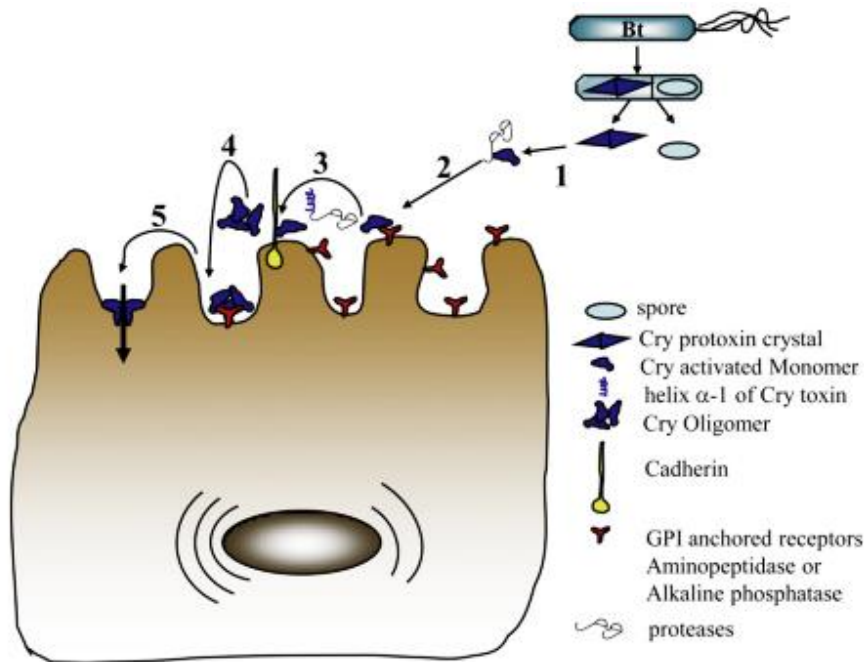


Figura 3.11. Modo de acción de las toxinas Cry. 1) solubilización y activación proteolítica, 2) unión de toxina Cry1Ab a APN o ALP anclados a GPI, 3) unión de toxina a CAD y proteólisis de la hélice α 1 del dominio I, 4) formación de estructura oligomérica y unión a APN y ALP anclados a GPI y 5) inserción de la estructura oligomérica en la membrana (Bravo et al., 2011).

- **Ingesta y Solubilización**

Para dar lugar a la acción de las proteínas, estas deben ser ingeridas por el insecto (García, 2008). La ingestión implica el consumo de esporas de *Bt* y de proteínas cristalinas insecticidas (PCI) (Mathew et al., 2014). Posteriormente, las PCI se solubilizan, es decir, se rompe la estructura cristalina y se liberan las protoxinas presentes en el cristal, para ello se necesita de dos condiciones, pH alcalino y un medio ambiente reductor (Soberón & Bravo, 2007a). Se ha demostrado que las proteínas Cry más específicamente las de la familia Cry1, tienen mayoritariamente aminoácidos básicos, por lo cual, para la solubilización los cristales necesitan de un medio con pH alcalino. Por otro lado, el ambiente reductor es necesario para desestabilizar los puentes disulfuro presentes en la estructura de la proteína (Portela et al., 2013). Soberón y Bravo (2007a), manifiestan que el intestino medio de la mayoría de las larvas de insectos vulnerables como lepidópteros, dípteros y ciertos grupos de coleópteros, se caracteriza por su pH alto y condiciones reductoras. Particularmente, insectos lepidópteros y dípteros tienen un pH básico de hasta 11 en su intestino medio (Bravo et al., 2007), lo que favorece la solubilización de los cristales (Osman et al., 2015).

- **Activación**

Las protoxinas liberadas en la solubilización no producen daño por si solas, son inertes y no son biológicamente activas (Fernández et al., 2019). Para la activación se necesita de una eliminación proteolítica (Bravo et al., 2007), para ello, las protoxinas inactivas se digieren con proteasas (tripsinas y quimiotripsinas) presentes en el intestino medio de los insectos (Adang et al., 2014). Estas proteasas cortan un fragmento de aminoácidos en los extremos C-terminal y/o N-terminal (Portela et al., 2013). En el caso de protoxinas Cry pequeñas como Cry2Aa se produce un corte en el extremo N-terminal, mientras que, en proteínas de mayor tamaño como Cry1Aa, se dan dos cortes, uno en la mitad del extremo C-terminal y otro en el extremo N-terminal que eliminan alrededor de 20 a 50 aminoácidos (Bravo et al., 2011). Los fragmentos generados luego de los cortes (toxinas), tienen un peso molecular entre 55 kDa a 65 kDa, son resistentes a las proteasas y presentan actividad insecticida (Fernández et al., 2019).

- **Unión al receptor**

Una vez activas, las toxinas atraviesan la membrana del intestino medio (Soberón & Bravo, 2007a), donde los dominios II y III (Portela et al., 2013) interaccionan con proteínas receptoras presentes en las microvellosidades del intestino medio del insecto (Soberón & Bravo, 2007a). En lepidópteros específicamente en *Manduca sexta*, las proteínas descritas como receptores son: caderinas (CAD), aminopeptidasa-N (APN) y fosfatasa alcalina (ALP) ancladas a glicosil-fosfatidil-inositol (GPI). Mayoritariamente, los receptores APN y ALP se encuentran en regiones específicas de la membrana llamadas balsas lipídicas, denominadas así por ser ricas en colesterol y glucolípidos (Soberón & Bravo, 2007b)

La toxina activa antes de atravesar la membrana celular, pasa por eventos de unión sucesivos con las proteínas receptoras. En la primera interacción los dominios II y III de la toxina se unen con APN y ALP, los cuales concentran las toxinas en la membrana de las microvellosidades de las células del intestino medio (Bravo et al., 2011). Luego, la toxina se une con alta afinidad al receptor CAD mediante los bucles del dominio II, lo que permite un corte adicional en el extremo N-terminal que incluye la hélice $\alpha 1$ del dominio I (Soberón & Bravo, 2007b), y se liberan monómeros de toxina activa (Zenas & Neil, 2013). Esto provoca cambios estructurales en la cadena y promueve la formación de un oligómero o pre-poro, compuesto de cuatro monómeros (Soberón & Bravo, 2007b).

- **Formación del poro y citólisis**

Para que el pre-poro se inserte en la membrana epitelial se requiere de otra interacción. La toxina o pre-poro incrementa su afinidad por los receptores APN y ALP en hasta 200 veces, se une a ellos mediante el bucle 2 del dominio II, para formar el poro en el epitelio del intestino medio (Bravo et al., 2011). Los poros o canales iónicos que tienen un diámetro aproximado de 1 a 2 nm, aumentan la permeabilidad en la membrana, es decir, permiten el paso de cationes, aniones, agua y moléculas de mayor peso molecular. El pH del citoplasma sube (Portela et al., 2013), esto provoca un desequilibrio osmótico y posteriormente una citólisis (muerte de las células epiteliales) que destruye la membrana epitelial (Melo et al., 2014).

- **Muerte del insecto**

Tras la lisis de las células epiteliales las esporas de *Bt* ingresan en la hemolinfa (Portela et al., 2013), pero, además de ellas, también ingresan otras bacterias oportunistas presentes en el bolo alimenticio, lo que causa una proliferación de bacterias en la hemolinfa, y finalmente la muerte del insecto por inanición y septicemia (Bravo et al., 2007). Con la muerte del insecto, las esporas de *Bt* ingeridas pueden aprovechar este nicho y encontrar un ambiente favorable para germinar, continuar con su crecimiento vegetativo y esporular nuevamente, lo que beneficia su posterior dispersión en el medio (Peralta & Palma, 2017).

3.1.2.7 Formulaciones de los bioinsecticidas de *B. thuringiensis*

Desde el descubrimiento de *B. thuringiensis*, se han elaborado bioinsecticidas con aplicaciones para varios órdenes de insectos. En la actualidad hay más de 400 formulaciones basadas en *Bt* que se encuentran registradas en el mercado (Zenas & Neil, 2013). Los bioinsecticidas a base de *Bt* se clasifican en productos de primera, segunda, tercera y cuarta generación (Portela et al., 2013). La mayor proporción de estos bioinsecticidas usados en el mundo, son de primera generación (Sauka & Benintende, 2008).

Los bioinsecticidas de *Bt* de primera generación tienen como ingrediente activo una mezcla entre esporas y cristales Cry (Fernández et al., 2019), que proceden generalmente de las cepas silvestres de *B. thuringiensis* subsp. *kurstaki* (*Btk*) HD-1 o HD-73, *B. thuringiensis* subsp. *aizawai* HD-137, *B. thuringiensis* subsp. *san diego*, *B. thuringiensis* subsp.

tenebrionis, o *B. thuringiensis* subsp. *israelensis*. La mayoría de los productos *Bt* se derivan de *kurstaki* HD-1 (Bravo et al., 2011).

Los bioinsecticidas de *Bt* se comercializan tanto en estado sólido como en líquido (Sauka & Benintende, 2008), en estado sólido como polvos, granulados o polvos humectables, y en líquido como emulsiones, concentrados en suspensión, entre otros. Estas formulaciones emplean matrices compuestas por ingredientes inertes como antiaglomerantes, protectores ultravioletas, almidones, residuos de plantas, aceites, materiales adhesivos, agentes dispersantes, entre otros, que mejoran la actividad tóxica, la palatabilidad y el tiempo de almacenamiento del producto (Fernández et al., 2019).

3.1.2.8 Aplicaciones exitosas

Dentro de las múltiples aplicaciones de *B. thuringiensis*, la más exitosa ha sido el control de insectos plaga agrícolas y forestales del orden Lepidóptera con el uso de la cepa *kurstaki* HD-1 que produce toxinas Cry1Aa, Cry1Ab, Cry1Ac y Cry2Aa (Sauka & Benintende, 2008).

Varios estudios *in vivo* que se han realizado en diversas partes del mundo y en cultivos distintos, respaldan la efectividad del insecticida biológico de *Bt*. González et al., (2011), examinaron el desempeño del insecticida de *B. thuringiensis* en una de las plagas más comunes del cultivo de tomate, *Tuta absoluta* (Lepidóptera), la evaluación a nivel, en invernadero y a campo abierto, demostró que *B. thuringiensis* controla efectivamente a dicha plaga. Ghazwan et al., (2017) confirmaron la actividad larvicida de *B. thuringiensis* contra *T. absoluta* en cultivo de tomate a nivel laboratorio y destacaron al bioinsecticida como una herramienta potencial y segura dentro del manejo integrado de plagas.

En Brasil en el año 2012, mediante ensayos *in vivo*, se examinó la patogenicidad de cepas de *B. thuringiensis* para controlar larvas de *S. frugiperda* (Lepidóptera) en cultivos de arroz, y se demostró que la cepa, *Bt* 1958-2 con proteínas Cry1 y Cry2, provocó una mortalidad del 100 % en los insectos, de forma que concluyeron que los aislados de *Bt* son efectivos y potencialmente útiles para su control (Berlitz et al., 2012).

En Perú, Valverde et al., (2020), analizaron en laboratorio y en campo la efectividad de *B. thuringiensis* para controlar larvas de *S. frugiperda* en cultivo de maíz morado. En laboratorio se evaluó la mortalidad, cuya eficiencia fue del 100 % a los 7 días. Por otro lado, la evaluación en campo mostró que la incidencia de larvas se redujo de 10 % a los 14 días hasta 1 % a los 84 días. Con esto, se demostró que la bacteria es efectiva para el control del lepidóptero.

Por otra parte, estudios *in vivo* efectuados en el Ecuador en el año 2018, evaluaron y avalaron la aplicación de *B. thuringiensis* en cultivos de maíz para reducir la población de *S. frugiperda* también conocido como gusano cogollero. Por una parte, Ezeta et al., (2018) demostraron que con dosificaciones de 3 mL/L y 5 mL/L fue posible controlar poblaciones de larvas de *S. frugiperda*. Así mismo, Drouet (2018), con experimentación directa en campo, determinó que con dosis altas de *B. thuringiensis* de 1250 mL/ha y 1500 mL/ha se alcanza una efectividad similar, sin diferencias significativas, al tratamiento convencional con Cipermetrina.

3.1.3 Producción de *B. thuringiensis*

3.1.3.1 Métodos de fermentación

Dos métodos de fermentación son usados para la producción de toxinas de *Bt*, fermentación sumergida o líquida (FL) y fermentación en estado sólido (FS) (Osman et al., 2015). A pesar de que la FS es una metodología común aplicada en la producción de diferentes metabolitos primarios y secundarios de origen microbiano, existe muy poca información sobre el uso de FS en la producción de *B. thuringiensis* (Osman et al., 2015). Una revisión bibliográfica de los estudios realizados en los últimos 10 años sobre la producción de toxinas de *B. thuringiensis* por Duarte et al. (2020), reporta que solamente el 17 % de los artículos seleccionados, documenta la producción de *Bt* en condiciones sólidas y el porcentaje restante (83 %) corresponde a artículos que han experimentado en medios líquidos. Tomando en cuenta este patrón, de igual manera este trabajo se enfocará en el análisis de las formas de producción de *Bt* en FL.

3.1.3.2 Requerimientos nutricionales

La determinación de las necesidades nutricionales de *B. thuringiensis* es fundamental en la producción del bioinsecticida. De hecho, múltiples estudios sobre la producción de bioinsecticidas de *Bt*, coincidieron en que los factores que afectan el crecimiento, esporulación y formación de toxinas, están estrechamente relacionados con los requerimientos nutricionales de *B. thuringiensis*, como la fuente de carbono, nitrógeno, potasio e iones metálicos (Jallouli et al., 2020).

- **Fuentes de carbono y nitrógeno**

Varios estudios señalan que *Bt* es capaz de metabolizar varios tipos de carbohidratos, entre ellos glucosa, fructosa, galactosa, sucralosa, maltosa, lactosa, tetralosa, arabinosa, entre otros (Jallouli et al., 2020). Sin embargo, la bacteria tiene una alta afinidad por la glucosa, ya que estimula el crecimiento, la esporulación y desencadena la formación de δ -endotoxinas. La formación de esporas es un proceso de alta demanda energética, por lo que, la descomposición de la glucosa a través del ciclo de Krebs y la fosforilación oxidativa, producen el ATP necesario para la germinación de las esporas. Varios investigadores reportan que el rango de concentración óptimo de glucosa para la formación de cristales se encuentra entre 6 g/L y 8 g/L, una alta concentración de glucosa puede inhibir la formación de esporas (represión de la esporulación), debido a la represión de la expresión del gen que desencadena la producción de esporas (Mazmira et al., 2012)

Muchas cepas de *Bt* son incapaces de utilizar nitrógeno inorgánico como fuente de nitrógeno en el medio de cultivo, en su reemplazo se añade al menos un aminoácido, especialmente aspartato, valina, glutamato, leucina, serina o treonina (Jallouli et al., 2020). Por otro lado, experimentos revelan que aminoácidos como la cisteína y cistina, tienen un evidente efecto inhibitorio, afectan el crecimiento celular, la fase de esporulación y la formación de toxinas por *B. thuringiensis* (Osman et al., 2015). De las diferentes fuentes de nitrógeno orgánico que existen, el extracto de levadura es el más utilizado en cultivos de *B. thuringiensis*, aunque también, la peptona y los derivados de la soja presentan resultados satisfactorios (Andrade et al., 2010).

- **Ion potasio**

Dentro de los iones esenciales para la producción de δ -endotoxinas, el potasio es considerado fundamental (Osman et al., 2015), En su estudio Özkan et al. (2002), evidenciaron que la síntesis de la proteína Cry4Ba por *B. thuringiensis* subsp. *israelensis* (*Bti*), requería un mayor suministro de fosfato dipotásico (K_2HPO_4) que el habitual, por otra parte, se demostró que los rendimientos más altos de Cry4Ba y Cry11Aa, así como la frecuencia de esporulación más alta, se obtuvieron cuando las células se cultivaron con una concentración entre 50 mM a 100 mM de K_2HPO_4 .

- **Otros iones metálicos**

Otros estudios revelan que iones metálicos como Ca^{2+} , Mg^{2+} , Mn^{2+} , Cu^{2+} , Fe^{2+} , son esenciales para lograr una máxima esporulación y formación de toxinas de *Bt* (Osman et

al., 2015). Souza et al. (2019), manifiestan que *Bt* necesita Ca^{2+} para la termoestabilidad de sus esporas, y Mn^{2+} para la esporulación. El estudio realizado por Özkan et al. (2002), respalda lo antes mencionado, se constató que el Mn^{2+} se destaca como el elemento más importante para la síntesis de Cry4Ba y Cry11Aa por *Bt* HD500, también los iones Ca^{2+} y Mg^{2+} influyeron positivamente en la producción de toxinas cuando se suministraron en concentraciones de 8×10^{-3} M y $5,5 \times 10^{-4}$ M respectivamente.

3.1.3.3 Medios de cultivo

En experimentos de laboratorio, *B. thuringiensis* se produce en medios sintéticos complejos como Luria-Bertani (LB) (Jallouli et al., 2020), caldo nutriente (Nutrient Broth) (Duarte et al., 2020), entre otros, constituidos por compuestos altamente procesados sintéticos como peptona, extracto de levadura, glucosa, sulfato de amonio y sales minerales (Awad et al., 2014). El costo de las materias primas empleadas en la producción convencional de *B. thuringiensis* varía entre 30 % y 40 % del costo total dependiendo de la capacidad de la planta de producción (Muntahi et al., 2015). Por tal razón, actualmente se busca bajar los costos sobre todo a escala industrial con el reemplazo de los sustratos sintéticos por subproductos agroindustriales (Awad et al., 2014).

En la revisión de estudios de Jallouli et al. (2020) sobre la producción de toxinas de *Bt*, se reportan diferentes materias primas empleadas como medios complejos en reemplazo a los medios sintéticos. Entre las materias primas más citadas se incluyen a productos, subproductos y desechos (residuos) agroindustriales como suero de queso, leche de soya, harina de soya, almidón, salvado de trigo, harina de cebada, extracto de levadura de cerveza, melaza de caña, licor de maceración de maíz, salvado de arroz desgrasado, glicerol de la industria del biodiésel, entre otros.

En la Tabla 3.6 se muestran algunos estudios de producción de toxinas de *B. thuringiensis* subsp. *kurstaki* que emplean medios alternativos o subproductos. La mayoría de medios de cultivos empleados en la producción de toxinas de *Bt*, contienen como fuente de nitrógeno derivados de soya (harina o extracto). Los derivados de soya son ampliamente usados como fuentes de nitrógeno por su alto contenido de proteínas y de aminoácidos como ácido glutámico, glicina, arginina, metionina y ácido aspártico, que estimulan el crecimiento de *B. thuringiensis* y optimizan la producción de proteínas (Duarte et al., 2020). Ghribi et al. (2007) revelaron que el uso de harina de soya como fuente de nitrógeno mejora significativamente la producción de toxinas en comparación con el extracto de levadura.

Tabla 3.6. Estudios con diferentes condiciones para la producción de bioinsecticidas de *Btk*

Cepa <i>Btk</i>	Medio de cultivo	Volumen del biorreactor Batch (L)	Condiciones	Producción de: esporas (esporas/mL) δ -endotoxinas (g/L)	Referencia
-	- Harina de soya 25 g/L - Almidón 30 g/L - Agua de mar diluida 4 veces (g/L): 3 Na ⁺ ; 5,5 Cl ⁻ ; 0,1 K ⁺ ; 0,035 Ca ⁺ ; 0,1 HCO ₃ ⁻ ; 0,325 Mg ⁺ ; 0,66 SO ₄ ²⁻ ; Fe ²⁺ ; Mn ²⁺	3	30 °C 70 % O ₂ D 72 h	38x10 ⁸ 2,80	(Ghribi et al., 2007)
HD1*	- Harina de soya 12,8 g/L - Harina de cebada 12,2 g/L - Solución salina (MgCl ₂ ; CaCl ₂ ; MnCl ₂) 0,315 ml/L	5	30 °C 6,8 ≤ pH ≤ 7,2 20-40 % O ₂ D 250 rpm 1 L/L/min 72 h	0,31x10 ⁸ NR	(Shojaaddini et al., 2010)
Lip**	- Extracto líquido de molienda de cereales 6 % (p/v)	1	30 °C 340 rpm; 48 h	16,6x10 ⁸ 2,40	(Awad et al., 2014)
		5	30°C 500 rpm 0,033 L/L/min 48 h	NR 2,19	
HD73	- Extracto de soya 10 % (p/v) - Melaza 0,5 % (p/v) - Cistina 300 mg/L	3	30 °C 30 % O ₂ D 250 rpm 1 SLPM 24 h	NR 2,10	(Muntahi et al., 2015)
JSc1 ^a	- Agua de mar 20 mL - Sulfato de amonio 4 % (p/v)			NR 2,63	
BUMP13	- Harina de soya 20 g/L - Almidón 25 g/L - Sales (g/L): 0,3 MgSO ₄ ; 0,02 MnSO ₄ ; 0,02 FeSO ₄ ; 1 K ₂ HPO ₄ ; 1 KH ₂ PO ₄ - NaCl 7 g/L	0,5	30°C pH 7 200 rpm	0,6x10 ⁸ 2,28	(Ennouri et al., 2016)

Nota: O₂D: Oxígeno disuelto, L/L/min: Litros de aire/Litros de medio/minuto, SLPM: estándar litro por minuto, NR: no reportado

* Costo de producción: 4,43 \$/kg de biomasa seca

** Costo de producción: 0,006 \$/L de medio

^a Cepa de *Bacillus thuringiensis* subespecie no definida

B. thuringiensis es capaz de fermentar materiales diferentes a la glucosa como el almidón, o los carbohidratos contenidos en la melaza o la harina de cebada (Tabla 3.6). Muntahi et al. (2015) reportan que el uso de extracto de soya y melaza como fuentes de carbono y nitrógeno, arroja un mayor rendimiento de toxinas que un medio con glucosa y peptona (Muntahi et al., 2015). Así mismo, Ennouri et al. (2016) manifiestan que el almidón por ser una fuente de carbohidratos fácilmente asimilables por *Bt*, sustituye fácilmente a la glucosa.

Cabe mencionar, que se puede utilizar medios de cultivos compuestos con una sola materia prima. El estudio de Awad et al. (2014), demostró que un medio de cultivo constituido por un monocomponente (extracto líquido de molienda de cereales), puede suplir con carbohidratos, proteínas, minerales y oligoelementos, y alcanzar una mayor concentración de toxinas en comparación con el medio sintético.

Por otro lado, los estudios de Ghribi et al., (2007) y Muntahi et al., (2015) comprobaron que la solución salina empleada en los medios de cultivo convencionales, se puede sustituir por agua de mar. Ghribi et al. (2007), encontraron que el agua de mar a parte de sustituir el aporte de todos los minerales en el medio de cultivo, tiene un efecto positivo sobre el crecimiento, esporulación y síntesis de δ -endotoxinas, debido a que, el agua de mar diluida suplía con 7,5 g/L de cloruro de sodio (NaCl) y probablemente esto estimula el crecimiento y el incremento en la asimilación de nutrientes, lo cual fue evidente en la producción de biomasa. Lo antes mencionado también se respalda por Ennouri et al. (2016), quienes encontraron que al adicionar al medio 7 g/L de NaCl mejora el rendimiento de toxinas, ya que la sal aumentaría la permeabilidad celular y mejoraría la absorción de nutrientes.

De todos los medios que se muestran en la Tabla 3.6, si se toma como referencia la producción de esporas y la concentración de toxinas como indicadores de mayor productividad, entonces se concluye que la menor producción de esporas y concentración de δ -endotoxinas se obtiene empleando un medio a base de harina de cebada, mientras que la mayor producción (38×10^8 esporas/mL y 2,8 g/L toxinas) se logró empleando un medio con harina de soja, almidón y agua de mar.

3.1.3.4 Condiciones de cultivo

- **pH**

Generalmente, el crecimiento de *B. thuringiensis* ocurre en un intervalo de pH entre 5,5 a 8,5 (Jallouli et al., 2020). Awad et al. (2014) evidenciaron una variación del pH durante el crecimiento, partieron de 6,22, y durante la fermentación se registró un valor mínimo de 5,3

y un máximo de 6,63. El descenso del pH puede explicarse por la producción de ácidos orgánicos procedentes de la metabolización de los carbohidratos. Medios con pH por debajo de 5,4 provocan una disminución del crecimiento bacteriano (Souza et al., 2019). Osman et al. (2015) mencionan que el pH habitual al inicio de la fermentación es de 6,8 a 7,2, luego este disminuye a 5,7 conforme se libera ácido acético y finalmente ocurre un aumento entre 7,5 a 8 a medida que se consume (oxida). Por otro lado, también se sabe que la metabolización del nitrógeno promueve la liberación de bases orgánicas lo que contribuye a que el pH del medio se mantenga en niveles deseables (Souza et al., 2019). Debido a este aparente equilibrio entre las fuentes de carbono y nitrógeno en el medio, Awad et al. (2014) concluye que las fermentaciones se pueden realizar sin necesidad de controlar el pH. Mientras que, otros estudios como de Shojaaddini et al. (2010) y Ennouri et al. (2016) optan por mantener un pH controlado cercano a 7.

- **Temperatura**

La temperatura normal para el crecimiento y producción de toxinas es de 30°C (Osman et al., 2015). Esto se observa en los estudios de la Tabla 3.6, ya que dentro de las condiciones de operación todos optan por la misma temperatura. Sin embargo, Özkan et al. (2002) indican que la temperatura puede variar dependiendo de la toxina. Para la síntesis de Cry4Ba y Cry11Aa se favorecen a 25 °C y 30 °C, respectivamente.

- **Efecto de la aireación**

Souza et al. (2019), menciona que microorganismos aeróbicos como *B. thuringiensis*, presentan una alta demanda de aire en las etapas iniciales del crecimiento exponencial. Incluso se ha evidenciado que el microorganismo tiene problemas para sobrevivir y esporular cuando se encuentra con bajos niveles de aireación. En la mayoría de las fermentaciones sumergidas, las tasas de aireación comúnmente usadas son de aproximadamente 1 vvm (volumen de aire/volumen de medio/minuto) (Osman et al., 2015). En el estudio de Ghribi et al. (2007) (de preferencia), indica que el oxígeno disuelto es necesario durante las primeras 6 h de crecimiento para regular la tasa de asimilación de la fuente de carbono y en consecuencia la síntesis de las toxinas. Cuando la saturación de oxígeno disuelto se incrementa de 60 % a 70 % durante las primeras 6 h y luego disminuye a 40 % hasta el final de la fermentación, la producción de biomasa aumenta sin disminuir el rendimiento de la síntesis de toxinas, mientras que, con oxígeno disuelto mayor (80 %) la síntesis de toxinas por las células disminuye en más del 42%.

3.1.3.5 Recuperación del Insecticida Biológico

El producto final de la fermentación del caldo de *B. thuringiensis* consiste en una mezcla de esporas, cristales, restos celulares y otros sólidos residuales (Marzban et al., 2014). De estos, las esporas y los cristales, son el objetivo de extracción de dicha mezcla para la formulación de los bioinsecticidas de *Bt* (Marzban et al., 2016).

Existen algunos métodos de recuperación del complejo espора- cristal (CSC) y en la Tabla 3.7 se presenta un resumen de los métodos más comunes aplicados en recuperación de *Bt* con una descripción general de los puntos más importantes a considerar en cada uno de ellos, y los parámetros claves a evaluar que conducen a una buena elección del método de recuperación del insecticida biológico como son: rendimiento de biomasa húmeda (g/L), rendimiento de esporas (CFU/mL) y actividad tóxica (LC₅₀ nL/mL).

De los métodos descritos en la Tabla 3.7, la centrifugación (C) es el método más convencional por ser una técnica simple y versátil (Marzban et al., 2014). Prabakaran y Hoti (2008b), demostraron que, al comparar los métodos de separación del CSC entre precipitación ácida (PA), C y ultrafiltración (UF) con flujo tangencial, este último tuvo el mejor desempeño en comparación con las dos anteriores tanto en rendimiento de biomasa, rendimiento de esporas y toxicidad. Para la UF la toxicidad fue 1,21 y 2,68 veces superior a la alcanzada por C y PA, respectivamente. El método de precipitación, aunque es económico y no requiere de equipo costoso, tiene como desventaja el uso de químicos corrosivos peligrosos para la salud humana, y la baja recuperación. Por lo que, la UF tangencial, puede ser una técnica de recuperación con pérdidas mínimas de producto, con costos de procesamiento mínimos y con máxima recuperación del CSC.

En otro estudio Prabakaran y Hoti (2012) analizaron la eficiencia de recuperación entre la PA e inmovilización con alginato (IA), demostraron una vez más, que la PA resulta inefectivo y que la IA tiene una aplicación potencial en la recolección, dado que, fue superior en todos los aspectos evaluados, es decir, el rendimiento de biomasa húmeda, así como el de esporas fue mayor en IA y la concentración letal media (LC₅₀) fue menor, entendiéndose que tiene mayor actividad tóxica con menor concentración. Además, la PA produce corrosión en los equipos y pérdidas significativas del CSC en el sobrenadante, en contraste con la IA donde el desperdicio del CSC es menor y es un método no costoso.

Por otro lado, Marzban et al. (2016), analizaron los métodos de microfiltración (MF) y UF para la recuperación del CSC del caldo de fermentación, evidenciaron que el rechazo de los sólidos (CSC) fue del 99,9 % para las dos técnicas, por lo que, tanto la UF como la MF se pueden utilizar de manera efectiva para recuperar el bioplaguicida.

Tabla 3.7. Métodos de recuperación del complejo espora-cristal.

Método	Equipos	Costo aproximado de equipos (US\$)	Parámetros: Biomasa (g/L) Esporas (CFU/mL) LC ₅₀ (nL/mL)	Ventajas y Desventajas	Referencias
Ultrafiltración (UF)	Unidad de filtración	10,000 – 12,000	53,30 2,30x10 ¹⁸ 28	- Inversión inicial menor - Rendimiento de biomasa y toxicidad altos - Pérdida de CSC en sobrenadante mínima	(Prabakaran & Hoti, 2008b)
Centrifugación (C)	Centrífuga continua	40,000 - 46,000	39,00 1,8x10 ¹⁷ 34	- Inversión inicial alta - Rendimiento de biomasa, espora y toxicidad menor a UF - Útil en aplicaciones grandes o pequeñas a escala piloto - Pérdida de CSC sobrenadante mayor a UF	
Spray drying (SD)	Unidad de secado	-	NR 5,0x10 ⁹ 17,42	- Útil para grandes volúmenes - Pérdida de esporas en secado - Pérdida de bioactividad	(Prabakaran & Hoti, 2008a)
Precipitación ácida (PA)	No necesita equipos	Solo se necesita ácido clorhídrico (HCl)	32,70 2,9x10 ¹⁶ 75	- Uso de químicos corrosivos - Rendimiento de biomasa, espora y toxicidad muy baja - Pérdida de CSC en sobrenadante	(Prabakaran & Hoti, 2008b)
			224,00 2,17x10 ¹⁴ 0,92		(Prabakaran & Hoti, 2012)
Inmovilización con alginato (IA)	No necesita equipos	Solo necesita alginato de sodio	270,67 3,0x10 ¹⁵ 0,71	- Inversión inicial menor - Fácil preparación - Rendimiento de biomasa, espora y toxicidad alta - Útil para pequeños laboratorios o industrias - Pérdidas mínimas de CSC en sobrenadante	(Prabakaran & Hoti, 2012)
Microfiltración (MF)	Unidad de microfiltración	-	99,9 %*	- Alta eficiencia de recuperación - Costo de membrana menor a UF - Ensuciamiento de membrana	(Marzban et al., 2016)

Nota: NR: no reportado

* Porcentaje de rechazo de sólidos (espora-cristal)

Finalmente, el método spray drying (SD) es aplicado porque permite trabajar con grandes volúmenes de caldo, sin embargo, la exposición del CSC a altas temperaturas afectan la actividad tóxica del bioplaguicida (Brar et al., 2006). Prabakaran y Hoti (2008b) evidenciaron que, para recuperar el CSC empelando SD con menores pérdidas de actividad larvicida y de concentración de esporas, se debe manejar una temperatura de entrada y de salida de 160 °C y 70 °C, respectivamente.

Como se puede ver en la Tabla 3.8 hay varias opciones de recuperación. Por lo tanto, la elección de una buena técnica dependerá tanto de la capacidad de inversión, así como también del volumen de operación, de las características finales del producto como la conservación de la toxicidad y del tipo de formulación del bioinsecticida. Considerando, que en una producción lo que siempre se busca es minimizar los costos de producción, esto también implica, minimizar el número de operaciones en el proceso.

3.2 Conclusiones

- En el Ecuador se encuentran registrados 104 ingredientes activos de insecticidas en estado Vigente y son empleados para el control de insectos en 106 cultivos, de los cuales se destacan los cultivos de arroz, banano, cacao, caña de azúcar, maíz duro, palma africana y rosa, por el número de hectáreas sembradas y por su aporte en la economía nacional como producto de las exportaciones no petroleras.
- El insecto plaga *Spodoptera frugiperda* (Lepidóptera), que ataca al cultivo de maíz en el Ecuador, tiene 42 ingredientes activos registrados para su control, seguido de *Frankliniella occidentalis* (Tisanóptera) que ataca a la rosa, con 41 ingredientes activos.
- La bacteria *Bacillus thuringiensis*, es la mejor alternativa biológica para el control de insectos lepidópteros, debido a, su capacidad de sintetizar más de 800 genes cry codificantes de proteínas Cry con actividad insecticida para varios órdenes de insectos y por su vasta experimentación tanto en laboratorio como en campo que demuestran su eficacia en el control de insectos a nivel mundial. *Bt* es el agente microbiano más empelado en las formulaciones bioinsecticidas y en el Ecuador se encuentran registrados 12 nombres comerciales.
- La mayor cantidad de opciones de producción para la obtención del complejo esporacristal de *B. thuringiensis*, se realiza en medios de cultivos líquidos con componentes que satisfacen las necesidades nutricionales del microorganismo, como fuentes de

carbono, nitrógeno y sales. Para una producción a mayor escala, los medios de cultivo convencionales de experimentación se sustituyen por medios alternativos de bajo costo. Materias primas como harina de soya, almidón y agua de mar, conforman un medio de cultivo óptimo para la producción de esporas (38×10^8 esporas/mL) y δ -endotoxinas (2,80 g/L).

- Para la recuperación del insecticida biológico se plantean varios métodos como ultrafiltración, centrifugación, spray-drying, precipitación ácida, inmovilización con alginato y microfiltración cuya implementación dependerá de la capacidad de inversión, volumen y eficacia del producto.

3.3 Recomendaciones

- Encontrar cepas locales de *Bacillus thuringiensis* con potencial insecticida.
- Realizar experimentaciones donde se evalúe la idoneidad del medio de cultivo empleando harina de soya, almidón y agua de mar, donde se determinen las condiciones de producción y se verifiquen los rendimientos de esporas y cristales.
- Realizar ensayos de recuperación del complejo espora-cristal con diferentes métodos que permitan obtener un producto efectivo a bajo costo.

4 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Adang, M., Crickmore, N., & Jurat-Fuentes, J. (2014). Diversity of *Bacillus thuringiensis* Crystal Toxins and Mechanism of Action. *Advances in Insect Physiology*, 47, 39–87. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-800197-4.00002-6>
- [2] Agrocalidad. (2021). Coordinación general de registro de insumos agropecuarios. Dirección de registro de insumos agrícolas. In *Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario*. <https://www.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/2021/10/Plaguicidas-Prohibidos-en-el-Ecuador.pdf>
- [3] Agrocalidad. (2022). Reporte de productos de insumos agrícolas. In *Agencia de regulación y control Fito y Zoosanitario*.
- [4] Aktar, W., Sengupta, D., & Chowdhury, A. (2009). Impact of pesticides use in agriculture: their benefits and hazards. *Interdisciplinary Toxicology*, 2(1), 1–12. <https://doi.org/10.2478/v10102-009-0001-7>
- [5] Andrade, A., Vilas-Bôas, T., & Castro, R. (2010). *Bacillus thuringiensis*: características gerais e fermentação. *Semina: Ciências Agrárias*, 31(4), 945–958. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=445744098014>
- [6] Areco, V., Peralta, C., & Palma, L. (2019). *Bacillus thuringiensis* se hace mayor, más de medio siglo como alternativa a los insecticidas de síntesis. In *Sociedad Española de entomología aplicada* (pp. 1–9). www.seea.es
- [7] Aviaga, C. (2016). *Manejo de plaguicidas*. Comisión de Medio Ambiente. https://www.rapaluruaguay.org/sitio_1/agrotoxicos/Proyecto_de_ley_manejo_de_plaguicidas_Carol_Aviaga.pdf
- [8] Awad, K., Rahbani Mounsef, J., Salameh, D., kallassy Awad, M., Lteif, R., & Brandam, C. (2014). Evaluation of a cereal milling by-product for the low cost production of *Bacillus thuringiensis kurstaki* in submerged fermentation. *European Journal of Biotechnology and Bioscience*, 6, 1. <http://oatao.univ-toulouse.fr/22781OfficialURL:http://www.biosciencejournals.com/vol1/issue6/10.html>
- [9] Bechtel, D., Bulla, L., Bulla, L., Kramer, K. J., Bechtel, D., & David, L. (1976). Electron Microscope Study of Sporulation and Parasporal Crystal Formation in *Bacillus thuringiensis*. *Journal of Bacteriology*, 127(3), 1472–1481. <https://doi.org/10.1128/jb.127.3.1472-1481.1976>

- [10] Berlitz, D., Oliboni, A., Sebben, A., Vargas, J., & Fiuza, L. (2012). Mortality of *Oryzophagus oryzae* (Costa Lima, 1936) (Coleoptera: Curculionidae) and *Spodoptera frugiperda* (J E Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) Larvae Exposed to *Bacillus thuringiensis* and Extracts of *Melia azedarach*. *Braz. Arch. Biol. Technol.*, 55(5), 725–731.
<https://www.scielo.br/j/babt/a/CQNZZRZrSBHQxY7KrnCDkgv/?format=pdf&lang=en>
- [11] Brar, S., Verma, M., Tyagi, R., Valéro, J., & Surampalli, R. (2006). Efficient centrifugal recovery of *Bacillus thuringiensis* biopesticides from fermented wastewater and wastewater sludge. *Water Research*, 40(6), 1310–1320.
<https://doi.org/10.1016/j.watres.2006.01.028>
- [12] Bravo, A., Gill, S., & Soberón, M. (2007). Mode of action of *Bacillus thuringiensis* Cry and Cyt toxins and their potential for insect control. *Toxicon*, 49(4), 423–435.
<https://doi.org/10.1016/J.TOXICON.2006.11.022>
- [13] Bravo, A., Likitvivanavong, S., Gill, S., & Soberón, M. (2011). *Bacillus thuringiensis*: A story of a successful bioinsecticide. *Insect Biochemistry and Molecular Biology*, 41(7), 423–431. <https://doi.org/10.1016/J.IBMB.2011.02.006>
- [14] Bravo, A., Pacheco, S., Gómez, I., Garcia-Gómez, B., Onofre, J., & Soberón, M. (2017). Insecticidal proteins from *Bacillus thuringiensis* and their mechanism of action. *Bacillus Thuringiensis and Lysinibacillus Sphaericus: Characterization and Use in the Field of Biocontrol*, 53–66. https://doi.org/10.1007/978-3-319-56678-8_4
- [15] Cecon, E. (2008). La revolución verde tragedia en dos actos. *Ciencias*, 1(91), 21–29.
- [16] CEDRSSA. (2020). *Impacto de los plaguicidas en el sector agropecuario. Centro de Estudios para el Desarrollo Rural Sustentable y la Soberanía Alimentaria (CEDRSSA)* (pp. 1–44).
<http://www.cedrssa.gob.mx/files/b/13/54IMPACTO%20DE%20LOS%20PLAGUICIDAS.pdf>
- [17] Costa, J., Freitas, B., Cruz, C., Silveira, J., & Morais, M. (2019). Potential of microalgae as biopesticides to contribute to sustainable agriculture and environmental development. *Journal of Environmental Science and Health - Part B Pesticides, Food Contaminants, and Agricultural Wastes*, 54(5), 366–375.
<https://doi.org/10.1080/03601234.2019.1571366>
- [18] Crickmore, N. (2022). *Bacillus thuringiensis Toxin Nomenclature*. Full List of Delta-Endotoxins. http://www.lifesci.sussex.ac.uk/home/Neil_Crickmore/Bt/toxins2.html

- [19] Crickmore, N., Berry, C., Panneerselvam, S., Mishra, R., Connor, T., & Bonning, B. (2021). A structure-based nomenclature for *Bacillus thuringiensis* and other bacteria-derived pesticidal proteins. *Journal of Invertebrate Pathology*, 186. <https://doi.org/10.1016/J.JIP.2020.107438>
- [20] Crickmore, N., Zeigler, D., Feitelson, J., Schnepf, E., Rie, J., Lereclus, D., Baum, J., & Dean, D. (1998). Revision of the Nomenclature for the *Bacillus thuringiensis* Pesticidal Crystal Proteins. *Microbiology and Molecular Biology Reviews*, 62(3), 807-813. <https://doi.org/10.1128/MMBR.62.3.807-813.1998>
- [21] Drouet, A. (2018). Efecto de la aplicación de *Bacillus thuringiensis* en el control del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda* J.E. Smith) del híbrido de Maíz (*Zea mays*) INIAP H-551 en la comuna Río Verde provincia de Santa Elena. *Revista Científica y Tecnológica UPSE*, 5(1), 47–56. <https://doi.org/10.26423/rctu.v5i1.312>
- [22] Duarte, J., Wanderley, M., da Silva, T., Marques, D., da Silva, G., Gurgel, J., Oliveira, J., & Porto, A. (2020). *Bacillus thuringiensis* endotoxin production: a systematic review of the past 10 years. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 36(128), 1–21. <https://doi.org/10.1007/S11274-020-02904-4>
- [23] Ennouri, K., Ben Hassen, H., & Zouari, N. (2016). Statistical Analysis of Cultural Parameters Influencing Delta-Endotoxins and Proteases Productions by *Bacillus thuringiensis kurstaki*. *Arabian Journal for Science and Engineering*, 41(1), 1–8. <https://doi.org/10.1007/s13369-015-1722-x>
- [24] ESPAC. (2018). Sector agrícola Ecuador. In *Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC)*. <https://blogs.cedia.org.ec/obest/wp-content/uploads/sites/7/2020/06/Diagn%C3%B3stico-sector-agr%C3%ADcola-Ecuador.pdf>
- [25] ESPAC. (2022). *Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua ESPAC 2021*. Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC). https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac-2021/Principales%20resultados-ESPAC_2021.pdf
- [26] Ezeta, J., García, O., & Gordillo, F. (2018). *Evaluación del control biológico de *Spodoptera frugiperda* en el cultivo de maíz*. 3(11), 18. <https://doi.org/10.26910/issn.2528-8083vol3iss11.2018pp18-23p>

- [27] FAO. (2022a). *Glosario de términos*. <https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/codex-texts/dbs/pestres/glossary/es/>
- [28] FAO. (2022b). *Pesticides use*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <https://www.fao.org/faostat/en/#data/RP/visualize>
- [29] Federici, B., Park, H., & Sakano, Y. (2006). Insecticidal Protein Crystals of *Bacillus thuringiensis*. *Inclusions in Prokaryotes*, 195–236. https://doi.org/10.1007/3-540-33774-1_8
- [30] Fernández, D., Ramírez, J., & Galán, W. (2019). Toxic Potential of *Bacillus thuringiensis*: An Overview. *Protecting Rice Grains in the Post-Genomic Era*, 1–22. <https://doi.org/10.5772/INTECHOPEN.85756>
- [31] García, N. (2008). Avances en el desarrollo de formulaciones insecticidas a base de *Bacillus thuringiensis*. *Rev. Colomb. Biotecnol*, 10(1), 49–63.
- [32] Ghazwan, A., Ahmad, A., & Talaei-Hassanloui, R. (2017). Evaluation of *Bacillus thuringiensis* to Control *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) under Laboratory Conditions. *Agricultural Sciences*, 8, 591–599. <https://doi.org/10.4236/as.2017.87045>
- [33] Ghribi, D., Zouari, N., Trigui, W., & Jaoua, S. (2007). Use of sea water as salts source in starch- and soya bean-based media, for the production of *Bacillus thuringiensis* bioinsecticides. *Process Biochemistry*, 42(3), 374–378. <https://doi.org/10.1016/j.procbio.2006.09.006>
- [34] González, J., Mollá, O., Montón, H., & Urbaneja, A. (2011). Efficacy of *Bacillus thuringiensis* (Berliner) in controlling the tomato borer, *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). *BioControl*, 56(1), 71–80. <https://doi.org/10.1007/S10526-010-9310-1>
- [35] Grillo, Á. (2018). Exposición a plaguicidas organofosforados y polineuropatía periférica en trabajadores de la región del Maule, Chile. *Rev Esp Salud Pública*, 29(22), 1–10.
- [36] Hidalgo, L. (2017). *La situación actual de la sustitución de insumos agroquímicos por productos biológicos como estrategia en la producción agrícola: El sector florícola ecuatoriano* [Maestría en Relaciones Internacionales]. Universidad Andina Simón Bolívar.

- [37] Ibrahim, M., Griko, N., Junker, M., & Bulla, L. A. (2010). *Bacillus thuringiensis* A genomics and proteomics perspective. *Bioengineered Bugs*, 1(1), 31–50. <https://doi.org/10.4161/BBUG.1.1.10519>
- [38] INIAP. (2011). Insecticidas de uso agrícola en el Ecuador. In *Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP)* (pp. 1–8). <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/1253/1/INIAP%20bolet%C3%ADn%20divulgativo%20401.pdf>
- [39] IRAC. (2022). *IRAC Mode of action classification scheme*. www.iraconline.org
- [40] Izquierdo, J. (2017). *Contaminación de los suelos agrícola provocados por el uso de los agroquímicos en la parroquia San Joaquín*. Universidad Politécnica Salesiana.
- [41] Jallouli, W., Driss, F., Fillaudeau, L., & Rouis, S. (2020). Review on biopesticide production by *Bacillus thuringiensis* subsp. *kurstaki* since 1990: Focus on bioprocess parameters. *Process Biochemistry*, 98, 224–232. <https://doi.org/10.1016/J.PROCBIO.2020.07.023>
- [42] Jouzani, G., Valijanian, E., & Sharafi, R. (2017). *Bacillus thuringiensis*: a successful insecticide with new environmental features and tidings. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 101(7), 2691–2711. <https://doi.org/10.1007/S00253-017-8175-Y>
- [43] Kumar, P., Kamle, M., Borah, R., Mahato, D., & Sharma, B. (2021). *Bacillus thuringiensis* as microbial biopesticide: uses and application for sustainable agriculture. *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 31(1). <https://doi.org/10.1186/S41938-021-00440-3>
- [44] MAGAP. (2017). Manejo agroecológico de plagas. In *Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP)*. Quito. <https://balcon.mag.gob.ec/mag01/magapaldia/libro/Manejo%20agroecolo%CC%81gic%20de%20plagas%20MSV.pdf>
- [45] Martínez, A., & Huerta, K. (2018). La revolución verde. *Revista Iberoamericana de Bioeconomía y Cambio Climático*, 4(8), 1040–1052. <https://doi.org/10.5377/ribcc.v4i8.6717>
- [46] Marzban, R., Saberi, F., Mahdi, M., & Shirazi, A. (2014). Separation of *Bacillus thuringiensis* from fermentation broth using microfiltration: Optimization approach. *Biotechnology View project Next Generation of MD Membranes View project Separation of Bacillus thuringiensis from fermentation broth using microfiltration:*

Optimization approach. In *Article in Research Journal of Biotechnology* (Vol. 9, Issue 9). <https://www.researchgate.net/publication/287020452>

- [47] Mathew, I., Singh, D., Singh, R., & Tripathi, M. (2014). *Bacillus thuringiensis*: The biocontrol agent in a food web perspective. *Biolife*, 2(1), 348–362. www.biolifejournal.com
- [48] Mazmira, M., Ramlah, S., Rosfarizan, M., Ling, T., & Ariff, A. (2012). Effect of saccharides on growth, sporulation rate and δ -endotoxin synthesis of *Bacillus thuringiensis*. *African Journal of Biotechnology*, 11(40), 9654–9663. <https://doi.org/10.5897/ajb11.1391>
- [49] Melo, A., Soccol, V., & Soccol, C. (2014). *Bacillus thuringiensis*: Mechanism of action, resistance, and new applications: A review. *Critical Reviews in Biotechnology*, 36(2), 317–326. <https://doi.org/10.3109/07388551.2014.960793>
- [50] MSP. (2020). *Subsecretaría de vigilancia de la salud pública. Subsistema de vigilancia Sive-Alerta*. Ministerio de Salud Pública (MSP). Quito. <https://www.salud.gob.ec/wp-content/uploads/2021/01/Toxicos-y-quimicos-SE-51.pdf>
- [51] Muntahi, M., Asaduzzaman, S., Shakila, N. K., & Md., M. H. (2015). Regulation of major cultural components for designing a cost effective medium to increase δ -endotoxin synthesis by *Bacillus thuringiensis*. *African Journal of Biotechnology*, 14(16), 1379–1386. <https://doi.org/10.5897/ajb2014.14340>
- [52] Naranjo, A. (2017). *La otra Guerra: Situación de los plaguicidas en Ecuador* (A. Maldonado, C. Chérrez, & E. Bravo, Eds.; 1st ed.).
- [53] Naseri, S., Mahdi, M., Kargari, A., & Marzban, R. (2016). Application of Membrane Separation Technology in Downstream Processing of *Bacillus thuringiensis* Biopesticide: A Review. *Journal of Membrane Science and Research*, 2, 66–77. <https://doi.org/10.22079/JMSR.2016.19154>
- [54] OMS. (2020). *Clasificación recomendada por la OMS de los plaguicidas por el peligro que presentan y directrices para la clasificación 2019*. Organización Mundial de la Salud. <http://apps.who.int/bookorders>.
- [55] Osman, G., Assaeedi, A., Organji, S., & El-Ghareeb, D. (2015). Bioinsecticide *Bacillus thuringiensis* a comprehensive review. *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 25(1), 271–288. <https://www.researchgate.net/publication/279699661>

- [56] Özkan, M., Dilek, F., Yetis, Ü., & Özcengiz, G. (2002). Nutritional and cultural parameters influencing antidipteran delta-endotoxin production. *Research in Microbiology*, 154(1), 49–53. [https://doi.org/10.1016/S0923-2508\(02\)00006-2](https://doi.org/10.1016/S0923-2508(02)00006-2)
- [57] Palma, L., & Berry, C. (2016). Understanding the structure and function of *Bacillus thuringiensis* toxins. *Toxicon*, 109, 1–3. <https://doi.org/10.1016/J.TOXICON.2015.10.020>
- [58] Palma, L., Muñoz, D., Berry, C., Murillo, J., & Caballero, P. (2014). *Bacillus thuringiensis* toxins: An overview of their biocidal activity. *Toxins*, 6(12), 3296–3325. <https://doi.org/10.3390/TOXINS6123296>
- [59] Peralta, C., & Palma, L. (2017). Is the Insect World Overcoming the Efficacy of *Bacillus thuringiensis*? *Toxins*, 9(1). <https://doi.org/10.3390/TOXINS9010039>
- [60] Portela, D., Chaparro, A., & López, S. (2013). La biotecnología de *Bacillus thuringiensis* en la agricultura. *NOVA - Publicación Científica En Ciencias Biomédicas*, 11(20), 87–97.
- [61] Rainforest, A. (2017). Listas para la Gestión de Plaguicidas. In *Red de Agricultura Sostenible*, A.C. www.rainforest-alliance.org
- [62] Sanahuja, G., Banakar, R., Twyman, R., Capell, T., & Christou, P. (2011). *Bacillus thuringiensis*: A century of research, development and commercial applications. *Plant Biotechnology Journal*, 9(3), 283–300. <https://doi.org/10.1111/J.1467-7652.2011.00595.X>
- [63] Sánchez, A., Vayas, T., Mayorga, F., & Freire, C. (2018). *Sector agrícola Ecuador*. <https://blogs.cedia.org.ec/obest/wp-content/uploads/sites/7/2020/06/Diagn%C3%B3stico-sector-agr%C3%ADcola-Ecuador.pdf>
- [64] Sauka, D., & Benintende, G. (2008). *Bacillus thuringiensis*: generalidades. Un acercamiento a su empleo en el biocontrol de insectos lepidópteros que son plagas agrícolas. *Revista Argentina de Microbiología*, 40, 124–140.
- [65] Segura, J. (2020). Plaguicidas y fertilizantes en Ecuador: oportunidades para su comercialización. In *Dirección de Inteligencia Comercial*. <http://sistemas.procomer.go.cr/DocsSEM/DF41C814-2807-46FA-A3D9-959A6582A0C7.pdf>

- [66] Shojaaddini, M., Moharramipour, S., Khodabandeh, M., & Talebi, A. (2010). Development of a cost effective medium for production of *Bacillus thuringiensis* bioinsecticide using food barley. *Journal of Plant Protection Research*, 50(1), 9–14. <https://doi.org/10.2478/v10045-010-0002-8>
- [67] SIPA. (2020). *Panorama Agroeconómico: Ecuador 2020*. Sistema de Información Pública Agropecuaria (SIPA). http://sipa.agricultura.gob.ec/descargas/panorama_agroeconomico/panorama_agroeconomico_2020.pdf
- [68] SIPA. (2022a). *Boletín Panorama Agroestadístico 2022*. Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). http://sipa.agricultura.gob.ec/boletines/panorama_agroestadistico/2022/panorama_agroestadistico_enero.pdf
- [69] SIPA. (2022b). *Boletín situacional 2021*. Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). <http://sipa.agricultura.gob.ec/index.php/situacionales-agricolas/situacional-aguacate>
- [70] Soberón, M., & Bravo, A. (2007a). *Bacillus thuringiensis* y sus toxinas insecticidas [Universidad Nacional Autónomas de México]. In *Microbios*. http://www.biols.susx.ac.uk/Home/Neil_Crickmore/Bt/
- [71] Soberón, M., & Bravo, A. (2007b). Las toxinas Cry de *Bacillus thuringiensis*: modo de acción y consecuencias de su aplicación. In *Biotecnología* (Vol. 14, pp. 303–313). <http://www.>
- [72] Souza, B., Vázquez, C. L., & Marucci, R. (2019). Natural enemies of insect pests in neotropical agroecosystems: Biological control and functional biodiversity. In *Natural Enemies of Insect Pests in Neotropical Agroecosystems: Biological Control and Functional Biodiversity*. Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-24733-1>
- [73] SP-IPM. (2006). *Biological alternatives to Harmfull Chemical Pesticides. IPM Research Brief No.4. SP-IPM Secretariat, International Institute of Tropical Agriculture (IITA), Cotonou, Benin.*
- [74] Syngenta. (2020). *Toxicología de los plaguicidas para el control de plagas urbanas*. <https://www.syngentappm.com.mx/noticias/producto/toxicologia-de-los-plaguicidas-para-el-control-de-plagas-urbanas>

- [75] TRADEMAP. (2022). *Lista de los mercados proveedores para un producto importado por Ecuador en 2021*. Valores de Importación y Exportación. https://www.trademap.org/Country_SelProductCountry.aspx?nvpm=3%7c218%7c%7c%7c%7c380861%7c%7c%7c6%7c1%7c1%7c1%7c1%7c2%7c1%7c1%7c1
- [76] Ulibarry, P. (2019). Efecto de los plaguicidas sobre la salud humana Exposición e impactos Autor. In *Biblioteca del Congreso Nacional de Chile - Asesoría Técnica Parlamentaria* (pp. 1–8). https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=repositorio/10221/26823/2/Efecto_de_los_plaguicidas_en_la_Salud.pdf
- [77] Usta, C. (2013). Microorganisms in Biological Pest Control — A Review (Bacterial Toxin Application and Effect of Environmental Factors). In *Current Progress in Biological Research*. InTech. <https://doi.org/10.5772/55786>
- [78] Valverde, A., Cornejo, A., Carbajal, K., Cordova, H., & Jacobo, S. (2020). Importancia de los entomopatógenos en el control de la plaga *Spodoptera frugiperda* (Smith) en el cultivo del maíz morado. *REBIOL*, 40(2), 206–217. <https://doi.org/10.17268/rebiol.2020.40.02.08>
- [79] Zenas, G., & Neil, C. (2013). *Bacillus thuringiensis* applications in agriculture. *Bacillus Thuringiensis Biotechnology*, 19–39. https://doi.org/10.1007/978-94-007-3021-2_2

5 ANEXOS

ANEXO I

Tabla A.1. Clasificación de insecticidas por grupo químico y modo de acción.

Grupo principal y modo de acción	Familia química de Insecticidas	Ingredientes activos comunes
Inhibidores de acetilcolinesterasa (AChE): Acción nerviosa	Organofosforados	- Acefato - Clorpirifos - Diazinón - Diclorvós - Dimetoato - Fenitrotión - Fentión - Malatión - Metamidofos - Monocrotofós - Paratión - Pirimifos - Profenofós - Temefós
	Carbamatos	- Aldicarb - Bendiocarb - Carbaril - Carbofurano - Carbosulfán - Metiocarb - Metomil - Pirimicarb - Tiodicarb
Moduladores de los canales de sodio: Acción nerviosa	Organoclorados	- DDT
	Piretroides	- Alletrina - Bifentrina - Ciflutrina - Lambda cialotrina - Cipermetrina - Deltametrina - Fenvalerato - Permetrina - Resmetrina
	Piretrinas	- Piretrinas
Antagonistas de los canales de cloruro activados por GABA: Acción nerviosa	Ciclodieno organoclorados	- Clordano - Endosulfán - gamma-HCH
	Fenilpirazoles (Fiproles)	- Fipronil
Moduladores competitivos del receptor nicotínico de acetilcolina (nAChR): Acción nerviosa	Neonicotinoides	- Acetamiprid - Imidacloprid - Nitenpiram - Tiacloprid - Tiametoxam
	Nicotina	- Nicotina
	Spinocin	- Espinosad
	Sulfoximinas	- Sulfoxaflor
Moduladores alostéricos del canal de cloruro activado por glutamato (GluCl): Acción nerviosa y muscular	Avermectin	- Abamectina - Benzoato de Emamectina

(IRAC, 2022)

ANEXO 2

Tabla A.2. Ingredientes activos de insecticidas, cultivos a los que se aplican y plagas que controlan.

N°	Lista de Ingredientes Activos	# NC registrados	Cultivos	Plaga	Orden
1	Abamectina	9	Rosa	<i>Tetranychus urticae</i>	Trombidiformes
			Tomate riñón	<i>Tuta absoluta</i>	Lepidóptera
			Arroz	<i>Tetranychus urticae</i>	Trombidiformes
			Papa	<i>Bactericera cockerelli</i>	Hemíptera
			Melón	<i>Frankliniella occidentalis</i>	Tisanóptera
2	Abamectina + otros	10	Rosa	<i>Tetranychus urticae</i>	Trombidiformes
				<i>Frankliniella occidentalis</i>	Tisanóptera
			Tomate riñón	<i>Trialeurodes vaporariorum</i>	Hemíptera
				<i>Nacobbus aberrans</i>	Tylenchida
				<i>Bemisia tabaci</i>	Hemíptera
				<i>Liriomyza huidobrensis</i>	Díptera
			Pimiento	<i>Myzus persicae</i>	Homoptera
			Papa	<i>Frankliniella tuberosi</i>	Tisanóptera
				<i>Bactericera cockerelli</i>	Hemíptera
				<i>Globodera pallida</i>	Tylenchida
Banano	<i>Cosmopolites sordidus</i>	Coleóptera			
	<i>Dysmicoccus brevipes</i>	Hemíptera			
	<i>Radopholus similis</i>	Tylenchida			
3	Acefato	25	Tomate riñón	<i>Trialeurodes vaporariorum</i>	Hemíptera
				<i>Bemisia tabaci</i>	Hemíptera
				<i>Tuta absoluta</i>	Lepidóptera
			Papa	<i>Frankliniella tuberosi</i>	Tisanóptera
				<i>Epitrix cucumeris</i>	Coleóptera
				<i>Premnotrypes vorax</i>	Coleóptera
				<i>Bactericera cockerelli</i>	Hemíptera
			Arroz	<i>Tagosodes oryzicolus</i>	Hemíptera
				<i>Spodoptera frugiperda</i>	Lepidóptera
				<i>Rupela albinella</i>	Lepidóptera
				<i>Hydrellia sp</i>	Díptera
			Maíz	<i>Spodoptera frugiperda</i>	Lepidóptera
Rosa	<i>Frankliniella occidentalis</i>	Tisanóptera			
Espárrago	<i>Thrips tabaci</i>	Tisanóptera			
Brócoli	<i>Plutella xylostella</i>	Lepidóptera			
4	Acefato + otros	3	Papa	<i>Epitrix similis</i>	Coleóptera
			Arroz	<i>Spodoptera frugiperda</i>	Lepidóptera
				<i>Hydrellia sp</i>	Díptera
			Rosa	<i>Thrips spp.</i>	Tisanóptera
			Tomate de árbol	<i>Trialeurodes vaporariorum</i>	Hemíptera
Tabaco	<i>Bemisia tabaci</i>	Hemíptera			
5	Acetamiprid	18	Tomate riñón	<i>Bemisia tabaci</i>	Hemíptera
				<i>Trialeurodes vaporariorum</i>	Hemíptera
			Papa	<i>Bactericera cockerelli</i>	Hemíptera
			Melón	<i>Bemisia tabaci</i>	Hemíptera
			Rosa	<i>Frankliniella occidentalis</i>	Tisanóptera
			Arroz	<i>Hydrellia sp</i>	Díptera
<i>Tagosodes oryzicolus</i>	Hemíptera				

N°	Lista de Ingredientes Activos	# NC registrados	Cultivos	Plaga	Orden
			Gypsophila paniculata	<i>Liriomyza huidobrensis</i>	Díptera
			Tomate de árbol	<i>Bemisia tabaci</i>	Hemíptera
				<i>Macrosiphum euphorbiae</i>	Hemíptera
			Pepino	<i>Macrosiphum euphorbiae</i>	Hemíptera
			Pepino dulce	<i>Macrosiphum euphorbiae</i>	Hemíptera
			Pimiento	<i>Macrosiphum euphorbiae</i>	Hemíptera
			Uvilla	<i>Macrosiphum euphorbiae</i>	Hemíptera
			Berenjena	<i>Macrosiphum euphorbiae</i>	Hemíptera
			Ají	<i>Macrosiphum euphorbiae</i>	Hemíptera
			Naranjilla	<i>Macrosiphum euphorbiae</i>	Hemíptera
			Cebolla roja	<i>Thrips tabaci</i>	Tisanóptera
			Ajo	<i>Thrips tabaci</i>	Tisanóptera
Cebolla blanca	<i>Thrips tabaci</i>	Tisanóptera			
6	Acetamiprid + otros	12	Tomate riñón	<i>Bemisia tabaci</i>	Hemíptera
				<i>Trialeurodes vaporariorum</i>	Hemíptera
				<i>Tuta absoluta</i>	Lepidóptera
			Papa	<i>Bactericera cockerelli</i>	Hemíptera
				<i>Epitrix cucumeris</i>	Coleóptera
				<i>Frankliniella occidentalis</i>	Tisanóptera
			Rosa	<i>Frankliniella occidentalis</i>	Tisanóptera
			Arroz	<i>Hydrellia sp</i>	Díptera
				<i>Oebalus ornatus</i>	Hemíptera
				<i>Tagosodes oryzicolus</i>	Hemíptera
				<i>Spodoptera frugiperda</i>	Lepidóptera
				<i>Diatraea saccharalis</i>	Lepidóptera
			Gypsophila paniculata	<i>Liriomyza huidobrensis</i>	Díptera
			Fréjol	<i>Trialeurodes vaporariorum</i>	Hemíptera
				<i>Bemisia tabaci</i>	Hemíptera
				<i>Caliothrips phaseoli</i>	Tisanóptera
Tomate de árbol	<i>Bactericera cockerelli</i>	Hemíptera			
Maíz	<i>Dalbulus maidis</i>	Homoptera			
	<i>Spodoptera frugiperda</i>	Lepidóptera			
Tabaco	<i>Bemisia tabaci</i>	Hemíptera			
Col	<i>Plutella xylostella</i>	Lepidóptera			
7	Afidopyropen	1	Rosa	<i>Macrosiphum rosae</i>	Hemíptera
			Fréjol	<i>Trialeurodes vaporariorum</i>	Hemíptera
			Tomate riñón	<i>Trialeurodes vaporariorum</i>	Hemíptera
8	Alfa cipermetrina	15	Tomate de árbol	<i>Scrobipalpula absoluta</i>	Lepidóptera
				<i>Tuta absoluta</i>	Lepidóptera
				<i>Trialeurodes vaporariorum</i>	Hemíptera
			Arroz	<i>Spodoptera frugiperda</i>	Lepidóptera
				<i>Rupela albinella</i>	Lepidóptera
				<i>Diatraea saccharalis</i>	Lepidóptera
			Maíz	<i>Spodoptera frugiperda</i>	Lepidóptera
				<i>Trialeurodes vaporariorum</i>	Hemíptera
			Tomate riñón	<i>Tuta absoluta</i>	Lepidóptera
				<i>Scrobipalpula absoluta</i>	Lepidóptera
<i>Myzus persicae</i>	Homoptera				
Rosa	<i>Tetranychus urticae</i>	Trombidiformes			
Papa	<i>Epitrix cucumeris</i>	Coleóptera			

N°	Lista de Ingredientes Activos	# NC registrados	Cultivos	Plaga	Orden
			Pitahaya	<i>Diaspis echinocacti</i>	Hemíptera
9	Alfa cipermetrina + otros	2	Tomate de árbol	<i>Tuta absoluta</i>	Lepidóptera
			Arroz	<i>Diatraea saccharalis</i>	Lepidóptera
			Maíz	<i>Spodoptera frugiperda</i>	Lepidóptera
			Rosa	<i>Frankliniella occidentalis</i>	Tisanóptera
10	Amitraz	2	Rosa	<i>Tetranychus urticae</i>	Trombidiformes
			Tomate riñón	<i>Trialeurodes vaporariorum</i>	Hemíptera
11	Amitraz + otros	1	Rosa	<i>Tetranychus urticae</i>	Trombidiformes
12	Benfuracarb	14	Rosa	<i>Frankliniella occidentalis</i>	Tisanóptera
			Tomate de árbol	<i>Nacobbus aberrans</i>	Tylenchida
				<i>Prodiplosis longifila</i>	Díptera
				<i>Premnotrypes vorax</i>	Coleóptera
			Papa	<i>Epitrix cucumeris</i>	Coleóptera
				<i>Epitrix similis</i>	Coleóptera
				<i>Bactericera cockerelli</i>	Hemíptera
			Banano	<i>Radopholus similis</i>	Tylenchida
				<i>Cosmopolites sordidus</i>	Coleóptera
			Palma africana	<i>Sagalassa valida</i>	Lepidóptera
			Maíz	<i>Spodoptera frugiperda</i>	Lepidóptera
			Arroz	<i>Diatraea saccharalis</i>	Lepidóptera
Tomate riñón	<i>Prodiplosis longifila</i>	Díptera			
Piña	<i>Scutigera sp.</i>	Symphyla			
	<i>Dysmicoccus brevipes</i>	Hemíptera			
13	Benzoato de emamectina	22	Brócoli	<i>Plutella xylostella</i>	Lepidóptera
			Maíz	<i>Spodoptera frugiperda</i>	Lepidóptera
			Pitahaya	<i>Pseudococcus sp.</i>	Hemíptera
			Tomate de árbol	<i>Tuta absoluta</i>	Lepidóptera
			Col arrollada	<i>Plutella xylostella</i>	Lepidóptera
			Col china	<i>Plutella xylostella</i>	Lepidóptera
			Col de bruselas	<i>Plutella xylostella</i>	Lepidóptera
			Coliflor	<i>Plutella xylostella</i>	Lepidóptera
			Nabo	<i>Plutella xylostella</i>	Lepidóptera
			Arroz	<i>Spodoptera frugiperda</i>	Lepidóptera
			Tabaco	<i>Heliothis virescens</i>	Lepidóptera
14	Benzoato de emamectina + otros	4	Maíz	<i>Spodoptera frugiperda</i>	Lepidóptera
			Tomate de árbol	<i>Tuta absoluta</i>	Lepidóptera
			Arroz	<i>Spodoptera frugiperda</i>	Lepidóptera
15	Beta cipermetrina + otros	2	Arroz	<i>Oebalus ornatus</i>	Hemíptera
			Papa	<i>Premnotrypes vorax</i>	Coleóptera
16	Beta ciflutrina + otros	2	Rosa	<i>Frankliniella occidentalis</i>	Tisanóptera
			Arroz	<i>Oebalus ornatus</i>	Hemíptera
				<i>Spodoptera frugiperda</i>	Lepidóptera
			Papa	<i>Premnotrypes vorax</i>	Coleóptera
Tomate riñón	<i>Tuta absoluta</i>	Lepidóptera			
17	Bifentrina	9	Arroz	<i>Tagosodes oryzicolus</i>	Hemíptera
				<i>Steneotarsonemus spinki</i>	Trombidiformes

N°	Lista de Ingredientes Activos	# NC registrados	Cultivos	Plaga	Orden
			Tomate de árbol	<i>Trialeurodes vaporariorum</i>	Hemíptera
			Banano	<i>Frankliniella parvula</i>	Tisanóptera
				<i>Chaetanaphothrips signipennis</i>	Tisanóptera
			Rosa	<i>Tetranychus urticae</i>	Trombidiformes
Papa	<i>Premnotrypes vorax</i>	Coleóptera			
18	Bifentrina + otros	12	Arroz	<i>Tagosodes oryzicolus</i>	Hemíptera
				<i>Oebalus ornatus</i>	Hemíptera
				<i>Hydrellia sp</i>	Díptera
			Tomate de árbol	<i>Bactericera cockerelli</i>	Hemíptera
			Banano	<i>Frankliniella parvula</i>	Tisanóptera
				<i>Chaetanaphothrips signipennis</i>	Tisanóptera
				<i>Dysmicoccus neobrevipes</i>	Hemíptera
			Rosa	<i>Frankliniella occidentalis</i>	Tisanóptera
				<i>Macrosiphum euphorbiae</i>	Hemíptera
			Papa	<i>Premnotrypes vorax</i>	Coleóptera
				<i>Epitrix cucumeris</i>	Coleóptera
				<i>Bactericera cockerelli</i>	Hemíptera
			Soya	<i>Tecia solanivora</i>	Lepidóptera
				<i>Anticarsia gemmatalis</i>	Lepidóptera
			Maíz	<i>Bemisia tabaci</i>	Hemíptera
				<i>Spodoptera frugiperda</i>	Lepidóptera
			Tomate riñón	<i>Tuta absoluta</i>	Lepidóptera
				<i>Bemisia tabaci</i>	Hemíptera
				<i>Trialeurodes vaporariorum</i>	Hemíptera
				<i>Prodiplosis longifila</i>	Díptera
			Aguacate	<i>Frankliniella gardeniae</i>	Tisanóptera
			Café	<i>Hypothenemus hampei</i>	Coleóptera
			Palma africana	<i>Sagalassa valida</i>	Lepidóptera
Cacao	<i>Toxoptera aurantii</i>	Homoptera			
Brócoli	<i>Plutella xylostella</i>	Lepidóptera			
Cebolla	<i>Thrips tabaci</i>	Tisanóptera			
Fréjol	<i>Thrips tabaci</i>	Tisanóptera			
19	Buprofezin	4	Tomate de árbol	<i>Bemisia tabaci</i>	Hemíptera
			Arroz	<i>Tagosodes oryzicolus</i>	Hemíptera
			Tomate riñón	<i>Trialeurodes vaporariorum</i>	Hemíptera
				<i>Bemisia tabaci</i>	Hemíptera
			Banano	<i>Dysmicoccus neobrevipes</i>	Hemíptera
<i>Aleurothrixus floccosus</i>	Hemíptera				
20	Buprofezin + otros	3	Tomate riñón	<i>Trialeurodes vaporariorum</i>	Hemíptera
			Fréjol	<i>Aphis spp.</i>	Hemíptera
				<i>Empoasca spp</i>	Hemíptera
				<i>Thrips spp.</i>	Tisanóptera
			Melón	<i>Aphis spp.</i>	Hemíptera
				<i>Bemisia tabaci</i>	Hemíptera
				<i>Thrips spp.</i>	Tisanóptera
			Arveja	<i>Aphis spp.</i>	Hemíptera
				<i>Empoasca spp</i>	Hemíptera
<i>Thrips spp.</i>	Tisanóptera				

N°	Lista de Ingredientes Activos	# NC registrados	Cultivos	Plaga	Orden
			Sandía	<i>Aphis spp.</i>	Hemíptera
				<i>Bemisia tabaci</i>	Hemíptera
				<i>Thrips spp.</i>	Tisanóptera
			Pepino	<i>Aphis spp.</i>	Hemíptera
				<i>Bemisia tabaci</i>	Hemíptera
				<i>Thrips spp.</i>	Tisanóptera
			Ají	<i>Aphis spp.</i>	Hemíptera
				<i>Bemisia tabaci</i>	Hemíptera
				<i>Thrips spp.</i>	Tisanóptera
Papa	<i>Bactericera cockerelli</i>	Hemíptera			
21	Captan hydrochloride	4	Rosa	<i>Frankliniella occidentalis</i>	Tisanóptera
			Tomate de árbol	<i>Scrobipalpula absoluta</i>	Lepidóptera
				<i>Tuta absoluta</i>	Lepidóptera
			Cebolla	<i>Thrips tabaci</i>	Tisanóptera
			Tomate riñón	<i>Liriomyza huidobrensis</i>	Díptera
22	Captan hydrochloride + otros	1	Tomate de árbol	<i>Spodoptera frugiperda</i>	Lepidóptera
				<i>Tuta absoluta</i>	Lepidóptera
23	Carbaril	4	Maíz	<i>Spodoptera frugiperda</i>	Lepidóptera
			Piña	<i>Thecla basilides</i>	Lepidóptera
			Banano	<i>Dysmicoccus sp.</i>	Hemíptera
			Papa	<i>Premnotrypes vorax</i>	Coleóptera
			Arroz	<i>Tagosodes oryzicolus</i>	Hemíptera
				<i>Pomacea canaliculata</i>	Mesogastropoda
			Piña	<i>Thecla basilides</i>	Lepidóptera
			Tomate riñón	<i>Tuta absoluta</i>	Lepidóptera
24	Carbosulfán	7	Papa	<i>Premnotrypes vorax</i>	Coleóptera
				<i>Bactericera cockerelli</i>	Hemíptera
			Maíz	<i>Agrotis ipsilon</i>	Lepidóptera
			Palma africana	<i>Sagalassa valida</i>	Lepidóptera
			Arroz	<i>Syngamia sp.</i>	Lepidóptera
25	Cartap hydrochloride	2	Rosa	<i>Frankliniella occidentalis</i>	Tisanóptera
			Tomate riñón	<i>Liriomyza huidobrensis</i>	Díptera
26	Ciantraniliprol	1	Pimiento	<i>Agrotis ipsilon</i>	Lepidóptera
			Brócoli	<i>Brevicoryne brassicae</i>	Hemíptera
				<i>Plutella xylostella</i>	Lepidóptera
			Tomate	<i>Liriomyza huidobrensis</i>	Díptera
				<i>Agrotis ipsilon</i>	Lepidóptera
				<i>Tuta absoluta</i>	Lepidóptera
27	Ciantraniliprol + otros	3	Papa	<i>Tecia solanivora</i>	Lepidóptera
			Tomate riñón	<i>Trialeurodes vaporariorum</i>	Hemíptera
			Maíz	<i>Agrotis ipsilon</i>	Lepidóptera
				<i>Frankliniella occidentalis</i>	Tisanóptera
			Rosa	<i>Trialeurodes vaporariorum</i>	Hemíptera
			Gypsophila paniculata	<i>Liriomyza huidobrensis</i>	Díptera
28	Ciflumetofen	1	Rosa	<i>Tetranychus urticae</i>	Trombidiformes
29	Ciflutrina + otros	2	Rosa	<i>Frankliniella occidentalis</i>	Tisanóptera
			Tomate de árbol	<i>Trialeurodes vaporariorum</i>	Hemíptera
30	Cialodiamida	3	Rosa	<i>Frankliniella occidentalis</i>	Tisanóptera
			Arroz	<i>Hydrellia sp</i>	Díptera

N°	Lista de Ingredientes Activos	# NC registrados	Cultivos	Plaga	Orden
31	Cipermetrina	39	Tomate de árbol	<i>Tuta absoluta</i>	Lepidóptera
				<i>Scrobipalpula absoluta</i>	Lepidóptera
				<i>Trialeurodes vaporariorum</i>	Hemíptera
			Tomate riñón	<i>Trialeurodes vaporariorum</i>	Hemíptera
				<i>Tuta absoluta</i>	Lepidóptera
			Papa	<i>Epitrix cucumeris</i>	Coleóptera
				<i>Frankliniella tuberosi</i>	Tisanóptera
			Maíz	<i>Spodoptera frugiperda</i>	Lepidóptera
			Arroz	<i>Spodoptera frugiperda</i>	Lepidóptera
				<i>Hydrellia sp</i>	Díptera
				<i>Oebalus insularis</i>	Hemíptera
			Brócoli	<i>Plutella xylostella</i>	Lepidóptera
			Frambuesa negra	<i>Macrosiphum euphorbiae</i>	Hemíptera
			Frambuesa roja	<i>Macrosiphum euphorbiae</i>	Hemíptera
			Arándano	<i>Macrosiphum euphorbiae</i>	Hemíptera
			Fresa	<i>Macrosiphum euphorbiae</i>	Hemíptera
			Mora	<i>Macrosiphum euphorbiae</i>	Hemíptera
			Gypsophila paniculata	<i>Frankliniella occidentalis</i>	Tisanóptera
			Arveja	<i>Macrosiphum pisi</i>	Hemíptera
			Lechuga	<i>Myzus persicae</i>	Homoptera
Piña	<i>Thecla sp.</i>	Lepidóptera			
Fréjol	<i>Empoasca kraemeri</i>	Hemíptera			
32	Cipermetrina + otros	18	Tomate riñón	<i>Tuta absoluta</i>	Lepidóptera
				<i>Bemisia tabaci</i>	Hemíptera
			Papa	<i>Epitrix cucumeris</i>	Coleóptera
				<i>Epitrix similaris</i>	Coleóptera
				<i>Frankliniella occidentalis</i>	Tisanóptera
			Maíz	<i>Spodoptera frugiperda</i>	Lepidóptera
			Arroz	<i>Spodoptera frugiperda</i>	Lepidóptera
				<i>Hydrellia sp</i>	Díptera
				<i>Agrotis ipsilon</i>	Lepidóptera
			Brócoli	<i>Plutella xylostella</i>	Lepidóptera
			Frambuesa negra	<i>Agrotis ipsilon</i>	Lepidóptera
			Frambuesa roja	<i>Agrotis ipsilon</i>	Lepidóptera
			Arándano	<i>Agrotis ipsilon</i>	Lepidóptera
			Fresa	<i>Agrotis ipsilon</i>	Lepidóptera
			Mora	<i>Agrotis ipsilon</i>	Lepidóptera
			Gypsophila paniculata	<i>Frankliniella occidentalis</i>	Tisanóptera
			Orito	<i>Frankliniella sp.</i>	Tisanóptera
				<i>Frankliniella parvula</i>	Tisanóptera
			Sambo	<i>Agrotis ipsilon</i>	Lepidóptera
			Zapote	<i>Agrotis ipsilon</i>	Lepidóptera
Plátano	<i>Agrotis ipsilon</i>	Lepidóptera			
Kiwano	<i>Agrotis ipsilon</i>	Lepidóptera			
Sandía	<i>Agrotis ipsilon</i>	Lepidóptera			
Algodón	<i>Agrotis ipsilon</i>	Lepidóptera			
Fréjol	<i>Agrotis ipsilon</i>	Lepidóptera			
Soya	<i>Agrotis ipsilon</i>	Lepidóptera			

N°	Lista de Ingredientes Activos	# NC registrados	Cultivos	Plaga	Orden
			Arveja	<i>Agrotis ipsilon</i>	Lepidóptera
			Lenteja	<i>Agrotis ipsilon</i>	Lepidóptera
			Capulí	<i>Agrotis ipsilon</i>	Lepidóptera
			Haba	<i>Agrotis ipsilon</i>	Lepidóptera
			Garbanzo	<i>Agrotis ipsilon</i>	Lepidóptera
			Gandul	<i>Agrotis ipsilon</i>	Lepidóptera
			Chocho	<i>Agrotis ipsilon</i>	Lepidóptera
			Cebolla	<i>Agrotis ipsilon</i>	Lepidóptera
			Mango	<i>Agrotis ipsilon</i>	Lepidóptera
			Naranjilla	<i>Agrotis ipsilon</i>	Lepidóptera
			Papaya	<i>Agrotis ipsilon</i>	Lepidóptera
			Aguacate	<i>Agrotis ipsilon</i>	Lepidóptera
			Taxo	<i>Dione juno</i>	Lepidóptera
			Kiwi	<i>Dione juno</i>	Lepidóptera
			Badea	<i>Dione juno</i>	Lepidóptera
Maracuyá	<i>Dione juno</i>	Lepidóptera			
Granadilla	<i>Dione juno</i>	Lepidóptera			
33	Ciomazina	12	Gypsophila paniculata	<i>Liriomyza huidobrensis</i>	Díptera
				<i>Liriomyza trifolii</i>	Díptera
			Tomate riñón	<i>Liriomyza huidobrensis</i>	Díptera
				<i>Prodiplosis longifila</i>	Díptera
				<i>Liriomyza trifolii</i>	Díptera
			Maíz	<i>Liriomyza huidobrensis</i>	Díptera
			Papa	<i>Liriomyza huidobrensis</i>	Díptera
			Cebolla	<i>Liriomyza huidobrensis</i>	Díptera
Sandía	<i>Liriomyza sp.</i>	Díptera			
Tomate de árbol	<i>Prodiplosis longifila</i>	Díptera			
34	Clorantraniliprol	4	Maíz	<i>Spodoptera frugiperda</i>	Lepidóptera
			Arroz	<i>Diatraea saccharalis</i>	Lepidóptera
				<i>Spodoptera frugiperda</i>	Lepidóptera
			Tomate riñón	<i>Tuta absoluta</i>	Lepidóptera
			Papa	<i>Tecia solanivora</i>	Lepidóptera
				<i>Premnotrypes vorax</i>	Coleóptera
<i>Liriomyza huidobrensis</i>	Díptera				
35	Clorantraniliprol + otros	6	Brócoli	<i>Brevicoryne brassicae</i>	Hemíptera
				<i>Plutella xylostella</i>	Lepidóptera
			Maíz	<i>Dalbulus maidis</i>	Homoptera
				<i>Spodoptera frugiperda</i>	Lepidóptera
			Arroz	<i>Diatraea saccharalis</i>	Lepidóptera
				<i>Hydrellia sp</i>	Díptera
				<i>Spodoptera frugiperda</i>	Lepidóptera
				<i>Tagosodes oryzicolus</i>	Hemíptera
			Tomate riñón	<i>Tuta absoluta</i>	Lepidóptera
				<i>Trialeurodes vaporariorum</i>	Hemíptera
			Sandía	<i>Aphis gossypii</i>	Hemíptera
				<i>Bemisia tabaci</i>	Hemíptera
				<i>Diaphania spp.</i>	Lepidóptera
			Zapallo o calabaza	<i>Aphis gossypii</i>	Hemíptera
				<i>Bemisia tabaci</i>	Hemíptera
				<i>Diaphania spp.</i>	Lepidóptera
			Pepinillo	<i>Aphis gossypii</i>	Hemíptera
				<i>Bemisia tabaci</i>	Hemíptera
<i>Diaphania spp.</i>	Lepidóptera				

N°	Lista de Ingredientes Activos	# NC registrados	Cultivos	Plaga	Orden
			Melón	<i>Aphis gossypii</i>	Hemíptera
				<i>Bemisia tabaci</i>	Hemíptera
				<i>Diaphania spp.</i>	Lepidóptera
			Papa	<i>Tecia solanivora</i>	Lepidóptera
				<i>Premnotypes vorax</i>	Coleóptera
36	Clorbenzuron	1	Papa	<i>Tecia solanivora</i>	Lepidóptera
37	Clorfenapir	5	Rosa	<i>Frankliniella occidentalis</i>	Tisanóptera
				<i>Tetranychus urticae</i>	Trombidiformes
			Tomate de árbol	<i>Scrobipalpula absoluta</i>	Lepidóptera
			Tomate riñón	<i>Tuta absoluta</i>	Lepidóptera
				<i>Scrobipalpula absoluta</i>	Lepidóptera
Cebolla	<i>Thrips tabaci</i>	Tisanóptera			
Fresa	<i>Tetranychus urticae</i>	Trombidiformes			
38	Clorfenapir + otros	1	Arroz	<i>Spodoptera frugiperda</i>	Lepidóptera
			Maíz	<i>Spodoptera frugiperda</i>	Lepidóptera
39	Clorfluazurón	1	Maíz	<i>Spodoptera frugiperda</i>	Lepidóptera
40	Clorpirifos	42	Maíz	<i>Spodoptera frugiperda</i>	Lepidóptera
			Espárrago	<i>Spodoptera frugiperda</i>	Lepidóptera
			Brócoli	<i>Agrotis ipsilon</i>	Lepidóptera
				<i>Plutella xylostella</i>	Lepidóptera
			Algodón	<i>Alabama argillacea</i>	Lepidóptera
			Soya	<i>Cerotoma sp</i>	Coleóptera
				<i>Pseudoplusia includens</i>	Lepidóptera
			Papa	<i>Epitrix cucumeris</i>	Coleóptera
				<i>Frankliniella tuberosi</i>	Tisanóptera
				<i>Frankliniella occidentalis</i>	Tisanóptera
			Café	<i>Hypothenemus hampei</i>	Coleóptera
			Coco	<i>Rhynchophorus palmarum</i>	Coleóptera
			Arroz	<i>Spodoptera frugiperda</i>	Lepidóptera
				<i>Oebalus ornatus</i>	Hemíptera
				<i>Gryllotalpa hexadactyla</i>	Ortóptera
			Tomate de árbol	<i>Tuta absoluta</i>	Lepidóptera
				<i>Myzus persicae</i>	Homoptera
			Tomate riñón	<i>Tuta absoluta</i>	Lepidóptera
				<i>Scrobipalpula absoluta</i>	Lepidóptera
			Ajo	<i>Thrips tabaci</i>	Tisanóptera
			Cebolla perla	<i>Thrips tabaci</i>	Tisanóptera
			Cebolla roja	<i>Thrips tabaci</i>	Tisanóptera
			Pitahaya	<i>Diaspis echinocacti</i>	Hemíptera
			Zapote	<i>Myzus persicae</i>	Homoptera
			Aguacate	<i>Myzus persicae</i>	Homoptera
			Papaya	<i>Myzus persicae</i>	Homoptera
			Naranja	<i>Myzus persicae</i>	Homoptera
			Mango	<i>Myzus persicae</i>	Homoptera
			Plátano	<i>Myzus persicae</i>	Homoptera
			Banano	<i>Colaspis submetallica</i>	Coleóptera
<i>Frankliniella parvula</i>	Tisanóptera				
<i>Chaetanaphothrips signipennis</i>	Tisanóptera				
Cacao	<i>Atta cephalotes</i>	Himenoptera			
Piña	<i>Scutigerella sp.</i>	Symphyla			
Cítricos	<i>Diaphorina citri</i>	Hemíptera			
Fresa	<i>Eriosoma lanigerum</i>	Hemíptera			

N°	Lista de Ingredientes Activos	# NC registrados	Cultivos	Plaga	Orden
			Ciruela	<i>Eriosoma lanigerum</i>	Hemíptera
			Durazno	<i>Eriosoma lanigerum</i>	Hemíptera
			Reina claudia	<i>Eriosoma lanigerum</i>	Hemíptera
			Frambuesa roja	<i>Eriosoma lanigerum</i>	Hemíptera
			Frambuesa negra	<i>Eriosoma lanigerum</i>	Hemíptera
			Capulí	<i>Eriosoma lanigerum</i>	Hemíptera
			Manzana	<i>Eriosoma lanigerum</i>	Hemíptera
			Pera	<i>Eriosoma lanigerum</i>	Hemíptera
			Cereza	<i>Eriosoma lanigerum</i>	Hemíptera
41	Clotianidina	2	Rosa	<i>Myzus persicae</i>	Homoptera
				<i>Frankliniella occidentalis</i>	Tisanóptera
			Brócoli	<i>Plutella xylostella</i>	Lepidóptera
			Tomate riñón	<i>Trialeurodes vaporariorum</i>	Hemíptera
			Arroz	<i>Tagosodes oryzicolus</i>	Hemíptera
42	Clotianidina + otros	3	Rosa	<i>Myzus persicae</i>	Homoptera
				<i>Frankliniella occidentalis</i>	Tisanóptera
			Tomate riñón	<i>Trialeurodes vaporariorum</i>	Hemíptera
			Arroz	<i>Hydrellia wirthi</i>	Díptera
				<i>Hydrellia sp</i>	Díptera
Papa	<i>Premnotypes vorax</i>	Coleóptera			
Maíz	<i>Spodoptera frugiperda</i>	Lepidóptera			
43	Deltametrina	12	Piña	<i>Drosophila immigrants</i>	Díptera
				<i>Drosophila melanogaster</i>	Díptera
			Maíz	<i>Spodoptera frugiperda</i>	Lepidóptera
			Arroz	<i>Spodoptera frugiperda</i>	Lepidóptera
				<i>Tagosodes oryzicolus</i>	Hemíptera
			Papa	<i>Frankliniella tuberosi</i>	Tisanóptera
				<i>Epitrix cucumeris</i>	Coleóptera
			Gypsophila paniculata	<i>Liriomyza huidobrensis</i>	Díptera
			Cacao	<i>Stenoma cecropia</i>	Lepidóptera
			Cebolla	<i>Thrips tabaci</i>	Tisanóptera
			Rosa	<i>Trialeurodes vaporariorum</i>	Hemíptera
			Pimiento	<i>Frankliniella occidentalis</i>	Tisanóptera
Uva	<i>Thrips tabaci</i>	Tisanóptera			
44	Diafentiuron	6	Tomate de árbol	<i>Trialeurodes vaporariorum</i>	Hemíptera
			Rosa	<i>Tetranychus urticae</i>	Trombidiformes
			Tomate	<i>Trialeurodes vaporariorum</i>	Hemíptera
			Tomate riñón	<i>Trialeurodes vaporariorum</i>	Hemíptera
45	Diafentiuron + otros	1	Tomate riñón	<i>Trialeurodes vaporariorum</i>	Hemíptera
46	Diazinón	10	Papa	<i>Epitrix cucumeris</i>	Coleóptera
				<i>Frankliniella tuberosi</i>	Tisanóptera
				<i>Bactericera cockerelli</i>	Hemíptera
			Arroz	<i>Hydrellia sp</i>	Díptera
				<i>Spodoptera frugiperda</i>	Lepidóptera
				<i>Tagosodes oryzicolus</i>	Hemíptera
				<i>Sogatodes oryzicola</i>	Hemíptera
			Piña	<i>Thecla basilides</i>	Lepidóptera
	<i>Liriomyza huidobrensis</i>	Díptera			

N°	Lista de Ingredientes Activos	# NC registrados	Cultivos	Plaga	Orden
			Gypsophila paniculata	<i>Frankliniella occidentalis</i>	Tisanóptera
			Rosa	<i>Frankliniella occidentalis</i>	Tisanóptera
				<i>Macrosiphum rosae</i>	Hemíptera
			Tomate de árbol	<i>Bactericera cockerelli</i>	Hemíptera
				<i>Leptoglossus zonatus</i>	Hemíptera
			Sandía	0	Hemíptera
			Melón	<i>Bemisia tabaci</i>	Hemíptera
			Kiwano	<i>Bemisia tabaci</i>	Hemíptera
			Sambo	<i>Bemisia tabaci</i>	Hemíptera
Mora	<i>Macrosiphum euphorbiae</i>	Hemíptera			
Cebolla bulbo	<i>Thrips tabaci</i>	Tisanóptera			
47	Diclorvós	1	Arroz	<i>Sitophilus oryzae</i>	Coleóptera
48	Diflovidazin	1	Rosa	<i>Tetranychus urticae</i>	Trombidiformes
49	Diflubenzurón	6	Papa	<i>Premnotrypes vorax</i>	Coleóptera
				<i>Bactericera cockerelli</i>	Hemíptera
			Palma africana	<i>Sagalassa valida</i>	Lepidóptera
				<i>Demotispa pallida</i>	Coleóptera
			Maíz	<i>Spodoptera frugiperda</i>	Lepidóptera
			Rosa	<i>Tetranychus urticae</i>	Trombidiformes
			Arroz	<i>Spodoptera frugiperda</i>	Lepidóptera
Tomate riñón	<i>Tuta absoluta</i>	Lepidóptera			
Gypsophila paniculata	<i>Liriomyza huidobrensis</i>	Díptera			
50	Diflubenzurón + otros	3	Papa	<i>Premnotrypes vorax</i>	Coleóptera
			Maíz	<i>Spodoptera frugiperda</i>	Lepidóptera
			Rosa	<i>Frankliniella occidentalis</i>	Tisanóptera
			Arroz	<i>Spodoptera frugiperda</i>	Lepidóptera
			Tomate riñón	<i>Trialeurodes vaporariorum</i>	Hemíptera
<i>Tuta absoluta</i>	Lepidóptera				
51	Dimetoato	8	Rosa	<i>Frankliniella occidentalis</i>	Tisanóptera
			Tomate de árbol	<i>Leptoglossus zonatus</i>	Hemíptera
				<i>Trialeurodes vaporariorum</i>	Hemíptera
			Papa	<i>Liriomyza quadrata</i>	Díptera
				<i>Liriomyza huidobrensis</i>	Díptera
			Tomate riñón	<i>Scrobipalpula absoluta</i>	Lepidóptera
				<i>Trialeurodes vaporariorum</i>	Hemíptera
			Mango	<i>Aulacaspis tubercularis</i>	Hemíptera
			Brócoli	<i>Brevicoryne brassicae</i>	Hemíptera
Tomate	<i>Bemisia tabaci</i>	Hemíptera			
Arroz	<i>Oebalus ornatus</i>	Hemíptera			
Piña	<i>Hanseniella sp</i>	Symphyla			
52	Dinotefurán	3	Rosa	<i>Frankliniella occidentalis</i>	Tisanóptera
			Uva	<i>Frankliniella occidentalis</i>	Tisanóptera
				<i>Planococcus citri</i>	Hemíptera
			Pimiento	<i>Bemisia tabaci</i>	Hemíptera
				<i>Hydrellia sp</i>	Díptera
Arroz	<i>Oebalus ornatus</i>	Hemíptera			
Tomate riñón	<i>Trialeurodes vaporariorum</i>	Hemíptera			
53	Espinosa	7	Brócoli	<i>Plutella xylostella</i>	Lepidóptera
				<i>Trichoplusia ni</i>	Lepidóptera
			Rosa	<i>Frankliniella occidentalis</i>	Tisanóptera
			Cebolla	<i>Thrips tabaci</i>	Tisanóptera
Tomate riñón	<i>Tuta absoluta</i>	Lepidóptera			

N°	Lista de Ingredientes Activos	# NC registrados	Cultivos	Plaga	Orden
			Mora	<i>Cydia pomonelia</i>	Lepidóptera
				<i>Anastrepha obliqua</i>	Díptera
				<i>Ceratitis capitata</i>	Díptera
			Fresa	<i>Cydia pomonelia</i>	Lepidóptera
				<i>Anastrepha obliqua</i>	Díptera
				<i>Ceratitis capitata</i>	Díptera
			Frambuesa roja	<i>Cydia pomonelia</i>	Lepidóptera
				<i>Ceratitis capitata</i>	Díptera
				<i>Anastrepha obliqua</i>	Díptera
			Frambuesa negra	<i>Cydia pomonelia</i>	Lepidóptera
				<i>Anastrepha obliqua</i>	Díptera
				<i>Ceratitis capitata</i>	Díptera
			Durazno	<i>Cydia pomonelia</i>	Lepidóptera
				<i>Anastrepha obliqua</i>	Díptera
				<i>Ceratitis capitata</i>	Díptera
			Reina claudia	<i>Cydia pomonelia</i>	Lepidóptera
				<i>Anastrepha obliqua</i>	Díptera
				<i>Ceratitis capitata</i>	Díptera
			Ciruela	<i>Cydia pomonelia</i>	Lepidóptera
				<i>Ceratitis capitata</i>	Díptera
				<i>Anastrepha obliqua</i>	Díptera
			Manzana	<i>Cydia pomonelia</i>	Lepidóptera
				<i>Ceratitis capitata</i>	Díptera
				<i>Anastrepha obliqua</i>	Díptera
			Pera	<i>Cydia pomonelia</i>	Lepidóptera
				<i>Ceratitis capitata</i>	Díptera
				<i>Anastrepha obliqua</i>	Díptera
			Capulí	<i>Cydia pomonelia</i>	Lepidóptera
				<i>Ceratitis capitata</i>	Díptera
				<i>Anastrepha obliqua</i>	Díptera
			Aguacate	<i>Frankliniella occidentalis</i>	Tisanóptera
				<i>Scirtothrips perseae</i>	Tisanóptera
				<i>Neohydatothrips signifer</i>	Tisanóptera
			Coliflor	<i>Plutella xylostella</i>	Lepidóptera
				<i>Trichoplusia ni</i>	Lepidóptera
			Col de bruselas	<i>Plutella xylostella</i>	Lepidóptera
				<i>Trichoplusia ni</i>	Lepidóptera
			Col	<i>Plutella xylostella</i>	Lepidóptera
			Col arropollada	<i>Plutella xylostella</i>	Lepidóptera
				<i>Trichoplusia ni</i>	Lepidóptera
			Rábano	<i>Plutella xylostella</i>	Lepidóptera
				<i>Trichoplusia ni</i>	Lepidóptera
Nabo	<i>Plutella xylostella</i>	Lepidóptera			
	<i>Trichoplusia ni</i>	Lepidóptera			
Lechuga	<i>Spodoptera ochrea</i>	Lepidóptera			
Banano	<i>Chaetanaphothrips orchidii</i>	Tisanóptera			
Uva	<i>Frankliniella gossypiana</i>	Tisanóptera			
	<i>Scirtothrips dorsalis</i>	Tisanóptera			
	<i>Ceratitis capitata</i>	Díptera			
Mango	<i>Frankliniella occidentalis</i>	Tisanóptera			
	<i>Anastrepha fraterculus</i>	Díptera			
	<i>Anastrepha obliqua</i>	Díptera			
Ovo	<i>Frankliniella occidentalis</i>	Tisanóptera			
Col china	<i>Trichoplusia ni</i>	Lepidóptera			

N°	Lista de Ingredientes Activos	# NC registrados	Cultivos	Plaga	Orden
			Cereza	<i>Anastrepha obliqua</i>	Díptera
				<i>Ceratitis capitata</i>	Díptera
			Zapote	<i>Anastrepha obliqua</i>	Díptera
				<i>Ceratitis capitata</i>	Díptera
			Guayaba	<i>Anastrepha obliqua</i>	Díptera
			54	Etofenprox	2
<i>Ceratitis capitata</i>	Díptera				
55	Fenpropatrin	1	Arroz	<i>Spodoptera frugiperda</i>	Lepidóptera
			Arroz	<i>Hydrellia sp</i>	Díptera
56	Fipronil	36	Rosa	<i>Tetranychus urticae</i>	Trombidiformes
			Maíz	<i>Aphis maidis</i>	Hemíptera
			Rosa	<i>Frankliniella occidentalis</i>	Tisanóptera
				<i>Frankliniella parvula</i>	Tisanóptera
			Orito	<i>Frankliniella sp.</i>	Tisanóptera
				<i>Premnotypes vorax</i>	Coleóptera
			Papa	<i>Epitrix cucumeris</i>	Coleóptera
				<i>Sogatodes oryzicola</i>	Hemíptera
			Arroz	<i>Hydrellia sp</i>	Díptera
				<i>Gryllotalpa hexadactyla</i>	Ortóptera
				<i>Plutella xylostella</i>	Lepidóptera
			Brócoli	<i>Diaphania nitidalis</i>	Lepidóptera
			Pepino	<i>Diaphania nitidalis</i>	Lepidóptera
			Pepinillo	<i>Diaphania nitidalis</i>	Lepidóptera
			Fréjol	<i>Empoasca kraemeri</i>	Hemíptera
			Arveja	<i>Frankliniella occidentalis</i>	Tisanóptera
			Gypsophila paniculata	<i>Liriomyza huidobrensis</i>	Díptera
			Cebolla	<i>Thrips tabaci</i>	Tisanóptera
Tomate riñón	<i>Trialeurodes vaporariorum</i>	Hemíptera			
Pasto brachiaria	<i>Zulia pubescens</i>	Hemíptera			
57	Fipronil + otros	21	Maíz	<i>Dalbulus maidis</i>	Homoptera
				<i>Spodoptera frugiperda</i>	Lepidóptera
				<i>Diatraea saccharalis</i>	Lepidóptera
			Rosa	<i>Frankliniella occidentalis</i>	Tisanóptera
			Papa	<i>Premnotypes vorax</i>	Coleóptera
				<i>Bactericera cockerelli</i>	Hemíptera
			Arroz	<i>Hydrellia sp</i>	Díptera
				<i>Tagosodes oryzicolus</i>	Hemíptera
			Gypsophila paniculata	<i>Liriomyza huidobrensis</i>	Díptera
			Tomate riñón	<i>Bemisia tabaci</i>	Hemíptera
<i>Prodiplosis longifila</i>	Díptera				
58	Fosfuro de aluminio	3	Cacao	<i>Cadra cautella</i>	Lepidóptera
				<i>Cryptolestes ferrugineus</i>	Coleóptera
				<i>Ephestia kuehniella</i>	Lepidóptera
			Maíz	<i>Sitophilus granarius</i>	Coleóptera
				<i>Sitophilus zeamais</i>	Coleóptera
			Arroz	<i>Sitophilus oryzae</i>	Coleóptera
			Teca	<i>Reticulitermes sp.</i>	Blattodea
				<i>Neotermes castaneus</i>	Blattodea
			Haba	<i>Acanthoscelides obtectus</i>	Coleóptera
			Lenteja	<i>Acanthoscelides obtectus</i>	Coleóptera
Guaba	<i>Acanthoscelides obtectus</i>	Coleóptera			
Tamarindo	<i>Acanthoscelides obtectus</i>	Coleóptera			

N°	Lista de Ingredientes Activos	# NC registrados	Cultivos	Plaga	Orden
			Arveja	<i>Acanthoscelides obtectus</i>	Coleóptera
			Capulí	<i>Acanthoscelides obtectus</i>	Coleóptera
			Chocho	<i>Acanthoscelides obtectus</i>	Coleóptera
			Fréjol	<i>Acanthoscelides obtectus</i>	Coleóptera
			Garbanzo	<i>Acanthoscelides obtectus</i>	Coleóptera
			Café	<i>Araecerus fasciculatus</i>	Coleóptera
			Tabaco	<i>Cadra cautella</i>	Lepidóptera
				<i>Lasioderma serricorne</i>	Coleóptera
			Algodón	<i>Pectinophora gossypiella</i>	Lepidóptera
			Sorgo	<i>Rhizopertha dominica</i>	Coleóptera
			Trigo	<i>Sitophilus granarius</i>	Coleóptera
			Cebada	<i>Sitophilus granarius</i>	Coleóptera
Avena	<i>Sitophilus granarius</i>	Coleóptera			
59	Fosfuro de magnesio	1	Cacao	<i>Cadra cautella</i>	Lepidóptera
			Rosa	<i>Frankliniella occidentalis</i>	Tisanóptera
				<i>Tetranychus urticae</i>	Trombidiformes
60	Flonicamida	1	Tomate riñón	<i>Trialeurodes vaporariorum</i>	Hemíptera
61	Flubendiamida	3	Soya	<i>Anticarsia gemmatalis</i>	Lepidóptera
			Tomate riñón	<i>Tuta absoluta</i>	Lepidóptera
			Maíz	<i>Spodoptera frugiperda</i>	Lepidóptera
62	Flufenoxurón	1	Rosa	<i>Tetranychus urticae</i>	Trombidiformes
63	Flupiradifurona	1	Papa	<i>Bactericera cockerelli</i>	Hemíptera
			Rosa	<i>Frankliniella occidentalis</i>	Tisanóptera
			Tomate riñón	<i>Trialeurodes vaporariorum</i>	Hemíptera
64	Formetanato	1	Papa	<i>Bactericera cockerelli</i>	Hemíptera
			Rosa	<i>Frankliniella occidentalis</i>	Tisanóptera
				<i>Tetranychus urticae</i>	Trombidiformes
65	Gamma cialotrina	1	Rosa	<i>Frankliniella occidentalis</i>	Tisanóptera
			Arroz	<i>Spodoptera frugiperda</i>	Lepidóptera
66	Gamma cialotrina + otros	1	Arroz	<i>Hydrellia sp</i>	Díptera
			Papa	<i>Bactericera cockerelli</i>	Hemíptera
				<i>Premnotypes vorax</i>	Coleóptera
67	Hexytiadox	1	-	-	-
68	Imidacloprid	45	Papa	<i>Frankliniella tuberosi</i>	Tisanóptera
				<i>Premnotypes vorax</i>	Coleóptera
				<i>Bactericera cockerelli</i>	Hemíptera
			Arroz	<i>Oebalus sp.</i>	Hemíptera
				<i>Hydrellia sp</i>	Díptera
				<i>Tagosodes oryzicolus</i>	Hemíptera
				<i>Gryllotalpa hexadactyla</i>	Ortóptera
				<i>Spodoptera frugiperda</i>	Lepidóptera
				<i>Plutella xylostella</i>	Lepidóptera
			Brócoli	<i>Brevicoryne brassicae</i>	Hemíptera
				<i>Spodoptera frugiperda</i>	Lepidóptera
			Maíz	<i>Dalbulus maidis</i>	Homoptera
				<i>Trialeurodes vaporariorum</i>	Hemíptera
				<i>Bemisia tabaci</i>	Hemíptera
			Tomate riñón	<i>Bactericera cockerelli</i>	Hemíptera
				<i>Frankliniella tuberosi</i>	Tisanóptera
				<i>Aleuritrachelus socialis</i>	Hemíptera
			Tabaco	<i>Aleurothrixus floccosus</i>	Hemíptera
<i>Cosmopolites sordidus</i>	Coleóptera				
<i>Frankliniella parvula</i>	Tisanóptera				
Banano	<i>Cosmopolites sordidus</i>	Coleóptera			
Plátano	<i>Cosmopolites sordidus</i>	Coleóptera			

N°	Lista de Ingredientes Activos	# NC registrados	Cultivos	Plaga	Orden
			Fréjol	<i>Frankliniella occidentalis</i>	Tisanóptera
				<i>Empoasca fabae</i>	Hemíptera
				<i>Brevicoryne brassicae</i>	Hemíptera
				<i>Agrotis spp.</i>	Lepidóptera
				<i>Empoasca spp</i>	Hemíptera
				<i>Myzus spp</i>	Homoptera
				<i>Thrips spp.</i>	Tisanóptera
			Arveja	<i>Agrotis spp.</i>	Lepidóptera
				<i>Empoasca spp</i>	Hemíptera
				<i>Myzus spp</i>	Homoptera
				<i>Thrips spp.</i>	Tisanóptera
			Rosa	<i>Macrosiphum rosae</i>	Hemíptera
				<i>Frankliniella occidentalis</i>	Tisanóptera
				<i>Myzus persicae</i>	Homoptera
			Sandía	<i>Thrips tabaci</i>	Tisanóptera
			Cebolla roja	<i>Thrips tabaci</i>	Tisanóptera
			Hypericum	<i>Trialeurodes vaporariorum</i>	Hemíptera
			Melón	<i>Bemisia tabaci</i>	Hemíptera
				<i>Aphis gossypii</i>	Hemíptera
			Mango	<i>Frankliniella occidentalis</i>	Tisanóptera
				<i>Selenothrips rubrocinctus</i>	Tisanóptera
			Uva	<i>Planococcus citri</i>	Hemíptera
				<i>Phylloxera vitifoliae</i>	Hemíptera
			Pimiento	<i>Frankliniella occidentalis</i>	Tisanóptera
			Kale	<i>Brevicoryne brassicae</i>	Hemíptera
			Acelga	<i>Myzus persicae</i>	Homoptera
			Amaranto	<i>Myzus persicae</i>	Homoptera
			Quinua	<i>Myzus persicae</i>	Homoptera
			Remolacha	<i>Myzus persicae</i>	Homoptera
			Espinaca	<i>Myzus persicae</i>	Homoptera
			Sambo	<i>Frankliniella occidentalis</i>	Tisanóptera
			Kiwano	<i>Frankliniella occidentalis</i>	Tisanóptera
Mora	<i>Macrosiphum euphorbiae</i>	Hemíptera			
Frambuesa negra	<i>Macrosiphum euphorbiae</i>	Hemíptera			
Frambuesa roja	<i>Macrosiphum euphorbiae</i>	Hemíptera			
Arándano	<i>Macrosiphum euphorbiae</i>	Hemíptera			
Fresa	<i>Macrosiphum euphorbiae</i>	Hemíptera			
Cebolla bulbo	<i>Thrips tabaci</i>	Tisanóptera			
69	Imidacloprid + otros	15	Papa	<i>Bactericera cockerelli</i>	Hemíptera
			Arroz	<i>Hydrellia sp</i>	Díptera
				<i>Tagosodes oryzicolus</i>	Hemíptera
				<i>Spodoptera frugiperda</i>	Lepidóptera
			Maíz	<i>Spodoptera frugiperda</i>	Lepidóptera
				<i>Dalbulus maidis</i>	Homoptera
			Tomate riñón	<i>Trialeurodes vaporariorum</i>	Hemíptera
				<i>Tuta absoluta</i>	Lepidóptera
				<i>Prodiplosis longifila</i>	Díptera
			Rosa	<i>Frankliniella occidentalis</i>	Tisanóptera
			Pimiento	<i>Bemisia tabaci</i>	Hemíptera
			Soya	<i>Bemisia tabaci</i>	Hemíptera
			Cacao	<i>Toxoptera aurantii</i>	Homoptera
70	Indoxacarbo	9	Maíz	<i>Spodoptera frugiperda</i>	Lepidóptera

N°	Lista de Ingredientes Activos	# NC registrados	Cultivos	Plaga	Orden
			Tomate riñón	<i>Tuta absoluta</i>	Lepidóptera
			Gypsophila paniculata	<i>Liriomyza huidobrensis</i>	Díptera
71	Lambda cialotrina	25	Tomate de árbol	<i>Tuta absoluta</i>	Lepidóptera
			Papa	<i>Frankliniella tuberosi</i>	Tisanóptera
				<i>Epitrix cucumeris</i>	Coleóptera
				<i>Frankliniella occidentalis</i>	Tisanóptera
			Arroz	<i>Spodoptera frugiperda</i>	Lepidóptera
				<i>Oebalus ornatus</i>	Hemíptera
			Maíz	<i>Spodoptera frugiperda</i>	Lepidóptera
				<i>Dalbulus maidis</i>	Homoptera
			Brócoli	<i>Plutella xylostella</i>	Lepidóptera
<i>Brevicoryne brassicae</i>	Hemíptera				
Rosa	<i>Frankliniella occidentalis</i>	Tisanóptera			
Cebolla	<i>Thrips tabaci</i>	Tisanóptera			
72	Lambda cialotrina + otros	28	Tomate riñón	<i>Tuta absoluta</i>	Lepidóptera
				<i>Trialeurodes vaporariorum</i>	Hemíptera
				<i>Bactericera cockerelli</i>	Hemíptera
			Papa	<i>Epitrix cucumeris</i>	Coleóptera
				<i>Premnotrypes vorax</i>	Coleóptera
			Arroz	<i>Oebalus ornatus</i>	Hemíptera
				<i>Hydrellia sp</i>	Díptera
			Maíz	<i>Spodoptera frugiperda</i>	Lepidóptera
			Brócoli	<i>Brevicoryne brassicae</i>	Hemíptera
			Rosa	<i>Frankliniella occidentalis</i>	Tisanóptera
			Espárrago	<i>Prodiplosis longifila</i>	Díptera
			Nabo	<i>Brevicoryne brassicae</i>	Hemíptera
			Rábano	<i>Brevicoryne brassicae</i>	Hemíptera
			Brócoli	<i>Brevicoryne brassicae</i>	Hemíptera
			Col arrellada	<i>Brevicoryne brassicae</i>	Hemíptera
			Col china	<i>Brevicoryne brassicae</i>	Hemíptera
			Col de bruselas	<i>Brevicoryne brassicae</i>	Hemíptera
			Coliflor	<i>Brevicoryne brassicae</i>	Hemíptera
			Pimiento	<i>Bactericera cockerelli</i>	Hemíptera
			Nabo	<i>Brevicoryne brassicae</i>	Hemíptera
			Soya	<i>Bemisia tabaci</i>	Hemíptera
			Tomate de árbol	<i>Leptoglossus zonatus</i>	Hemíptera
				<i>Bactericera cockerelli</i>	Hemíptera
Palma africana	<i>Sagalassa valida</i>	Lepidóptera			
Cacao	<i>Toxoptera aurantii</i>	Homoptera			
Pitahaya	<i>Planococcus citri</i>	Hemíptera			
73	Lunefurón	13	Maíz	<i>Spodoptera frugiperda</i>	Lepidóptera
				<i>Helicoverpa zea</i>	Lepidóptera
			Tomate riñón	<i>Tuta absoluta</i>	Lepidóptera
			Soya	<i>Anticarsia gemmatalis</i>	Lepidóptera
			Crisantemo	<i>Liriomyza sp.</i>	Díptera
			Brócoli	<i>Plutella xylostella</i>	Lepidóptera
			Col	<i>Plutella xylostella</i>	Lepidóptera
Pitahaya	<i>Diaspis echinocacti</i>	Hemíptera			
74		7	Maíz	<i>Spodoptera frugiperda</i>	Lepidóptera

N°	Lista de Ingredientes Activos	# NC registrados	Cultivos	Plaga	Orden
	Lunefurón + otros		Arroz	<i>Diatraea saccharalis</i>	Lepidóptera
				<i>Hydrellia sp</i>	Díptera
75	Malatión	14	Mango	<i>Aulacaspis tubercularis</i>	Hemíptera
				<i>Anastrepha fraterculus</i>	Díptera
			Papa	<i>Frankliniella tuberosi</i>	Tisanóptera
				<i>Epitrix cucumeris</i>	Coleóptera
			Mandarina	<i>Toxoptera aurantii</i>	Homoptera
			Maíz	<i>Spodoptera frugiperda</i>	Lepidóptera
			Aster	<i>Frankliniella occidentalis</i>	Tisanóptera
			Clavel	<i>Frankliniella occidentalis</i>	Tisanóptera
			Delphinium	<i>Frankliniella occidentalis</i>	Tisanóptera
			Gypsophila paniculata	<i>Frankliniella occidentalis</i>	Tisanóptera
76	Matrine	1	Brócoli	<i>Plutella xylostella</i>	Lepidóptera
77	Metiocarb	1	Rosa	<i>Frankliniella occidentalis</i>	Tisanóptera
				<i>Thrips spp.</i>	Tisanóptera
78	Metomilo	17	Maíz	<i>Spodoptera frugiperda</i>	Lepidóptera
				Arroz	<i>Spodoptera frugiperda</i>
			<i>Sogatodes oryzicola</i>		Hemíptera
			<i>Rupela albinella</i>		Lepidóptera
			<i>Oebalus ornatus</i>		Hemíptera
			Papa		<i>Frankliniella tuberosi</i>
				<i>Liriomyza huidobrensis</i>	Díptera
			Tomate riñón	<i>Tuta absoluta</i>	Lepidóptera
				<i>Trialeurodes vaporariorum</i>	Hemíptera
			Brócoli	<i>Plutella xylostella</i>	Lepidóptera
79	Metoxifenocid e	2	Melón	<i>Diaphania spp.</i>	Lepidóptera
			Pepinillo	<i>Diaphania spp.</i>	Lepidóptera
			Zucchini	<i>Diaphania spp.</i>	Lepidóptera
			Zapallo o calabaza	<i>Diaphania spp.</i>	Lepidóptera
			Sambo	<i>Diaphania spp.</i>	Lepidóptera
			Sandía	<i>Diaphania spp.</i>	Lepidóptera
			Soya	<i>Hedylepta indicata</i>	Lepidóptera
			Cítricos	<i>Phyllocnistis cifrella</i>	Lepidóptera
			Mango	<i>Pleuroprucha asthenaria</i>	Lepidóptera
			Brócoli	<i>Plutella xylostella</i>	Lepidóptera
			Arroz	<i>Spodoptera frugiperda</i>	Lepidóptera
80	Nitenpiram + otros	2	Rosa	<i>Frankliniella occidentalis</i>	Tisanóptera
			Tomate riñón	<i>Trialeurodes vaporariorum</i>	Hemíptera
81	Novalurón	2	Maíz	<i>Spodoptera frugiperda</i>	Lepidóptera
			Brócoli	<i>Plutella xylostella</i>	Lepidóptera
82	Permetrina	5	Espárrago	<i>Spodoptera frugiperda</i>	Lepidóptera
			Tomate riñón	<i>Trialeurodes vaporariorum</i>	Hemíptera
			Papa	<i>Epitrix cucumeris</i>	Coleóptera
			Arroz	<i>Spodoptera frugiperda</i>	Lepidóptera
			Maíz	<i>Spodoptera frugiperda</i>	Lepidóptera
83	Pirimifos-metil	2	Arroz	<i>Sitophilus oryzae</i>	Coleóptera
			Papa	<i>Bactericera cockerelli</i>	Hemíptera
			Tomate riñón	<i>Trialeurodes vaporariorum</i>	Hemíptera
84	Profenofós	12	Maíz	<i>Spodoptera frugiperda</i>	Lepidóptera
				<i>Oebalus ornatus</i>	Hemíptera
			Arroz	<i>Hydrellia wirthi</i>	Díptera

N°	Lista de Ingredientes Activos	# NC registrados	Cultivos	Plaga	Orden
				<i>Spodoptera frugiperda</i>	Lepidóptera
			Espárrago	<i>Thrips tabaci</i>	Tisanóptera
			Papa	<i>Premnotypes vorax</i>	Coleóptera
				<i>Frankliniella tuberosi</i>	Tisanóptera
				<i>Bactericera cockerelli</i>	Hemíptera
			Cebolla blanca	<i>Thrips tabaci</i>	Tisanóptera
			Ajo	<i>Thrips tabaci</i>	Tisanóptera
			Cebolla	<i>Thrips tabaci</i>	Tisanóptera
			Tomate	<i>Bactericera cockerelli</i>	Hemíptera
Pimiento	<i>Bactericera cockerelli</i>	Hemíptera			
85	Pimetrozina	2	Arroz	<i>Sogatodes oryzicola</i>	Hemíptera
			Tomate riñón	<i>Myzus persicae</i>	Homoptera
86	Piretrina	2	Rosa	<i>Frankliniella occidentalis</i>	Tisanóptera
			Banano	<i>Chaetanaphothrips signipennis</i>	Tisanóptera
87	Piridilil	2	Rosa	<i>Frankliniella occidentalis</i>	Tisanóptera
			Brócoli	<i>Plutella xylostella</i>	Lepidóptera
			Palma africana	<i>Sagalassa valida</i>	Lepidóptera
			Maíz	<i>Spodoptera frugiperda</i>	Lepidóptera
88	Piriproxifen	10	Banano	<i>Dysmicoccus sp.</i>	Hemíptera
				<i>Pseudococcus elisae</i>	Hemíptera
				<i>Frankliniella parvula</i>	Tisanóptera
				<i>Aleurothrixus floccosus</i>	Hemíptera
			Rosa	<i>Frankliniella occidentalis</i>	Tisanóptera
			Papa	<i>Bactericera cockerelli</i>	Hemíptera
			Tomate de árbol	<i>Trialeurodes vaporariorum</i>	Hemíptera
			Tomate riñón	<i>Trialeurodes vaporariorum</i>	Hemíptera
			Tomate	<i>Bemisia tabaci</i>	Hemíptera
89	Spinetoram	5	Maíz	<i>Spodoptera frugiperda</i>	Lepidóptera
			Arroz	<i>Spodoptera frugiperda</i>	Lepidóptera
			Mandarina	<i>Diaphorina citri</i>	Hemíptera
			Lima	<i>Diaphorina citri</i>	Hemíptera
			Limón	<i>Diaphorina citri</i>	Hemíptera
			Naranja	<i>Diaphorina citri</i>	Hemíptera
			Toronja	<i>Diaphorina citri</i>	Hemíptera
			Maracuyá	<i>Frankliniella occidentalis</i>	Tisanóptera
			Aguacate	<i>Frankliniella occidentalis</i>	Tisanóptera
			Taxo	<i>Frankliniella occidentalis</i>	Tisanóptera
			Granadilla	<i>Frankliniella occidentalis</i>	Tisanóptera
			Soya	<i>Hedylepta indicata</i>	Lepidóptera
			Tomate riñón	<i>Liriomyza huidobrensis</i>	Díptera
				<i>Prodiplosis longifila</i>	Díptera
				<i>Scrobipalpula absoluta</i>	Lepidóptera
			Pepino dulce	<i>Spodoptera frugiperda</i>	Lepidóptera
			Tomate de árbol	<i>Spodoptera frugiperda</i>	Lepidóptera
			Ají	<i>Spodoptera frugiperda</i>	Lepidóptera
			Uvilla	<i>Spodoptera frugiperda</i>	Lepidóptera
			Pimiento	<i>Spodoptera frugiperda</i>	Lepidóptera
Berenjena	<i>Spodoptera frugiperda</i>	Lepidóptera			
Sambo	<i>Thrips palmi</i>	Tisanóptera			

N°	Lista de Ingredientes Activos	# NC registrados	Cultivos	Plaga	Orden
			Melón	<i>Thrips palmi</i>	Tisanóptera
			Pepinillo	<i>Thrips palmi</i>	Tisanóptera
			Fréjol	<i>Thrips palmi</i>	Tisanóptera
			Arveja	<i>Thrips palmi</i>	Tisanóptera
			Capulí	<i>Thrips palmi</i>	Tisanóptera
			Chocho	<i>Thrips palmi</i>	Tisanóptera
			Garbanzo	<i>Thrips palmi</i>	Tisanóptera
			Haba	<i>Thrips palmi</i>	Tisanóptera
			Lenteja	<i>Thrips palmi</i>	Tisanóptera
			Zapallo o calabaza	<i>Thrips palmi</i>	Tisanóptera
			Zucchini	<i>Thrips palmi</i>	Tisanóptera
			Sandía	<i>Thrips palmi</i>	Tisanóptera
			Cebolla	<i>Thrips tabaci</i>	Tisanóptera
			90	Spinetoram + otros	1
<i>Plutella xylostella</i>	Lepidóptera				
Rosa	<i>Frankliniella occidentalis</i>	Tisanóptera			
	<i>Myzus persicae</i>	Homoptera			
91	Spiromesifen	1	Fresa	<i>Tetranychus urticae</i>	Trombidiformes
			Papaya	<i>Trialeurodes variabilis</i>	Hemíptera
92	Spirotetramat + otros	1	Rosa	<i>Frankliniella occidentalis</i>	Tisanóptera
			Tomate riñón	<i>Prodiplosis longifila</i>	Díptera
93	Sulfluramida	1	Maracuyá	<i>Atta. Sp</i>	Himenoptera
94	Sulfoxaflor	2	Sambo	<i>Aphis gossypii</i>	Hemíptera
				<i>Aphis gossypii</i>	Hemíptera
			Sandía	<i>Bemisia tabaci</i>	Hemíptera
				<i>Bemisia tabaci</i>	Hemíptera
			Soya	<i>Bemisia tabaci</i>	Hemíptera
			Zucchini	<i>Aphis gossypii</i>	Hemíptera
			Melón	<i>Aphis gossypii</i>	Hemíptera
				<i>Bemisia tabaci</i>	Hemíptera
			Pepinillo	<i>Aphis gossypii</i>	Hemíptera
			Zapallo o calabaza	<i>Aphis gossypii</i>	Hemíptera
			Papa	<i>Bactericera cockerelli</i>	Hemíptera
			Brócoli	<i>Brevicoryne brassicae</i>	Hemíptera
			Limón	<i>Diaphorina citri</i>	Hemíptera
			Lima	<i>Diaphorina citri</i>	Hemíptera
			Mandarina	<i>Diaphorina citri</i>	Hemíptera
			Toronja	<i>Diaphorina citri</i>	Hemíptera
			Naranja	<i>Diaphorina citri</i>	Hemíptera
			Arveja	<i>Empoasca kraemeri</i>	Hemíptera
			Fréjol	<i>Empoasca kraemeri</i>	Hemíptera
				<i>Trialeurodes vaporariorum</i>	Hemíptera
			Capulí	<i>Empoasca kraemeri</i>	Hemíptera
				<i>Eriosoma lanigerum</i>	Hemíptera
			Chocho	<i>Empoasca kraemeri</i>	Hemíptera
			Garbanzo	<i>Empoasca kraemeri</i>	Hemíptera
			Haba	<i>Empoasca kraemeri</i>	Hemíptera
			Lenteja	<i>Empoasca kraemeri</i>	Hemíptera
			Cereza	<i>Eriosoma lanigerum</i>	Hemíptera
			Manzana	<i>Eriosoma lanigerum</i>	Hemíptera
Ciruela	<i>Eriosoma lanigerum</i>	Hemíptera			
Reina claudia	<i>Eriosoma lanigerum</i>	Hemíptera			
Durazno	<i>Eriosoma lanigerum</i>	Hemíptera			

N°	Lista de Ingredientes Activos	# NC registrados	Cultivos	Plaga	Orden
			Frambuesa negra	<i>Eriosoma lanigerum</i>	Hemíptera
			Frambuesa roja	<i>Eriosoma lanigerum</i>	Hemíptera
			Fresa	<i>Eriosoma lanigerum</i>	Hemíptera
			Mora	<i>Eriosoma lanigerum</i>	Hemíptera
			Pera	<i>Eriosoma lanigerum</i>	Hemíptera
			Pimiento	<i>Myzus persicae</i>	Homoptera
			Ají	<i>Myzus persicae</i>	Homoptera
			Uvilla	<i>Myzus persicae</i>	Homoptera
			Naranjilla	<i>Myzus persicae</i>	Homoptera
			Pepino dulce	<i>Myzus persicae</i>	Homoptera
			Tomate de árbol	<i>Myzus persicae</i>	Homoptera
			Berenjena	<i>Myzus persicae</i>	Homoptera
			Trigo	<i>Rhopalosiphum maidis</i>	Hemíptera
				<i>Rhopalosiphum rufiabdominalis</i>	Hemíptera
			Cebada	<i>Rhopalosiphum maidis</i>	Hemíptera
				<i>Rhopalosiphum rufiabdominalis</i>	Hemíptera
			Avena	<i>Rhopalosiphum maidis</i>	Hemíptera
				<i>Rhopalosiphum rufiabdominalis</i>	Hemíptera
			Arroz	<i>Tagosodes oryzae</i>	Hemíptera
			Tomate riñón	<i>Trialeurodes vaporariorum</i>	Hemíptera
95	Tebufenozida	1	Soya	<i>Anticarsia sp.</i>	Lepidóptera
			Brócoli	<i>Plutella xylostella</i>	Lepidóptera
			Maíz	<i>Spodoptera frugiperda</i>	Lepidóptera
			Tomate riñón	<i>Tuta absoluta</i>	Lepidóptera
93	Teflubenzuron	3	Palma africana	<i>Stenoma cecropia</i>	Lepidóptera
			Tomate riñón	<i>Tuta absoluta</i>	Lepidóptera
97	Tetraniliprol	1	Maíz	<i>Spodoptera frugiperda</i>	Lepidóptera
98	Tiametoxam	17	Caña de azúcar	<i>Sipha flava</i>	Hemíptera
			Maíz	<i>Dalbulus maidis</i>	Homoptera
				<i>Rhopalosiphum maidis</i>	Hemíptera
				<i>Agrotis ipsilon</i>	Lepidóptera
			Soya	<i>Diabrotica viridula</i>	Coleóptera
			Arroz	<i>Tagosodes oryzae</i>	Hemíptera
				<i>Bemisia tabaci</i>	Hemíptera
			Rosa	<i>Frankliniella occidentalis</i>	Tisanóptera
				<i>Macrosiphum euphorbiae</i>	Hemíptera
			Tomate riñón	<i>Trialeurodes vaporariorum</i>	Hemíptera
				<i>Bemisia tabaci</i>	Hemíptera
				<i>Bactericera cockerelli</i>	Hemíptera
				<i>Prodiplosis longifila</i>	Díptera
			Tomate de árbol	<i>Sogatodes oryzae</i>	Hemíptera
				<i>Myzus persicae</i>	Homoptera
			Algodón	<i>Bemisia tabaci</i>	Hemíptera
			Melón	<i>Bemisia tabaci</i>	Hemíptera
Brócoli	<i>Brevicoryne brassicae</i>	Hemíptera			
Papa	<i>Bactericera cockerelli</i>	Hemíptera			

N°	Lista de Ingredientes Activos	# NC registrados	Cultivos	Plaga	Orden
99	Tiametoxam + otros	1	Maíz	<i>Spodoptera frugiperda</i>	Lepidóptera
			Arroz	<i>Hydrellia sp</i>	Díptera
100	Tiociclam oxalato de hidrógeno	4	Papa	<i>Bactericera cockerelli</i>	Hemíptera
				<i>Liriomyza huidobrensis</i>	Díptera
				<i>Tuta absoluta</i>	Lepidóptera
			Fréjol	<i>Bemisia tabaci</i>	Hemíptera
			Rosa	<i>Frankliniella occidentalis</i>	Tisanóptera
			Tomate riñón	<i>Trialeurodes vaporariorum</i>	Hemíptera
				<i>Tuta absoluta</i>	Lepidóptera
				<i>Scrobipalpula absoluta</i>	Lepidóptera
			Banano	<i>Aleurothrixus floccosus</i>	Hemíptera
			Pitahaya	<i>Frankliniella occidentalis</i>	Tisanóptera
			Maíz	<i>Spodoptera frugiperda</i>	Lepidóptera
			Arroz	<i>Hydrellia sp</i>	Díptera
101	Tiodicarb	16	Maíz	<i>Spodoptera frugiperda</i>	Lepidóptera
				<i>Agrotis ipsilon</i>	Lepidóptera
			Papa	<i>Frankliniella tuberosi</i>	Tisanóptera
				<i>Premnotypes vorax</i>	Coleóptera
			Arroz	<i>Rupela albinella</i>	Lepidóptera
102	Tiodicarb + otros	1	Maíz	<i>Spodoptera frugiperda</i>	Lepidóptera
103	Triazofós	1	Papa	<i>Epitrix cucumeris</i>	Coleóptera
			Arroz	<i>Spodoptera frugiperda</i>	Lepidóptera
104	Zeta cipermetrina	1	Papa	<i>Epitrix cucumeris</i>	Coleóptera
			Arroz	<i>Spodoptera frugiperda</i>	Lepidóptera
Total		737			