



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
ZARAGOZA**

QUÍMICO FARMACÉUTICO BIOLÓGO

Alumna: **Quenel Bartolo Sandra Elizabeth**

No cuenta: **098225428**

Año en que termina la Carrera: **2010**

Orientación: **Farmacia Industrial**

Título del Proyecto: **Manual electrónico de microorganismos de interés entomopatógeno como alternativa bioinsecticida.**

Área específica del proyecto: **Microbiología General**

Nombre del Director: **Q. F. B. José Oscar González Moreno**

Nombre del Asesor: **M. en C. María José Marques Dos Santos**

Lugar donde se desarrolla el trabajo experimental: **Facultad de Estudios Superiores,
Campo II**

Opción de Titulación: **Actividad de Apoyo a la Docencia**



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

AGRADECIMIENTOS

A DIOS POR PERMITIRNOS LLEGAR AL FINAL DEL SENDERO

A MIS PADRES POR TENER FE EN MI, POR SU COMPRENSIÓN Y APOYO INCONDICIONAL ANTE TODAS LAS ADVERSIDADES QUE ENCONTRAMOS EN EL CAMINO...

A MIS HERMANOS POR ESTAR, SER PARTE DE MI VIDA Y HACER TODO DIFERENTE, PERO MEJOR AUN SIN HABERLO PLANEADO.

A MIGUEL POR SU AYUDA Y COMPAÑÍA ANTE CADA DIFÍCIL PRUEBA QUE ME TOCO SUPERAR.

AL PROFESOR JOSÉ OSCAR GONZÁLEZ MORENO POR LA CONFIANZA Y APOYO.

A LA PROFESORA MARÍA JOSÉ MARQUES DOS SANTOS POR TENER SIEMPRE UN BUEN CONSEJO Y PALABRAS DE ALIENTO PARA MI.

A MIS SINODALES POR SU TIEMPO Y COMPROMISO.

GRACIAS A TODOS POR SER PARTE DE MI FORMACIÓN Y MI VIDA

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	1
MARCO TEÓRICO	2
ASPECTOS PEDAGÓGICOS	2
Libro electrónico.....	2
Acontecimientos importantes	3
Ventajas.....	5
Para la editorial digital.....	6
Para el autor.....	6
Desventajas.....	7
Dispositivos necesarios para verlos.....	8
CONTENIDO DEL LIBRO	9
CAPÍTULO 1: PLAGUICIDAS O PESTICIDAS	9
1.1 Plaguicidas o Pesticidas.....	9
1.2 Efectos ambientales.....	9
1.3 Efectos en la salud.....	10
1.4 Situación de los Plaguicidas en México	11
CAPÍTULO 2: BIOINSECTICIDAS	12
2.1 Microorganismos entomopatógenos	12
2.2 Bioinsecticidas.....	13
2.3 Tipos de Bioinsecticidas	14
CAPÍTULO 3: BIOINSECTICIDAS DERIVADOS DE Bacillus thuringiensis (Bt, Bth, Bti)	15
3.1 Bacillus sp.....	15
3.2 Mecanismo de acción	15
3.3 Bioinsecticidas basados en cepas Bt	16
3.4 Ventajas	16
3.5 Producción de plaguicidas en el mundo y en México	17
3.6 Futuro	17
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	18
OBJETIVOS	19
HIPÓTESIS	20
METODOLOGÍA	21
RESULTADOS	22
DISCUSIÓN	23
CONCLUSIONES	26
RECOMENDACIONES	27
REFERENCIAS	28

INTRODUCCIÓN

En el mundo aún no hay una cultura sobre el cuidado y preservación del medio ambiente, por lo que la humanidad hace uso de sustancias químicas deliberadamente situación que nos tiene ya en un problema grave en cuanto a la conservación y cuidado del planeta se refiere.

En el área de la agricultura en México en lo que se refiere al control de plagas aún se utilizan indiscriminadamente plaguicidas químicos que nos afecta a los seres humanos, así como a la flora y fauna del planeta.

Sin embargo la investigación ha demostrado que existen microorganismos con efectos plaguicidas llamados bioinsecticidas los cuales no causan daños al ambiente y la humanidad como es el caso de los químicos, siendo estos más confiables, seguros y una opción a futuro para el control de plagas.

La enseñanza impartida en la FES Zaragoza en la carrera de Q.F.B. se proporcionan todos los conocimientos para poder desarrollarse en esta área de la Microbiología que además será de suma importancia en los próximos años.

El libro electrónico **Manual electrónico de microorganismos de interés entomopatógeno como alternativa bioinsecticida** tiene la finalidad de ser el primer acercamiento de los alumnos con los bioinsecticidas, mostrándoles un panorama general del tema y dando hincapié a que sepan de su existencia.

MARCO TEÓRICO

ASPECTOS PEDAGÓGICOS

En plena era de transición hacia el mundo digital, con demasiada frecuencia se realizan suposiciones y simplificaciones acerca de la naturaleza de los documentos digitales, su creación, uso y manejo, su archivo, la conexión con los documentos físicos y los planes y proyectos de transición de uno a otro¹.

La demanda mundial de papel sigue creciendo. Sólo el 10% de la población mundial (Europa occidental y Norte América) consume más del 50% del papel mundial. En muchos lugares del planeta, se han sustituido y se sustituyen todavía bosques de gran valor por plantaciones de árboles de crecimiento rápido (eucaliptos, acacias) para la industria del papel. En España, la expansión incontrolada de las plantaciones de eucalipto es un problema de primera magnitud. Y en todo el mundo, el 17% de la fibra virgen utilizada por la industria papelera mundial procede de bosques primarios, especialmente de Canadá, Finlandia, Rusia e Indonesia².

Libro electrónico

Un **libro electrónico**, también conocido como **e-book**, **eBook**, **ecolibro** o **libro digital**, es una versión electrónica o digital de un libro. También suele denominarse así al dispositivo usado para leer estos libros, que es conocido también como *e-reader* o lector de libros electrónicos³.

El término es antiguo, ya que se refiere tanto a una obra individual en formato digital como a un dispositivo electrónico utilizado para leer libros en formato digital. Por otra parte, algunos autores proponen que se debe hacer una distinción entre los libros electrónicos y el hipertexto. El hipertexto está destinado a la estructuración de la información a través de enlaces, mientras que un libro electrónico es la digitalización de un libro originariamente editado en papel. Un ejemplo de hipertexto sería Wikisource y uno de libro electrónico, un libro en formato digital que pueda encontrarse en Internet o en CD-ROM³.

El libro electrónico es una publicación cuyo soporte no es el papel sino un archivo electrónico, su texto se presenta en formato digital y se almacena en disquete, CD-Room o en Internet. El libro electrónico permite incorporar elementos multimedia como imágenes, audio, y en el caso de Internet, posibilita enlaces a otras páginas de libros digitales de la red⁴.

Acontecimientos importantes

- 1971: Michael Hart lidera el *proyecto Gutenberg* (www.gutenberg.net) de la Universidad de Illinois que busca digitalizar libros y ofrecerlos gratis, en cuyo acervo se encuentran obras clásicas de autores como Shakespeare, Poe, Dante y otras del dominio público, su colección alcanza la suma de 2,000 libros hasta abril del 2002⁴.
- 1981, salió al mercado el primer libro electrónico con fines comerciales, el Random House's Electronic Dictionary, editado por Random House⁴.
- 1993: Zahur Klemath Zapata registra el primer programa de libros digitales, Digital Book, y se publica el primer libro digital: *Del asesinato, considerado como una de las bellas artes*, de Thomas de Quincey³.
- 1993: Digital Book lanza a la venta los primeros 50 libros digitales en disquete en Colombia en Formato Digital Book (DBF)³.
- 1993: aparece Bibliobytes, un proyecto de libros digitales gratuitos en Internet³.
- 1995: Amazon comienza a vender libros a través de Internet³.
- 1996: el proyecto Gutenberg alcanza los 1.000 libros digitalizados. La meta es un millón³.
- 1998: son lanzados dos lectores de libros electrónicos: Rocket ebook y Softbook³.
- 1998-1999: surgen sitios en Internet que venden libros electrónicos, como *eReader.com* y *eReads.com*³.
- 2000: Stephen King lanza su novela *Riding Bullet* en formato digital, que en 48 horas vendió 500 mil copias, cada una en 2 dolares y medio. Sólo puede ser leída en ordenadores³.
- 2000 un mes despues de stephen King , Vladimir Putin publico en red sus memorias³.
- 2001: *Todoebook* abre como el primer distribuidor de libros electrónicos en español³.
- 2001: el Grupo Planeta realiza el primer movimiento de las grandes editoriales lanzando la librería *veintinueve.com*, que cierra poco después con gran fracaso³.
- 2002: las editoriales Random House y HarperCollins comienzan a vender versiones electrónicas de sus títulos en Internet³.



- 2005: Amazon compra Mobipocket en su estrategia sobre el libro electrónico³.
- 2007: Zahurk Technologies, Corp. dueña de la tecnología digital Book lanza la primera biblioteca de libros digitales para su lectura en Internet, 'BibliotecaKlemath.com', al igual que *loslibrosditaes.com* y *digitalbook.us*³.
- 2007: La Fundación El Libro Total pone al servicio del mundo un nuevo concepto de biblioteca y libro digital (www.ellibrototal.com)³.
- 2007: Amazon lanza Kindle³.
- 2007: Grammata lanza al mercado español el Papyre³.
- 2008: Adobe y Sony hacen compatibles sus tecnologías de libros electrónicos (Lector y DRM)³.
- 2008: Sony lanza su *PRS-505* en Reino Unido y Francia³.
- 2009: Neotake lanza su buscador de libros electrónicos³.
- 2009: Se lanza booq, el primer libro electrónico español³.
- 2009: Wolder lanza el Boox, el primer lector de libros electrónicos con wifi y pantalla táctil³.
- Enero de 2010: Apple lanza el iPad y comienza a vender libros electrónicos para su producto³.
- 13 de julio de 2010: Velocity Micro anuncia una familia de libros electrónicos basadas en Android³.
- 15 de julio de 2010: Libranda, la distribuidora digital creada por 7 grupos editoriales españoles, entra en funcionamiento³.
- 29 de julio de 2010: Amazon.com desata la guerra de precios al lanzar su Kindle 3 por 139 dólares USA³.
- Octubre de 2010: Barnes & Noble lanza el NookColor, el primer lector de libros electrónicos a color con sistema operativo Android³.

Ventajas

Entre los beneficios más significativos que pueden aportar los sistemas de gestión de imágenes documentales o documentos digitales, son proceso de captura y guarda en discos ópticos, pueden destacarse los siguientes:

RESOLUCIÓN Obtención de una imagen de alta calidad.

PERDURABILIDAD Los soportes ópticos gozan de hasta 50 años de garantía de vida⁵.

VOLUMEN Alta capacidad de almacenamiento por disco (56.000 imágenes / disco cifra que constantemente está cambiando)⁵.

CONCOMITANCIA Permite el acceso a una imagen por varios usuarios al mismo tiempo⁵.

RECUPERACIÓN Visualización de la imagen del documento consultado, en milésimas de segundos¹.

INDEPENDENCIA DE LA DISTANCIA Entre el lugar físico del archivo y el puesto de consulta, a partir de redes de comunicación digital. Puedes bajar tu libro electrónico de Internet en el momento que quieras y desde cualquier parte del mundo⁵.

PROTECCIÓN Garantía ante factores atmosféricos (frío/ calor / humedad) y agentes atacantes de otros soportes (hongos, roedores, y polillas) muy superior a otros soportes, tradicionales y modernos⁵.

ACCESIBILIDAD. Es otro de los puntos fuerte del libro electrónico. Los lectores más avanzados del mercado ofrecen conexión a Internet, con lo que pueden conectarse con los principales portales de venta de libros electrónicos, así como descargarse las ediciones electrónicas de diarios o revistas convencionales⁵.

CONSUMO. Menor gasto de papel y tinta⁵.

REDUCCIÓN. La reducción del consumo de papel hará que disminuya la presión a la que están sometidos los bosques⁵.

PORTABILIDAD. Mayor comodidad en la portabilidad⁵.

ENRIQUECIMIENTO. Posibilidad de enriquecimiento del texto a través de enlaces multimedia⁵.

MANEJO. Posibilidad de hacer anotaciones y comentarios al margen¹.

Puedes tener y llevar una biblioteca en tu computadora personal o en tu eBook⁴.

COSTO. Se cuenta con opciones de lectura gratuita¹.

Se tiene la posibilidad de descarga en Internet sin límite de horario⁴.

Para la editorial digital

La distribución y alcance de una obra abarca un nivel mundial⁴.

Enorme ahorro en materiales, impresión, almacenamiento y distribución⁴.

No existen los excedentes de "stock", es decir, si no es vendida una obra, no hay riesgos⁴.

El lector decide el éxito de una obra, y no la publicidad⁴.

Para el autor

Hay editoras electrónicas dispuestas a publicar obras sin que éstas pasen por el Consejo Editorial⁴.

La distribución y alcance de una obra abarca un nivel mundial⁴.

Se garantiza el Derecho de Autor con los formatos establecidos, pues no pueden copiarse ni imprimirse⁴.

El editor no altera el contenido del libro bajo ninguna forma, excepto expresa autorización del autor⁴.

Un autor novel puede tener acceso a publicar su obra sin pasar por el análisis comercial⁴.

Desventajas

Pérdida de control comercial de la obra³.

Facilidad de copia, tanto legal como no autorizada de los documentos³.

Pero el papel tiene a su favor algunos aspectos. Si la madera para hacer el papel procede de bosques y plantaciones bien gestionados (con el certificado FSC), es un recurso renovable, un almacén de carbono y es reciclable, ya que sus fibras de celulosa son reciclables varias veces².

Recordemos que es otra nueva herramienta electrónica que se suma a toda una lista de ordenadores, móviles, televisores, etc., que en un corto espacio de tiempo serán desechos electrónicos que terminarán en vertederos o serán incinerados como emisiones dañinas para el medioambiente y la salud. Estos residuos electrónicos son exportados, a menudo ilegalmente, desde Europa, EE.UU, Japón y otros países industrializados, a Asia y África. Muchas de las personas que desmantelan estos residuos son niños y niñas que están expuestos a un cóctel de sustancias químicas tóxicas. Por tanto, sumamos un problema más³.

Las empresas electrónicas abogan por la reducción del consumo voraz de papel, la industria papelera se publicita con mensajes como “sólo leyendo más de 33 e-books de 360 páginas cada uno durante el ciclo de vida de un libro electrónico esta opción puede resultar preferible al papel desde el punto de vista de la mitigación del cambio climático”, más el incremento de residuos electrónicos³.

La edición electrónica no puede copiarse ni imprimirse⁴.

La oferta no es tan amplia como en los libros tradicionales⁴.

Dispositivos necesarios para verlos

Existen tres dispositivos que te permiten la lectura de este tipo de libros:

<p>Computadora personal</p> 	<p><i>Se requiere:</i> Un programa lector como Microsoft Reader o Acrobat Reader⁴.</p>
<p>e-Book</p> 	<p><i>Se requiere:</i> Un programa lector como Microsoft Reader o Acrobat Reader Conexión a Internet (estos dispositivos portátiles se pueden conectar a través de una línea telefónica o por medio de una red LAN)⁴.</p>
<p>PDA</p> 	<p><i>Se requiere:</i> Un programa lector como Palm Reader o Isilo Conexión a Internet o bien algún enlace con una computadora personal que te permita obtener libros digitales⁴.</p>

CONTENIDO DEL LIBRO

CAPÍTULO 1: PLAGUICIDAS O PESTICIDAS

1.1 Plaguicidas o Pesticidas

Los plaguicidas son sustancia o una mezcla de sustancias destinadas a controlar cualquier plaga, así como a vectores de enfermedades humanas y animales⁶.

Durante años se ha promovido la venta de plaguicidas sin informar adecuadamente el riesgo que pueden generar para la salud, para el medio ambiente y para la agricultura misma⁷.

Durante los años 1980, la aplicación masiva de plaguicidas fue considerada, generalmente, como una revolución de la agricultura, eran relativamente económicos y altamente efectivos. Su aplicación llegó a ser una práctica común como medida preventiva aún sin ningún ataque visible desde entonces, la experiencia ha demostrado que este método no sólo perjudica el medio ambiente, sino que a la larga es también ineficaz, debido a que donde se han utilizado los plaguicidas de manera indiscriminada, las especies de las plagas se han vuelto resistentes y difíciles o imposibles de controlar⁸.

1.2 Efectos ambientales

El continuo incremento en el uso de compuestos orgánicos artificiales y su introducción en el medio ambiente hace importante el estudio de su dispersión y su efecto sobre los organismos. Entre estas sustancias existe un grupo de compuestos, los hidrocarburos aromáticos organoclorados, que son difíciles de degradar y que por la citada razón y su toxicidad son causa de gran preocupación; de acuerdo con su aplicación estos compuestos se pueden dividir en dos grupos, los utilizados como insecticidas DDT, DDE, Dieldrin, etcétera y los denominados BPC's que son utilizados por la industria principalmente como plastificantes.⁹

En nuestro país no existen normativas para su eliminación y frecuentemente se realiza la incineración a cielo abierto sin tener en cuenta que algunos productos al ser expuestos al calor desprenden dioxinas cuya toxicidad es ampliamente mayor

que el agrotóxico original. Los factores mencionados forman un ciclo cerrado que se retroalimenta y refuerza profundizando los efectos adversos¹⁰.

En el Cuadro 1.1 se muestran la persistencia en el suelo de algunos de los plaguicidas más comunes.

Cuadro 1.1. Persistencia de Insecticidas organoclorados en suelo.

Insecticida	50% pérdida de toxicidad en número de años	95% pérdida de toxicidad en número de años
DDT	3 – 10	4 – 30
Aldrin	1 – 4	1 – 6
Clordano	2 – 4	3 – 5
Dieldrin	1 – 7	5 – 25
Endrin	4 – 8	N. D.
Heptaclor	7 – 12	3 – 5
Lindano	2	3 – 10
Toxafeno	10	N. D.

N.D. No determinado.

Fuente: Catálogo Oficial de Plaguicidas publicado por la Comisión Intersecretarial para el Control del Proceso y Uso de Plaguicidas, Fertilizantes y Sustancias Tóxicas (Cicoplafest); (SEMARNAP, 1999).

1.3 Efectos en la salud

Simultáneamente con el aumento del uso de plaguicidas, crecieron muy significativamente los accidentes y enfermedades asociadas. Según datos de la OMS, anualmente se intoxican dos millones de personas por exposición directa o indirecta a plaguicidas. De ese total, las 3/4 partes de afectados pertenecen a los países subdesarrollados, donde únicamente se utiliza el 25% de la producción mundial de plaguicidas. Aunque existen dificultades para obtener registros y estadísticas fiables, en nuestro país es consensualmente aceptado que la cantidad de accidentes asociados al trabajo agrícola es similar o ligeramente superior a la registrada en la construcción¹⁰.

Uno de los problemas que ha presentando es la resistencia de los insectos hacia este tipo de sustancias y en muchos casos se debe al abuso en su utilización.

Hoy en día existen 500 moléculas de insecticidas químicos que han generado fuertes problemas ambientales pues son muy inespecíficos¹².

1.4 Situación de los Plaguicidas en México

En México se usa el 60% de 22 plaguicidas considerados como perjudiciales para la salud y el medio ambiente, de ellos el 42% se fabrican en el país.

Más del 98% de los insecticidas utilizados en México llegan a un destino diferente al deseado¹³.

De 90 plaguicidas que han sido cancelados o restringido en los Estados Unidos, 30 se usan en México (INEGI, 1992)¹⁴.

Según la Secretaría de Salud, el 80% de los 300 mil casos de intoxicación por plaguicidas registrados cada año en el mundo ocurren en países en vías de desarrollo. En México se emplean 260 marcas de las cuales, 24 están prohibidas y 13 restringidas, siendo las principales causas de intoxicación las deficientes medidas de control y prevención, en el cuadro 1.2 se muestra un ejemplo de estos plaguicidas¹⁴.

Cuadro 1.2. Plaguicidas prohibidos en otros países y autorizados en México.

Alaclor	Metidación	Aldicarb
Metamidofos	Metoxicloro	Captafol
Azinfos Metílico	Mevinfos	Carbarilo
Monocrotofos	Ometoato	Clordano
Captan	DDT	Dicofol
Oxyfluorfen	Paraquat	Endosulfán
Paratión Metílico	Diurón	Pentaclorofenol
Quintoceno	Forato	Sulprofos
Fosfamidón	Triazofos	Kadetrina
Tridemorf	Linuron	Vamidotion
Maneb	2,4-D	

Fuente: Catálogo Oficial de Plaguicidas publicado por la Comisión Intersecretarial para el Control del Proceso y Uso de Plaguicidas, Fertilizantes y Sustancias Tóxicas (Cicoplafest); (SEMARNAP, 1999).

CAPÍTULO 2: BIOINSECTICIDAS

2.1 Microorganismos entomopatógenos

Este tipo de microorganismos se caracterizan por su escasa toxicidad sobre otros organismos del ambiente, por su aptitud para ser tratados industrialmente, es decir, se cultivan, formulan, empaquetan, almacenan y se comercializan como un insecticida convencional¹⁵.

Las primeras enfermedades bacterianas en insectos fueron reportadas en 1870 por Pasteur. En 1911 Herelle presentó el primer estudio de bacterias entomopatógenas en locústidos en México y aisló un pequeño bacilo, al cual dio el nombre de *Coccobacillus acridorium*. En 1901 Ishiwata informó la presencia de una bacteria cristalífera que causaba la enfermedad y muerte de larvas de algunos insectos, diez años después, Berliner en Thuringia, Alemania, determinó que un bacilo esporulante y cristalífero, al cual denominó *Bacillus thuringiensis* (Bt), era el causante de la muerte de larvas de *Anagasta khuniella*., *B. thuringiensis* presenta un cristal parasporal de forma bipiramidal, romboide, cuadrado o amorfo de naturaleza proteínica que es el responsable de la capacidad insecticida; su toxicidad es muy variada y depende del tipo de cristal¹⁶.

El mecanismo de acción de este tipo de bacterias es por ingestión y producto del pH alcalino del intestino del insecto, el cristal parasporal libera la toxina, la cual se asocia a puntos específicos de la membrana intestinal, formando poros que rompen la pared, a través de la cual ocurre una alteración del balance iónico, que lleva a la parálisis intestinal y cese de la alimentación, posteriormente y producto de una septicemia provocada por la multiplicación de la bacteria ocurre la muerte de las larvas, las cuales se tornan flácidas y con un exudado lechoso; estas larvas pueden posteriormente desintegrarse. *B. thuringiensis* resulta tóxico a varios órdenes de insectos, ácaros e incluso nematodos¹⁶.

Aunque varios grupos de bacterias han sido descritos como patógenos a insectos, sólo *B. thuringiensis* ha sido estudiada y utilizada ampliamente, por lo cual constituye una alternativa para el control de plagas. Los insecticidas derivados de esta bacteria constituyen el ejemplo más importante de este tipo de productos y ocupan la mayor parte del mercado mundial de bioinsecticidas. Estos productos se han utilizado comercialmente por más de 35 años y han sido aceptados como productos biodegradables y seguros para los vertebrados y el ambiente¹⁸.

En la figura 2.1 puede observarse a *B.thuringiensis* al microscopio electrónico, uno de los microorganismos entomopatógenos de mayor interés.



Fig. 2.1. *B. thuringiensis* en microscopio electrónico.

2.2 Bioinsecticidas

Los bioinsecticidas o agentes de control biológico, son capaces de eliminar plagas altamente nocivas para los cultivos agrícolas. El control biológico es un elemento clave en toda estrategia innovadora para la defensa de los cultivos agrícolas dentro del respeto del medio ambiente. Utilizando para ello desde bacterias, otros insectos, virus y hongos para proteger los cultivos agrícolas los cuales son conocidos como microorganismos entomopatógenos que nos proporcionan la posibilidad de controlar especies perjudiciales resistentes a los productos químicos, la reducción del número de tratamientos y la posibilidad de evitar el efecto tóxico de los plaguicidas o insecticidas, son las ventajas fundamentales¹².

Las desventajas son la falta de investigación para el desarrollo de plaguicidas con alta capacidad biocida y baja persistencia preferentemente biodegradable, situación íntimamente relacionada con una industria nacional productora de plaguicidas poco competitiva¹⁴.

2.3 Tipos de Bioinsecticidas

Cuando se habla de agricultura orgánica, una reacción muy común es considerar que se trata de una utopía, que una agricultura diferente de la convencional está fuera de lo posible, sin embargo, está claro que los efectos del uso indiscriminado de los productos químicos en la agricultura convencional sobre el ambiente y la humanidad descalifica ese tipo de prácticas ante lo que se llama sustentabilidad¹⁹.

En la actualidad es recomendable y posible mejorar la producción sin necesidad de recurrir a infinidad de insumos externos, porque lo que las plantas han consumido del suelo se puede devolver mediante el uso de partes de las mismas plantas y jamás por la aplicación de tres o cuatro elementos químicos. Es recomendable y posible, porque el suelo mejora cuando se aumenta su diversidad biológica, no cuando ésta se reduce por la acción de un plaguicida sintético¹⁹.

En busca de alternativas que mejoren no sólo la producción durante un ciclo de cultivo sino la fertilidad y la vida del suelo, surge la propuesta de fomentar las prácticas orgánicas, y dentro de ellas el uso de abonos, bioestimulantes, caldos microbiales, virus, nematodos, hongos y otros productos orgánicos cuya aplicación favorezca la calidad de los suelos para obtener, de manera amigable con el medio, productos sanos que serán ofrecidos al consumidor¹⁹.

- ❖ Bioinsecticidas a base de virus
- ❖ Bioinsecticidas a base de hongos
- ❖ Bioinsecticidas a base de nematodos
- ❖ Bioinsecticidas a base de bacterias

CAPÍTULO 3: BIOINSECTICIDAS DERIVADOS DE *Bacillus thuringiensis* (Bt, Bth, Bti)

3.1 *Bacillus sp*

Las bacterias se clasifican en dos categorías: las formadoras de esporas y las que no esporulan. Las bacterias esporulantes por su capacidad de formar esporas poseen una alta persistencia en el ambiente, son altamente virulentas y tienen una gran capacidad invasiva y de producir toxinas. Incluyen todas aquellas que actúan como patógenos obligados y facultativos. Todas ellas pertenecen a la familia *Bacillaceae*. En este grupo se incluyen los *Bacillus* que tienen forma de bastón y incluyen a *B. larvae*, *B. lentimorbus*, *B. popilliae*, *B. shpaericus* y *B. thuringiensis*²⁰.

3.2 Mecanismo de acción

El mecanismo de acción de los bioinsecticidas es diverso dependiendo de su origen y el tipo de insecto plaga que se esté tratando, sin embargo, de manera general es parecido al de *B. thuringiensis*, es decir, estos microorganismos producen al ser ingeridos por el insecto plaga algún mecanismo que desencadena una serie de reacciones que terminan provocando la enfermedad, casi siempre intestinal del insecto y posteriormente su muerte, esto es posible debido a las características fisiológicas que poseen los insectos plaga las cuales son diferentes a las de los seres humanos razón por la cual este tipo de bioinsecticidas no afecta ni al ser humano ni al medio ambiente como lo podrían hacer los insecticidas químicos²¹.

En la figura 3.1 puede observarse el mecanismo de acción que lleva a cabo *B. thuringiensis* para eliminar plagas.



Fig. 3.1. Mecanismo de acción de *B. thuringiensis*

3.3 Bioinsecticidas basados en cepas Bt

Las cepas de *B.thuringiensis* encontradas en la naturaleza presentan combinaciones de proteínas Cry o Cyt muy diversas y, en consecuencia, también difieren en sus propiedades insecticidas. Actualmente se conocen muchas cepas Bt con un amplio espectro de hospederos que abarcan a distintas especies de insectos de los órdenes Lepidóptera, Díptera y Coleóptera²¹.

3.4 Ventajas

La posibilidad de controlar especies perjudiciales resistentes a los productos químicos, la reducción del número de tratamientos y la posibilidad de evitar el efecto tóxico de los plaguicidas o insecticidas, son las ventajas fundamentales¹². El control biológico es un elemento clave en toda estrategia innovadora para la defensa de los cultivos agrícolas dentro del respeto del medio ambiente¹².

3.5 Producción de plaguicidas en el mundo y en México

Se calcula que el mercado global de insecticidas químicos alcanza una cifra cercana a los 20,000 millones de dólares anuales. Aún cuando se conocen más de 100 tipos de bacterias que atacan insectos y otros organismos dañinos a los cultivos, sólo 3 de ellas han sido desarrolladas como bioinsecticidas comerciales¹².

En el mundo, sólo el 5% de los insecticidas son microbianos; pese a que los principales centros de investigación y algunas empresas de biotecnología, han dado prioridad de inversión al sector de bioinsecticidas, no se aprecia ningún incremento de su uso¹².

En México no se sintetizan ingredientes activos nuevos; la mayor parte de los ingredientes activos para la formulación de productos se importan de otros países, sin embargo la cantidad de plaguicidas formulados en México es mínima, ya que estos, al igual que los ingredientes activos, son importados¹⁴.

3.6 Futuro

Es por esto que la intención de la creación del presente manual es proporcionar amplia información sobre los bioinsecticidas así como hacer énfasis en sus ventajas y en el amplio campo de investigación que esto representa para los Q.F.B. egresados de FES Zaragoza.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En el plan de estudios de la carrera de Q.F. B., en particular en los módulos: que comprenden microbiología, es decir Microbiología General I (6º semestre), Microbiología General II (7º semestre), Microbiología Médica (área bioquímica clínica), Microbiología Médica (área Farmacia Clínica) y Microbiología Industrial (área Farmacia); se abarcan todos los conocimientos necesarios para poder trabajar en el estudio, desarrollo y producción de microorganismos entomopatógeno los cuales son de suma importancia por su potencial para la elaboración de bioinsecticidas, de tal manera que la intención de este proyecto es dar un panorama general de la utilidad de estos microorganismos y su posible aplicación industrial en la elaboración de bioinsecticidas lo que ayudaría a disminuir la contaminación causada con plaguicidas químicos.

Tomando como base lo anterior se realizó el manual **Microorganismos de interés entomopatógeno como alternativa bioinsecticida** en un formato electrónico, el cual se espera sea de interés para alumnos que cursan los módulos de microbiología así como cualquier estudiante de la carrera de Q.F.B. que se interese este tema.

OBJETIVOS

A. GENERAL

- Elaboración y digitalización del manual electrónico **Microorganismos de interés entomopatógeno como alternativa bioinsecticida.**

B. ESPECÍFICOS

- Recopilar información relevante y actualizada sobre los microorganismos de interés entomopatógeno así como su aplicación en el área agrícola como bioinsecticidas.
- Identificar e incorporar esquemas, imágenes y fotografías que ilustren de manera adecuada la información recopilada para la producción del manual **Microorganismos de interés entomopatógeno como alternativa bioinsecticida.**
- Conjuntar la información recopilada así como estructurar el manual **Microorganismos de interés entomopatógeno como alternativa bioinsecticida.**
- Realizar el manual **Microorganismos de interés entomopatógeno como alternativa bioinsecticida.**
- Presentar el manual a un formato digital por medio del programa FlipAlbum.

HIPÓTESIS

El manual electrónico **Microorganismos de interés entomopatógeno como alternativa bioinsecticida**, que contiene y explica claramente las características particulares de estos microorganismos, servirá de apoyo a la enseñanza y aprendizaje de los Q.F.B. de FES Zaragoza ya que se muestra una alternativa más de desarrollo profesional dentro de esta área.

METODOLOGÍA

1. Buscar información actualizada referente a microorganismos de interés entomopatógeno en publicaciones, material electrónico, bibliotecas y hemerotecas.
2. Capturar datos seleccionados para la redacción y elaboración del manual **Microorganismos de interés entomopatógeno como alternativa bioinsecticida**.
3. Recopilar imágenes mediante la búsqueda de fotos, ilustraciones, esquemas diagramas, etc.
4. Estructurar con la información recopilada un borrador del manual **Microorganismos de interés entomopatógeno como alternativa bioinsecticida** y realizar las observaciones necesarias con la supervisión del asesor.
5. Capturar el manual **Microorganismos de interés entomopatógeno como alternativa bioinsecticida** utilizando Microsoft Word versión.
6. Integrar imágenes, fondos y color de fondos al documento en Microsoft Word.
7. Realizar la revisión del borrador por parte del director y del asesor del proyecto.
8. Llevar a cabo la revisión final del manual **Microorganismos de interés entomopatógeno como alternativa bioinsecticida** y aprobación por parte del director y del asesor.
9. Convertir el documento del procesador de texto Microsoft Word (formato doc) al Adobe Acrobat (formato pdf).
10. Convertir el documento del formato pdf a imágenes con formato jpg.
11. Capturar las imágenes de formato jpg al programa FlipAlbum.

RESULTADOS

El resultado de este trabajo fue la producción del Manual **electrónico de microorganismos de interés entomopatógeno** como alternativa bioinsecticida el cual consta de 3 capítulos que son:

Capitulo 1. Pesticidas o Plaguicidas

Capitulo 2. Bioinsecticidas

Capitulo 3. Bioinsecticidas derivados de *B. thuringiensis*

Dentro de los cuales se da un panorama general de lo que son los bioinsecticidas; y el cual se anexa en CD.

DISCUSIÓN

La creación de un manual de este tipo sobre bioinsecticidas surgió a partir de la idea de que debería existir un acercamiento de los alumnos al tema dada la importancia y su amplio desarrollo a futuro en el mundo que ofrezca un área de trabajo real para los alumnos de la carrera de Q.F.B. de la FES Zaragoza.

Dentro de los estudios de la carrera de Q.F.B. en los módulos: Microbiología General I (6º semestre), Microbiología general II (7º semestre), Microbiología Médica (área bioquímica clínica), Microbiología Médica (área Farmacia Clínica) y Microbiología Industrial (área Farmacia); donde se abarcan todos los conocimientos necesarios para poder trabajar en el estudio, desarrollo y producción de microorganismos entomopatógenos que son de suma importancia por su potencial para la elaboración de bioinsecticidas; sin embargo, dado al amplio contenido que se maneja en ellos no se abarca este tema, por lo que la principal intención de la producción de este libro electrónico sobre bioinsecticidas es que sea un material de apoyo, así como un complemento en la formación profesional de los alumnos de la carrera de Q.F.B.

Al hacer una investigación con respecto a la existencia de libros del tema pudimos darnos cuenta que en Amazon.com existen libros como:

“Biopesticides: use and delivery”²² el cual versa sobre el estado de los bioinsecticidas en Europa y los problemas que se presentan en cuanto a la legislación de éstos, tiene un buen contenido y abarca nemátodos, virus, hongos y bacterias.

“Microbial biopesticides”²³ contiene información sobre Baculovirus, nematodos y algunos hongos.

“Biopesticides. Pest management and regulation”²⁴ maneja la información respecto a los biopesticidas desde un enfoque de las plagas, la legislación y la economía concernientes a la producción de bioinsecticidas.

“Baculovirus Expression Systems and Biopesticides”²⁵ se caracteriza por contener información sólo sobre Baculovirus lo que lo hace un muy buen libro ya que trata el tema a profundidad y presenta algunas imágenes que hace su contenido más comprensible.

Sin embargo, todos ellos tienen un costo para consultar o descargar su contenido completo, es necesaria la conexión a internet para acceder a Amazon.com, no cuentan con imágenes que ilustren lo descrito en ellos y se encuentran sólo en el idioma inglés lo que puede ser un problema para algunos estudiantes.

Dentro de la FES Zaragoza también se han desarrollado libros electrónicos como son:

“Cuaderno de problemas resueltos y propuestos de probabilidad y estadística”²⁶ el cual tiene un contenido que es de gran apoyo en la formación y comprensión de la estadística y probabilidad.

En el área de Bromatología se han realizado 3 libros en formato electrónico que son “Material multimedia de apoyo y aprendizaje del tema: Los alimentos, sus componentes y sus funciones, de la asignatura de Bromatología”²⁷ así como “Fisiología y Metabolismo de los Nutrientes, un libro electrónico para el apoyo a la Enseñanza y Aprendizaje de la Asignatura de Bromatología”²⁸. El más reciente es “Alimentos y sus constituyentes”²⁹ también es un apoyo para este módulo, además de ser un complemento de los 2 libros ya mencionados que se enfocan a esta área; todos con la función de hacer más ameno y agradable al alumno el contenido de los programas de esta asignatura.

En el área de Microbiología se ha desarrollado el “Manual de Prácticas de Microbiología General II”³⁰ el cual ayuda a fomentar el aprendizaje y a reafirmar los temas que se manejan en el laboratorio de Microbiología General II de 7° semestre de la carrera. Al igual que los de Bromatología puede considerarse un apoyo al desarrollado en este trabajo de tesis ya que los temas van de mano.

La producción de este libro electrónico fue un arduo trabajo debido a la falta de información sobre el tema de los bioinsecticidas dentro de publicaciones escritas; sin embargo, haciendo uso de las herramientas electrónicas con las que ahora se cuenta pudo lograrse la producción del mismo que se espera sea ameno a sus lectores, así como de gran ayuda en el acercamiento a esta área de la microbiología.

Entre las ventajas que tiene este material se encuentran: fácil acceso al mismo, bajo costo, fácil y rápida actualización del contenido, manejo con unos simples botones de avance y retroceso, o un gesto con los dedos en la pantalla táctil de aquellos dispositivos que lo permitan, aunado a la facilidad de transporte por lo que se espera que sea más amigable para el alumno.

Cuando un programa de computador, un documento o una presentación combina adecuadamente los medios, se mejora notablemente la atención, la comprensión y el aprendizaje, ya que se acercará algo más a la manera habitual en que los seres humanos nos comunicamos, cuando empleamos varios sentidos para comprender un mismo objeto e informarnos sobre él.

CONCLUSIONES

La idea y elaboración de este libro se llevó a cabo con la intención de complementar la educación profesional de los alumnos de la carrera de Q.F.B, de FES Zaragoza y lograr proporcionarles un acercamiento a esta área que es muy amplia y forma parte del campo de trabajo dentro del cual puede desarrollarse un Q.F.B.

Podemos concluir que se logró el objetivo planteado que fue realizar un libro electrónico que sirva como apoyo en la formación de los alumnos de la carrera de Q.F.B. de la FES Zaragoza en lo que respecta al área de Microbiología ya que el tema de los bioinsecticidas forma parte importante en el área de la industria química, así como en la formación de todo alumno de la carrera de Q.F.B. para su apto desarrollo profesional.

RECOMENDACIONES

Las recomendaciones que pueden hacerse al respecto del uso de este libro electrónico son:

Distribuir el libro electrónico entre los alumnos que cursen las materias de microbiología con la finalidad de complementar los conocimientos adquiridos en la carrera previa autorización del Comité Académico de Carrera de Q.F.B.

Acceso al libro electrónico colocándolo al alcance de los alumnos dentro de la biblioteca con la finalidad de que si es de su interés puedan acudir a consultarlo en el momento que lo deseen.

Colocar a la venta el CD a un precio accesible dentro de la librería de la Facultad lo que también produciría un acercamiento por parte de los alumnos que tengan interés sobre el tema.

Proporcionar el libro electrónico a un grupo de alumnos de la carrera de Q.F.B. con la intención de probar el efecto en el aprendizaje con respecto al tema, así como de complementar su formación en el área de microbiología.

REFERENCIAS

1. Documento electrónico versus documento en papel <http://efuncionario.com/2009/01/19/documento-electronico-versus-documento-en-papel-2/> 16 agosto 2011
2. GreenPeace españa <http://www.greenpeace.org/espana/es/Blog/libro-de-papel-o-electrnico/blog/32722> 16 agosto 2011
3. Libro electrónico http://es.wikipedia.org/wiki/Libro_electr%C3%B3nico 16 agosto 2011.
4. Ciberhabitat. Ciudad de la informática. <http://www.ciberhabitat.gob.mx/biblioteca/le/index.html> 16 agosto 2011.
5. Alfa-redi <http://www.alfa-redi.org/rdi-articulo.shtml?x=118> 16 agosto 2011.
6. SEMARNAT-INE. Lo que usted debe saber sobre los plaguicidas., Serie Plaguicidas, vol. 1. México, 1999
7. Manejo de envenenamiento con pesticidas http://189.210.14.166/cadenas/guias/guiasPDF/manejo%20de%20envenenamiento%20con%20pesticidas_326.pdf 16 agosto 2011.
8. Plaguicidas <http://es.wikipedia.org/wiki/Plaguicida> 15 febrero 2011.
9. <http://biblioweb.tic.unam.mx/cienciasdelmar/centro/1979-1/articulo55.html> 26 mayo 2011
10. Olivera S, Rodríguez D. "Pesticidas, salud y ambiente" Revista Posdata, Departamento de Neurobiología, Instituto Clemente Estable <http://www.iibce.edu.uy/posdata/drit.htm> 25 mayo 2011.
11. Manejo de envenenamiento con pesticidas http://189.210.14.166/cadenas/guias/guiasPDF/manejo%20de%20envenenamiento%20con%20pesticidas_326.pdf 16 agosto 2011.
12. Biogeomundo <http://biogeomundo.blogspot.com/2011/02/control-biologico-de-plagas.html> 16 agosto 2011.
13. Evaluación de la contaminación de residuos de plaguicidas organoclorados en el cultivo de Melón (*Cucumis melo L.*), en localidades de la Comarca Lagunera <http://www.uaaan.mx/DirInv/Rdos2003/cuencas/cucumis.pdf> 16 agosto 2011.
14. Plaguicidas <http://www.monografias.com/trabajos14/losplaguicidas/losplaguicidas.shtml> 16 agosto 2011.
15. Hongos entomopatógenos <http://www.monografias.com/trabajos29/hongos-entomopatogenos/hongos-entomopatogenos.shtml> 30 junio 2011.
16. http://www.avocadosource.com/books/vandriescherg2007/VanDriescheRG2007_SEC09_Chapter23.pdf 26 mayo 2011.

17. Bioinsecticidas
<http://www.monografias.com/trabajos15/bioinsecticida/bioinsecticida.shtml>
26 mayo 2011
18. <http://www.phcmexico.com.mx/phcproduccion.html> 15 mayo 2011.
19. El agrónomo. Informaciones agrícolas y temas de interés en la Ingeniería Agronómica <http://agronomord.blogspot.com/2007/12/agricultura-orgnica-posible.html> 26 mayo 2011.
20. Carballo M; Guaharay F., Control biológico de plagas, CATIE, editores técnicos, pp. 18-88 Managua, 2004
<http://books.google.com/books?id=WyEOAQAIAAJ&printsec=frontcover&dq=related:ISBN8480215143&hl=es&rview=1#v=onepage&q&f=true>
30 junio 2011.
21. Jacas J, Caballero P, Avilla J; El control biológico de plagas y enfermedades,; Editorial: Publicaciones de la Universitat Jaume, 2005.
22. Franklin R. Hall, Julius J. Menn; Biopesticides: use and delivery, editorial Humana Press, New Jersey, 1999.
[http://books.google.com.mx/books?hl=es&lr=&id=x2t3xN0edecC&oi=fnd&pg=PR5&dq=Biopesticides:+Use+and+Delivery+\(Methods+in+Biotechnology\)+Franklin+R.+Hall+\(Editor\),+Julius+J.+Menn+\(Editor\)&ots=95O15kymTP&sig=-l-sRHR-kjOOVXtwLr03PHYzif2k#v=onepage&q&f=true](http://books.google.com.mx/books?hl=es&lr=&id=x2t3xN0edecC&oi=fnd&pg=PR5&dq=Biopesticides:+Use+and+Delivery+(Methods+in+Biotechnology)+Franklin+R.+Hall+(Editor),+Julius+J.+Menn+(Editor)&ots=95O15kymTP&sig=-l-sRHR-kjOOVXtwLr03PHYzif2k#v=onepage&q&f=true). 16 agosto 2011.
23. Dhaliwal G, Koul O; Microbial biopesticides., editorial Taylor y Francis, New York, EU, 2004.
24. Bailey A, Chandler D, Grant W, Greaves J, Prince G, Tatchel M; Biopesticides. Pest management and regulation; CABI, USA, 2010.
<http://www.a1webstores.com/biopesticides/itemdetail/1845935594/> 16 agosto 2011.
25. Shuler M, Wood H, Granados R, Hammer D; Baculovirus Expression Systems and Biopesticides,; editorial: Willey-Liss, New York, EU, 1999.
http://www.amazon.com/Baculovirus-Expression-Systems-Biopesticides-Michael/dp/0471065803/ref=sr_1_4?ie=UTF8&qid=1313543660&sr=8-4# 16 agosto 2011.
26. Guerra T, Marques M, y López J, “Cuaderno de problemas resueltos y propuestos de probabilidad y estadística” formato electrónico, FES-Zaragoza UNAM, 2007.
27. Reyes P, Marques M, Sánchez M; “Material multimedia de apoyo y aprendizaje del tema: Los alimentos, sus componentes y sus funciones, de la asignatura de Bromatología”; libro en formato electrónico, UNAM, 2008.
28. Gutiérrez K, Corvera V y Marques M; “Fisiología y Metabolismo de los Nutrientes, un libro electrónico para el apoyo a la Enseñanza y Aprendizaje de la Asignatura de Bromatología”; libro en formato electrónico, UNAM 2009.

29. Orduña D, Marques M, Corvera V; “Los Alimentos y sus constituyentes”; libro en formato electrónico, UNAM, 2011.
30. Salgado P, Mora J, Marques M, Flores Y; “Manual de Prácticas de Microbiología General II”, formato electrónico, UNAM, 2010.

NOTA: Las referencias presentadas a continuación fueron las utilizadas para la fabricación del libro electrónico y no para la tesis escrita.

1. Alberto Barud, Inventario de plaguicidas usados en la frontera México-Estados Unidos, México, 2004
2. Barrientos R., Eficacia de insecticidas microbiales, nim y jabón para el control de *Dismyococcus brevipes* (Homóptera: Pseudococcidae) en piña orgánica en el lago de la Yojoa, Honduras, Honduras, abril 1998.
3. Biogeomundo <http://biogeomundo.blogspot.com/2011/02/control-biologico-de-plagas.html> 26 mayo 2011.
4. Carballo M; Guaharay F., Control biológico de plagas, CATIE, editores técnicos, pp. 18-88 Managua, 2004 <http://books.google.com/books?id=WyEOAQAIAAJ&printsec=frontcover&q=related:ISBN8480215143&hl=es&rview=1#v=onepage&q&f=true> 30 junio 2011.
5. Jóvenes rescatando nuestro planeta http://jovenesrescatandonuestroplaneta.blogspot.com/2010_04_01_archive.html 25 mayo 2011.
6. Carrera M.L., PRODUCCION DE *Bacillus thuringiensis*, Berliner A NIVEL DE LABORATORIO, Ecuador , 2009.
7. Catálogo Oficial de Plaguicidas publicado por la Comisión Intersecretarial para el Control del Proceso y Uso de Plaguicidas, Fertilizantes y Sustancias Tóxicas (Cicoplafest); (SEMARNAP, 1999). SEMARNAT-INE. Lo que usted debe saber sobre la gestión de los plaguicidas en México., Serie Plaguicidas, vol. 4. México, 1999.
8. Children environment health network <http://www.cehn.org/drupal/espanol/pesticidas> 26 mayo 2011.
9. Comisión para la Cooperación Ambiental de América del Norte, Maíz y Biodiversidad efectos del maíz transgénico en México, México, 31 de agosto 2004.
10. Dirección General de Sanidad Vegetal. Proyecto de NOM-072-FITO-1995 Por las que se establecen requisitos, especificaciones y procedimientos fitosanitarios para el control biológico de maleza; México, 1995.

11. Dirección Nacional de Alimentación, Manejo integrado de plagas en el sector agroalimentario, Argentina, 2005.
12. Driesche RG, Hoddle MS, Center TD. Control de plagas y malezas por enemigos naturales; FHTET, USDA, noviembre 2007.
13. Duran J; Bioplaguicidas. Guía de ingredientes activos en America Central; Catie, Costa Rica, 2012.
14. El agrónomo. Informaciones agrícolas y temas de interés en la Ingeniería Agronómica <http://agronomord.blogspot.com/2007/12/agricultura-orgnica-posible.html> 26 mayo 2011.
15. El agrónomo. Informaciones agrícolas y temas de interés en la Ingeniería Agronómica <http://agronomord.blogspot.com/2008/07/virus-entomopatgenos.html> 26 mayo 2011
16. El agrónomo. Informaciones agrícolas y temas de interés en la Ingeniería Agronómica <http://agronomord.blogspot.com/2008/07/nemtodos-en-el-manejo-de-plagas.html> 26 mayo 2011.
17. El agrónomo. Informaciones agrícolas y temas de interés en la Ingeniería Agronómica <http://agronomord.blogspot.com/2008/07/hongos-entomopatgenos.html> 26 mayo 2011.
18. El agrónomo. Informaciones agrícolas y temas de interés en la Ingeniería Agronómica <http://agronomord.blogspot.com/2008/07/bacterias-entomopatgenas.html> 26 de mayo 2011.
19. Environmental Protection Agency EPA, Manejo eficaz de pesticidas en el hogar, EEUU, febrero, 2005.
20. Entomophthora muscae http://en.wikipedia.org/wiki/Entomophthora_muscae 20 junio 2011
21. Espinel C, Villamizar L, Torres L, Grijalba E, Lozano M, Cortes A, et al; Desarrollo de un plaguicida para el control de la mosca blanca *Bemisia tabaci*; Fontagro, Colombia, 2006.
22. Fernández C., Juncosa R, Biopesticidas ¿La agricultura del futuro?, FuturEco, Barcelona, 2002
23. Fundación Argentina de Ecología. Mitos y realidades. Pesticidas y cáncer: Sustancias químicas, naturales y sintéticas; <http://www.mitosyfraudes.org/PestiEsp.html> 25 junio 2011.
24. Greenpeace <http://www.greenpeace.org/mexico/> 23 marzo 2010.
25. Helfrich LA, Weigmann DL, Hipkins P, Stinson ER. Pesticides and aquatic animals: A guide to reducing impacts on aquatic systems. Virginia Cooperative Extension. Octubre, 2007.
26. <http://es.wikipedia.org/wiki/Plaguicida> 25 mayo 2011.
27. <http://biblioweb.tic.unam.mx/cienciasdelmar/centro/1979-1/articulo55.html> 27 mayo 2011.

28. <http://www.monografias.com/trabajos14/losplaguicidas/losplaguicidas.shtml>
22 febrero 2010.
29. <http://www.monografias.com/trabajos29/hongos-entomopatogenos/hongos-entomopatogenos.shtml> 30 junio 2011.
30. http://www.avocadosource.com/books/vandriescherg2007/VanDriescheRG2007_SEC09_Chapter23.pdf 26 mayo 2011.
31. <http://www.phcmexico.com.mx/phcproduccion.html> 30 JUNIO 2011.
32. Instituto Nacional de Ecología <http://www.ine.gob.mx/sqre-difusion> 30 abril 2010.
33. Jacas J, Caballero P, Avilla J; el control biológico de plagas y enfermedades Editorial: Publicaciones de la Universitat Jaume, 2005.
34. Jacas JA, Urbaneja A. Control biológico de plagas; pp. 121-135, Phytoma ed, España, 2007.
35. Kegley S, Brieger T. La contaminación del aire por los pesticidas sobrepasa regularmente los niveles “aceptables” para la salud; boletín de prensa, California, 7 de mayo 2007.
36. Miller GT. Sustaining the Earth, 6ª ed., Thompson Learning, cap. 9, pp. 211-216, Pacific Grove, California; 2004.
37. MARCO JURÍDICO DE PLAGUICIDAS
http://mjplaguicidas.blogspot.com/2010_03_01_archive.html 26 mayo 2011.
38. Monografías
<http://www.monografias.com/trabajos15/bioinsecticida/bioinsecticida.shtml>
26 mayo 2011
39. Olivera S, Rodríguez D. “Pesticidas, salud y ambiente” Revista Posdata, Departamento de Neurobiología, Instituto Clemente Estable
<http://www.iibce.edu.uy/posdata/drit.htm> 25 mayo 2011.
40. Organización Panamericana de la Salud. Inventario de plaguicidas usados en la frontera México-Estados Unidos, 2000.
41. Prado G, Díaz G, Noa M, Méndez I, Cisneros I, Catorena F, et al; Niveles de pesticidas organoclorados en leche humana en la ciudad de México; Agro sur, 32 (2), pp.60-9; México, 2004.
42. Protection Environmental Agency US. Pesticides: Health and Safety. National Assessment of the Worker Protection Workshop; vol.3, Agosto 2007.
43. Purdue University, The benefits of pesticides. A story worth telling, EEUU, 2004.
44. RAPAM/CAATA
http://www.caata.org/efectos_en_el_sistema_inmunolgico.html 30 marzo 2010.
45. Rómulo I. Bioinsecticidas: *Bacillus sp* como larvicida de *Anopheles sp*, Universidad Profesional Pedro Ruiz Gallo, Lambayeque, septiembre, 2007

- <http://www.scribd.com/doc/7419676/Presentacion-Produccion-de-bioinsecticidas-a-base-de-Bacillus-sp> 25 junio 2011.
46. Reigart R, Robert J. Reconocimiento y manejo de envenenamiento por pesticidas; 5ª ed.; EPA, 1999.
 47. Sánchez J., Producción de bioinsecticidas a base de *Bacillus thuringiensis*, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, México, 2001.
 48. SEMARNAT-INE. Lo que usted debe saber sobre los plaguicidas., Serie Plaguicidas, vol. 1. México, 1999. http://www2.ine.gob.mx/publicaciones/consultaPublicacion.html?id_pub=94&id_tema=9&dir=Consultas 26 mayo 2011
 49. SEMARNAT. Plaguicidas ¿Qué son? ¿Cómo pueden protegerse de ellos? Folleto informativo. http://www2.ine.gob.mx/publicaciones/consultaPublicacion.html?id_pub=355 26 mayo 2011.
 50. SEMARNAT-INE. Lo que usted debe saber sobre la gestión de los plaguicidas en México., Serie Plaguicidas, vol. 4. México, 1999. http://www2.ine.gob.mx/publicaciones/consultaPublicacion.html?id_pub=97&id_tema=9&dir=Consultas 26 mayo 2011.
 51. SEMARNAT-INE. ¿Por qué, para qué y cómo se evalúan los riesgos para la salud y el ambiente de los plaguicidas?, Serie Plaguicidas, vol. 2, 1999.
 52. Soberón M, Bravo A. Creación y consolidación del Centro de Investigación sobre Ingeniería Genética y Biotecnología y su transformación en el Instituto de Biotecnología; UNAM, pp. 303-14; 2007.
 53. Tamez Patricia, Galán Luis, Medrano Hiram, Rodríguez Cristina. Bioinsecticidas: su empleo, producción y comercialización en México; abr.-jun., vol.4 (2), pp. 143-152; UANL, México; 2001.