

• • • • •

ABC de los bioinsumos agrícolas



Edilberto Pozo Velázquez

2020



ABC de los bioinsumos agrícolas

Edilberto Pozo Velázquez
2020



Todos los derechos reservados:

Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta obra solo puede ser realizada con la autorización de sus titulares, salvo excepción prevista por la ley. La infracción de los derechos mencionados puede ser constitutiva de delito contra la propiedad intelectual.

Diríjase a GESICAP (www.gesicap.com),

si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra.

© Pozo-Velázquez, E., 2020

El Carmen, Manabí, Ecuador

www.gesicap.com

ISBN: 978-9942-8854-0-1

Depósito Legal:

1ra Edición: Ediciones Gesticap, Calle 24 de julio y Ave 3 de julio, El Carmen Manabí Ecuador.

Copyright © 2020.

Todos los derechos reservados. Ninguna parte de este libro puede ser reproducida o transmitida en cualquiera de sus formatos, electrónico o mecánico, incluyendo fotocopias sin el debido permiso de GESICAP.

Como citar el libro:

Pozo-Velázquez, E. 2020. ABC de los Bioinsumos Agrícolas, Editorial GESICAP, Ecuador, 130 pp. 85 cit. 47 ref.

Equipo editorial:

Edición y Diagramación: Edilberto Pozo Velázquez

Revisión y Corrección: Miriam Artilles Castro y Zoivi Roque Plá

Cubierta y diseño: GESICAP y Edilberto Pozo Velázquez

© Edilberto Pozo Velázquez, 2020

© Sobre la presente edición: Editorial GESICAP, 2020

ISBN: ISBN: 978-9942-8854-0-1

Editorial: Ediciones GESICAP

Nota sobre enlaces a páginas web ajenas: Este libro puede incluir enlaces a sitios web gestionados por terceros y ajenos a GESICAP, los cuales se incluyen solo con finalidad informativa. GESICAP no asume ningún tipo de responsabilidad por los daños y perjuicios derivados del uso de los datos personales que pueda hacer un tercero encargado del mantenimiento de las páginas web ajenas a GESICAP y del funcionamiento, accesibilidad o mantenimiento de los sitios web no gestionados por GESICAP ni por el autor de este libro.



Sobre el autor



Edilberto Pozo Velázquez 29/03/1970

Biólogo. Doctor en Ciencias Agrícolas; Ph.D. Universidade Federal de Viçosa, Brasil. Investigador Auxiliar y Profesor Titular. 26 años de investigación y docencia en Bioquímica, Sanidad Vegetal, Ecología, Control Biológico, Manejo Integrado de Plagas, Microbiología, Comunicación Científica, Fisiología Vegetal y Producción y Uso de Medios Biológicos. Editor y Árbitro de varias revistas. Posee más de 55 artículos publicados. Más de 40 ponencias en congresos. Ha impartido cursos sobre Control Biológico en México y Colombia. Jefe Carrera de Biología en Universidade Cuito Cuanavale, Angola. Secretario del Tribunal Nacional de Doctorado de Sanidad Vegetal de Cuba. Tutor de 6 Tesis de Doctorado y 28 Maestrías.

e-mail: epozovaz@yahoo.com



A Sheila, Erick Manuel y Anna Isabella
mis hijos y mi nieta



Agradecimientos

Qué fuera de un autor o escritor, de un profesor o investigador si no tuviera la recompensa de su familia. A mi pilar y fortalecida familia desde mi esposa hasta mi nieta les agradezco porque sin ellos esta obra nunca hubiese salido a la luz.

Asimismo a los amigos biólogos de los años 1992 y 1993 de la Universidad de Oriente, por hacerme alegre la vida con su reencuentro y contactos.

Al doctor Jorge Rafael Gómez Sousa, porque para mí siempre ha sido un padre, tanto en lo científico como en lo ético.

Al doctor Luis Ladislao Vázquez Moreno, porque su obra es constante motivación para los que nos dedicamos al control biológico.

A GESICAP (Ecuador), a Yosbel Lazo y Justo Rojas, amigos y gestores de esta institución que me permite colocar esta obra para una mejor capacitación de todos los que de una u otra forma estamos comprometidos con la Pachamama en hacerla un lugar cada vez mejor.

A la Máster Zoivi Roque Plá, microbióloga, por revisar el presente libro. Muchas gracias por tomarse su preciado tiempo para con este servidor.

Al Dr. Sixto Monteagudo Toranzo por tener la gentileza de escribir el prólogo de este libro, gracias por tener siempre una mano extendida para mí amigos.

A Rolando Zamora y Cecilia Haydee Rosiak, ya que sin sus acciones para con mi persona nunca hubieran podido hacerse efectivo ni el curso ni el libro.



Índice

Prólogo	
Capítulo 1. Los bioinsumos en la agricultura	1
Breve necesario repaso a la evolución de la agricultura y la Sanidad Vegetal	3
¿Cómo, cuándo y dónde obtener, desarrollar, aplicar y manejar un bioinsumo?	9
¿Qué es un bioinsumo?	9
¿Cuántos tipos de bioinsumo existen?	10
¿Qué ventajas presentan?	10
Desarrollo de un bioinsumo	14
Prospección. ¿Dónde?, ¿cuándo?, ¿cómo? y... después, ¿qué hacer?	23
Capítulo 2. Los microorganismos antagonistas (M.A.): <i>Trichoderma</i> y <i>Bacillus subtilis</i>	28
¿Qué hay que hacer para seleccionar un buen antagonista?	31
Algunas de las características de <i>Trichoderma</i> relacionadas con la resistencia de las plantas	37
Las bacterias antagonistas. <i>Bacillus subtilis</i>	40
Capítulo 3. Las bacterias como bioinsumos en la agricultura	46
Las bacterias fijadoras de nitrógeno. Mecanismo de colonización para la fijación	44
<i>Bacillus thuringiensis</i> : bacteria entomopatógena como bioinsumo. Modo de acción. Uso, aplicación, multiplicación, productos y tipos	48
Modo de acción	52
Otras bacterias entomopatógenas	58
Capítulo 4. Los hongos entomopatógenos	65
Acción y eficacia contra plagas insectiles en cultivos hortícolas, perennes, graníferos y otros	65
Características y modo de acción de los hongos entomopatógenos	73
Mecanismo de la infección por hongos entomopatógenos	74
Capítulo 5. Nematodos malos y nematodos buenos	83
Nematodos entomopatógenos, un nuevo aliado de los productores	83
Nematodos entomopatógenos	93
Resultados de experiencia con Nematodos entomopatógenos	102
Bibliografía	111



ÍNDICE DE TABLAS

No.	Título	Página
1.1	Fases en un programa para desarrollar un patógeno (Grillo, 2003)	16
2.1	Escala gradológica de MICMO (Elias y Arcos, 1984)	34
2.2	Disminución del grado de infestación en tomate en casas de cultivo protegido	39
2.3	Pruebas analíticas de identificación para <i>B. subtilis</i>	42
3.1	Distribución de tipos bioquímicos según las subespecies descritas de <i>Bacillus thuringiensis</i>	50
3.2	Familia de toxinas Cry sobre órdenes de insectos y ejemplos de las especies susceptibles	56-57
4.1	Principales metabolitos producidos por hongos entomopatógenos	78
4.2	Uso de hongos entomopatógenos y aplicación contra insectos plagas	79-81
5.1	Posibles riesgos en la salud humana de los nematodos entomopatógenos	95
5.2	Posible riesgo ambiental usando nematodos entomopatógenos	96
5.3	Resultados de la evaluación económica realizada al final de la cosecha con el uso de aislados y cepas de <i>Heterorhabditis indica</i> contra <i>Diaphania hyalinata</i>	104



ÍNDICE DE FIGURAS

No .	Título	Página
1.1	Todo está en la naturaleza, depende de cómo lo utilicemos	2
1.2	Diagrama conceptual del Manejo Integrado de Plagas (MIP) que muestra los componentes de un programa MIP y sus relaciones	4
1.3	Primera parte de la evolución de la Sanidad Vegetal en los cultivos (1940-1985)	5
1.4	Segunda parte en la evolución de la Sanidad Vegetal en los cultivos (1990-actualidad)	6
1.5	Figura 1.5. Concepción holística del manejo de plagas	7
1.6	Flujo productivo en un laboratorio de multiplicación de Bioinsumos sólidos	22
1.7	Ejemplo de producto comercial <i>Trichoderma</i> . Bioinsumo para el control de nematodos	23
1.8	Larvas muertas por infección bacteriana, nótese el cambio de coloración (A) con respecto a una larva recién muerta (B)	25
1.9	Chinche (Heteroptera; Pentatomidae) micosada de forma natural por hongos entomopatógenos	25
1.10	Cambios de coloración en larvas. Izquierda: cadáver infectado por Heterorhabditidae; derecha: cadáver infectado por Steinernematidae	26
1.11	Identificación de síntomas causados por virus entomopatógenos en larvas de lepidópteros	27
2.1	Si tan siquiera pudiéramos vernos por los ojos de este animal, de seguro también nos estuviéramos haciendo la misma pregunta	31
2.2	Mecanismos de acción de los microorganismos antagonistas	32
2.3	Mecanismos de competencia y antibiosis	33
2.4	Lectinas antifúngicas presentes en la ortiga	35
2.5	Etapas y pasos del proceso de micoparasitación de <i>Trichoderma</i> sp. (T) sobre <i>Rhizoctonia solani</i> (R)	36
2.6	Vistas en microscopía electrónica de barrido de la micoparasitación de <i>Trichoderma harzianum</i> (T.h.) y <i>Phytophthora capsici</i> (P.c.).	37
2.7	Reducción del Damping off por <i>Fusarium</i> spp. en lechuga con <i>T. viride</i>	39
2.8	Aislamiento de bacterias del suelo con especial atención a <i>B. subtilis</i>	41
2.9	Mecanismo de acción de bacterias antagonistas	43
3.1	Nódulos fijadores de nitrógeno en la raíz	47
3.2	Formación de nódulos fijadores de nitrógeno en la raíz	48
3.3	Formación de las tres capas trilaminares en el proceso de gastrulación	53



3.4	Región del intestino medio donde se desarrolla el proceso de septicemia en los insectos	53
3.5	Mecanismo de acción de <i>B.t.</i> en una larva de lepidóptero	54
3.6	Resumen de las toxinas de <i>B.t.</i> sobre grupos de invertebrados	55
4.1	Clasificación de los cinco reinos según Whittaker, 1969	66
4.2	Estructuras somáticas y reproductivas, y su disposición en los sustratos y la naturaleza	67
4.3	Relaciones filogenéticas de hongos entomopatógenos con otros hongos	68
4.4	Estructuras reproductivas del hongo entomopatógeno como micosis sobre un adulto de chinche (Heteroptera: Pentatomidae)	72
4.5	Mecanismo de acción de los hongos entomopatógenos resumido en tres etapas	74
4.6	Etapas de adhesión. Sustancias y factores barreras que se oponen a la acción de los hongos entomopatógenos y la adhesión de las esporas del hongo entomopatógeno	76
4.7	Etapas de penetración en la cutícula	76
4.8	Multiplicación en el hemocele. Liberación de toxinas y metabolitos secundarios y muerte del insecto	77
4.9	Micosis mostrando las estructuras reproductivas del hongo entomopatógeno fuera del cadáver del insecto, listas para su diseminación sobre una avispa (Hymenoptera: Ichneumonidae)	78
5.1	Generalidades de los nematodos de vida libre y parásitos	84
5.2	Corte transversal de un nematodo mostrando su cutícula, músculos y el espacio de líquido que tiene función de esqueleto hidrostático	85
5.3	Modificaciones de la parte anterior de un nematodo. A. Modificaciones de la región anterior	86
5.4	Principales dimensiones del daño económico de los nematodos fitoparásitos	88
5.5	Errores antropogénicos que exacerban el daño de los nematodos fitoparásitos en las casas de producciones protegidas	89
5.6	Picudo rayado del banano <i>Metamasius hemipterus sericeus</i> . Larva y galería ocasionada por su alimentación. Puerta de entrada de los nematodos fitoparásitos	90
5.7	Efecto en la disminución del grado de infestación de <i>Meloidogyne incognita</i> con la aplicación de <i>Trichoderma viride</i> cepa Ts-3 en tomate en casas de cultivos protegido	92
5.8	Ciclo de vida de nematodos entomopatógenos en larva de escarabajo de	94



	mayo y junio, Coleoptera; Sacarabaeidae	
5.9	Colonización del hospedante por nematodos entomopatógenos. A: Colonización del interior en larva de escarabajo. B: Cambio de la coloración en larvas de <i>Galleria mellonella</i> ; I: Pardo rojizo Heterorhabditis y D: Acrecentado solo el color original Steinernema	97
5.10	Cabezas de nematodos entomopatógenos. H: <i>Steinernema scapterisci</i> , e I: <i>S. longicurvicauda</i> , J: <i>Heterorhabditis bacteriophora</i>	100
5.11	Cadáveres de larvas del IV y V instar de <i>Diaphania hyalinata</i> con cambio de coloración por diferentes aislados de <i>Heterorhabditis indica</i>	103
5.12	Número de cogolleros y de chinches predadoras por tratamientos en tabaco en plantaciones	105
5.13	Mortalidad de <i>M. haemipterus sericeus</i> por diferentes aislados de <i>Heterorhabditis indica</i> en plantaciones de banano en el centro de Cuba	106
5.14	Mortalidad de soldados de <i>Nasutitermes</i> sp. por de <i>Heterorhabditis indica</i> P ₂ M en diferentes concentraciones	107
5.15	Porcentaje de mortalidad de ninfas y adultos de la garrapata <i>B. microplus</i> a diferentes concentraciones de aislados de nematodos entomopatógenos	108
5.16	Eficacia en adultos de <i>S. acupunctatus</i> con nematodos entomopatógenos en plantas de <i>Agave angustifolia</i> . Parcela Santa del Valle, de Oaxaca, México	109



ÍNDICE TEMÁTICO

- A
abiótico(s), factores, 2, 6, 14, 19, 52, 56, 74.
abiótico(s), elementos, 13.
abiótico(s), estrés, 29, 37.
abonos orgánicos, 37
ácaros, 51, 71, 77.
Ácido Dipicolínico, 79.
Ácido Fusárico, 79.
ácido indolacético (AIA), 48.
ácido nítrico, 46
Ácido oxálico, 72, 79.
Acroboloides spp., 58.
Aedes, 61
Aedes aegypti, 58, 59.
agar nutriente 1 % glucosa, 41
Agave angustifolia, 109, 110.
Agave atrovirens, 109.
Agave tequilana, 109.
agente de control biológico (ACB), 14, 18, 19, 20, 28, 29, 37, 67, 73, 74, 94, 102, 103.
agricultura, 2, 3, 6, 37, 45, 103.
agroecosistema, 2, 5, 7, 8, 9, 12, 16
Agrotis ipsilon, 58.
Agrotis segetum, 59.
Akanthomyces, 73.
Alameticina, 92.
ambiente, 2, 10, 19, 21, 22, 30, 45, 46, 50, 51, 59, 74, 78, 84, 85, 87, 97, 99.
amoníaco, 46.
Anabaena, 47
Ananas comosus, 107.
Ancylostoma, 88.
Animalia, 66.
Anomala cuprea, 59.
Anopheles, 61
Anopheles culicifacies, 43,
Anopheles gambiae, 58
Anopheles stephensi, 59
antagonista(s) 10, 15, 28, 29, 30, 32, 33, 38, 41, 68.
antagónica,
actividad, 31
antagónica,
capacidad, 32
antibiosis, 30, 31, 32, 41.
antibióticos, 31, 37, 39, 41, 99.
Anthonomus grandis, 58, 59.
artrópodos, 70, 94, 97.
Ascaris spp., 88.
Aschersonia, 73.
Ascomycota, 70.
Atta insularis, 81.
Azospirillum, 48
Azotobacter, 47
azufre, 43
- B
Bacillus, 39, 50, 51, 52, 59.
B. alvei, 53.
B. larvae, 53.
B. laterosporus, 53.
B. lentimorbus, 53, 61.
B. popilliae, 53, 60.
Bacillus sphaericus, 51, 53.
Bacillus spp. 39, 41,
Bacillus subtilis (*B. subtilis*), 27, 39, 40, 41, 42.
Bacillus thuringiensis (*B. thuringiensis*) 18, 19, 50, 51, 52, 93, 102.
Bacilomicina, 41
bacteremia, 53.
bacteria(s), 9, 10, 13, 17, 19, 23, 24, 28, 37, 39, 40, 41, 42, 45, 46,
bacterias
antagonistas, 39, 42,
bacteria(s),
entomopatógena, 23,
bacteria(s), patógena
vegetales, 41,
bacterias formadoras de nódulos, 46,
bacteroides, 49.
bananos, 80, 82, 86.
Bassianina, 72, 79.
Beauveria, 70, 73, 79.
Beauveria bassiana, 69, 70, 71, 79, 80.
B. bassiana, 72.
Beauveria brongniartii, 72, 81.
B. brongniartii, 71.
B. densa, 71.
B. tenella, 71.
Beauveria spp., 68,
Beauverolides, 72.
Beijerinckia, 47
Bemisia tabaci, 81.
Bifidobacterium, 45
biocontrol, 43
biodiversidad, 14, 23, 97, 105.
biofertilizante(s), 10, 42.
biofungicidas, 36.
Bioinsumo(s), 1, 2, 9, 10, 11, 14, 15, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 27, 45, 49, 50, 54, 56, 60, 62, 73, 76, 93, 96, 102, 106.
bionsecticida, 23, 51.
bioplaguicida(s), 10, 50, 59, 61.
bioquímica(o), 33, 34, 35, 48, 51
biorremediadores, 10
biotransformadores, 10
biótico(s), factores, 2, 6, 13, 14, 19.
- Bombyx mori*, 59.
Boophilus microplus, 108.
Botrytis cinérea, 34, 69.
Bradyrhizobium, 48
Brassica oleraceae, 71.
Burkholderia sp., 63.
Burkholderia spp., 63.
Burkholderiaceae, 63.
- C
caña de azúcar, 72, 80, 86, 92, 104.
catalasa, 41
Cactodera cacti, 82.
Cianamida-Cianuro de N₂, 46
Ciclosporinas, 79.
citocina, 48.
citrato simmonds, 41
Ceratitis capitata, 71.
Choridea =Heliothis, 105.
Chromatium, 47
Chromobacterium, 60.
Chromobacterium spp., 63
Chromobacterium subtsugae, 63
Clavicipitaceae, 68, 70.
Claviceps purpúrea, 69.
Clostridium, 47
cobre, 43
coco, 61, 86.
Coleoptera, 52, 53, 58, 59, 62, 71, 95, 101, 103, 109, 110.
competencia, 32, 41, 42.
competencia de nutrientes, 30
condiciones ambientales, 14, 16, 23, 28, 30, 90, 94, 95, 100.



- conidio, 44, 70, 71, 72, 74, 76.
conidióforo, 24, 74, 78.
control biológico, 3, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 18, 19, 20, 22, 24, 28, 29, 32, 39, 41, 52, 70, 72, 80, 91, 92, 93, 94, 96,
control de plagas, 3, 11, 50.
Cordycipitaceae, 68.
Cordyceps, 70.
Cordyceps militaris, 69.
Cosmopolites sordidus, 80, 82, 103.
Costelytra zealandica, 62.
Cricanemoides, 89.
Cucumis sativus, 104.
Cucurbita máxima, 63.
Culex, 61.
Culex pipiens, 59.
Culex quinquefasciatus, 58, 59.
cultivos, 1, 4, 5, 6, 13, 23, 27, 45, 50, 59, 66, 72, 73, 80, 81, 86, 89, 90, 91, 92, 93, 103, 104, 107.
Curculionidae, 109.
Cyclocephala spp., 103, 107.
Cyclodepsipteridae, 72.
Cylas formicarius, 80, 103.
Cyrtopeltis = Engyatus varians, 106.
- D
damping off, 38
defensas de las plantas, 36, 37, 43.
Destruixinas, 79.
Dermadina, 92.
Diabrotica balteata, 81.
Diabrotica spp., 71.
Diabrotica virgifera, 58, 59, 63.
- Diaphania hyalinata*, 63, 81, 104, 105.
Diatraea saccharalis, 80.
Diprion pini, 58.
Diptera, 52, 53, 58, 59, 71, 101, 103.
Dospovina, 72.
- E
Elaphocordyceps, 70.
ecosistema, 2, 8, 9, 12, 14, 56, 94, 97.
Efrapeptinas, 79.
Endotoxina, (δ), 43, 58
enfermedades, 3, 16, 24, 26, 27, 28, 29, 37, 39, 51, 52, 59, 60, 70, 73.
Entrobacteriaceae, 61, 94, 96, 99.
Entomophthora, 73.
Entomophthorales, 16
enzimas, 34, 35, 39, 42, 67, 77.
Epichloe festucae, 69.
Erynia, 73.
Eryniopsis, 73.
Escherichia coli, 10,
etileno, 36, 37
eucariotas, 67.
- F
fermentación, 39.
fertilidad de los suelos, 46
fertilizante(s), 3, 12, 46.
fijación del N₂, 43, 45, 47, 48, 49.
fijación del N₂, (abiótica) 46.
fijación del N₂, (biótica) 46.
filogenética, 69.
Frankia, 47
frutales, 81, 82, 86, 104.
frutos, 28, 29, 30, 55, 105.
Fungi, 66.
- fungicidas, 12, 28, 30, 38, 39, 43.
Fusarium, 73.
Fusarium graminearum., 69.
Fusarium spp., 39.
Fungimicina, 41
- G
Galleria mellonella, 98, 99, 102, 103.
garrapata(s), 70, 108, 109.
gastrulación, 54, 55.
Gelechidae, 110.
genética, 14, 31, 97, 102,
germinación, 36, 43, 75, 76, 77.
glifosato, 1
Gloeotheca, 47
glucanasas, 34
glucoproteínas, 33
glucosado, 41
Gramnegativas, 59, 60.
Grampositivas, 59.
granos, 86.
- H
Haber-Bosch, método de, 46.
Helicotylenchus, 89.
Helicoverpa armigera, 58.
Heliopsis spp., 58, 105.
Heliopsis virescens, 58, 105.
Hemiptera, 58, 64, 71, 101.
herbicida, 1, 12.
Heteroptera, 24, 73.
Heterorhabditidae, 25, 94, 98.
Heterorhabditis, 24, 98, 99, 101, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110.
H. argentinensis, 98.
H. bacteriophora, 98, 100, 101, 110.
H. brevicaudis, 98.
H. hawaiiensis, 98.
- H. indica*, 98, 104, 105, 106, 107, 108.
H. marelati, 98.
H. megidis, 98.
H. zealandica, 98.
hidrógeno, 46.
hidrólisis almidón, 41
hifas, 24, 34, 35, 74, 78.
hiperparasitismo, 30, 32
Hirsutella, 73.
Histeridae, 110.
hojas, 1, 31, 43, 55, 87, 106.
Hololepta sp., 110.
Homoptera, 101.
hongos, 13, 16, 24, 28, 32, 36, 41, 42, 67, 68, 69, 70, 72, 73, 74, 78, 80, 89, 91, 92.
hongos antagonistas, 37.
hongos micorrícicos, 37.
hongos fitopatógenos, 39
hongos entomopatógenos, 23, 24, 66, 69, 70, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 82, 103.
hongos unicelulares, 67.
hongos multicelulares, 67.
hongos filamentosos, 67, 68.
hormona(les), 12, 36, 37, 43.
hortalizas, 81, 86, 93.
hospedante(s), 16, 17, 28, 33, 51, 55, 60, 63, 71, 72, 74, 78, 94, 95, 96, 98, 99, 100, 102, 103.
huevo(s), 25, 43, 90, 93, 94, 109.
humedad relativa, 31, 76, 91.
Hymenoptera, 58, 71, 101.
Hymenostilbe, 73.
Hypocreales, 68, 70.
Hypothenemus hampei, 59.



- I
- Ichneumonidae, 79.
- insecticida, 5, 11, 60, 61, 62, 72, 102, 108.
- Insectos, 3, 11, 16, 20, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 29, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 60, 61, 62, 67, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 76, 78, 80, 91, 94, 96, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 107, 108,
- Intercambio catiónico e iónico, 13.
- Ipomoea batata*, 80.
- Isaria*, 73.
- Isolarides, 72.
- Isoptera, 101, 107.
- iturinas, 41
- "in situ", 41,
- "in vitro", 41, 102, 103
- "in vivo", 101.
- K
- Keiferia lycopersicella*, 110.
- Klebsiella*, 47
- L
- Laboulbeniomycetes, 69.
- Lactobacillus*, 45
- larva, 19, 23, 25, 26, 41, 42, 52, 55, 60, 61, 72, 81, 89, 91, 95, 98, 102, 104, 105, 106, 107, 108, 110.
- Lecanicillium* =*Verticillium*, 73,
- lectina, 33
- leguminosas, 48, 86.
- Lepidoptera, 52, 53, 58, 59, 62, 71, 101, 103, 104, 105, 110.
- lepidópteros, 19, 23, 55, 61, 105, 110.
- Leptinotarsa decemlineata*, 58, 59, 62.
- Leucinostinas, 79.
- levaduras, 28, 67.
- lipooxigenasas, 77.
- Lissorhoptrus brevirostris*, 82.
- Lissorhoptrus oryzophilus*, 80.
- Longidorus*, 89.
- Lucilia cuprina*, 59.
- Lysinibacillus*, 59.
- Lysinibacillus sphaericus*, 61.
- M
- Macrosiphum euphorbiae*, 58.
- Maderable, 104.
- maduradores, 12.
- Magnaporthe oryzae*, 69.
- malas hierbas, 1
- Manduca sexta*, 58.
- Melanoplus bivittatus*, 63.
- Meloidogyne*, 89.
- Meloidogyne hapla*, 58, 59.
- Meloidogyne incognita*, 92, 93.
- Meloidogyne* spp., 82, 93.
- Melolontha melolontha*, 59.
- metabolitos secundarios, 30, 32, 37, 78, 92, 99.
- Metacordyceps*, 70.
- Metamasius hemipterus sericeus*, 91, 103, 107.
- Methanosarcina*, 47.
- Methanococcus*, 47.
- Metarhizium*, 73, 79,
- M. acridum*, 69.
- M. album*, 69.
- Metarhizium anisopliae*, 70, 81,
- Metarhizium=Nomur aea rileyi*, 70
- Metarhizium roberstii*, 69,
- micoparasitación, 33, 34, 35, 36.
- Micoparasitismo (MICMO), 32
- Micosubtilina, 41
- micronutrientes, 43
- microorganismos, 9, 11, 12, 13, 14, 17, 22, 27, 28, 30, 37, 47, 50, 62, 69, 89, 91.
- Microorganismos Antagonistas (M.A.), 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 36.
- Microorganismos diázótrofos, 46, 47.
- Microorganismos efectivos (eficientes, M. E.), 10, 93, 94.
- Mineralogía, 13.
- Mocis spp.*, 81.
- Mollusca, 103.
- Monocophora bincta fraterna*, 81.
- Monera*, 51, 66.
- mosquito(s), 41, 42, 57, 58, 60.
- Mucor*, 74.
- Aspergillus*, 74.
- Musca domestica*, 58.
- muscardinas, 70, 71, 72.
- Myzus persicae*, 81.
- N
- Nasutitermes, 108.
- Nemathelminthes, 84.
- nematicida(s), 42, 84, 91, 93.
- nematodos, 23, 25, 38, 44, 51, 58, 59, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 95, 96, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 106, 107, 108, 109, 110.
- nematodos fitoparásitos, 37, 86, 88, 89, 90, 91.
- nematodos agalleros, 43
- nematodos entomopatógenos, 24, 84, 90, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 106, 108, 109, 110.
- nematodos rabdítidos, 95.
- Neosteinerma*, 98.
- Nezara viridula*, 63.
- nicho biológico, 14.
- nicho ecológico, 19, 30.
- nitrato, 41
- nitrato amónico, 46
- nitrógeno (N₂), 43, 45, 46, 47, 48, 49.
- nódulos, 46, 47, 48, 49.
- Nostoc*, 47
- nutrientes, 30, 31, 32, 37, 41, 43, 45, 55, 74, 76, 78, 88, 89.
- O
- Oosperina, 79.
- Ophiocordyceps*, 70.
- O. sinensis*, 69.
- Ophiocordyceps unilateralis*, 69.
- Ophiocordycipitacea e, 68.
- Orthoptera, 101.
- Oryza sativa*, 80, 82.
- Oscillatoria*, 47
- Ostrinia nubilalis*, 58.
- oxidasa, 41
- P
- Pachnaeus litus*, 80.
- Paecilomicinas, 79.
- Paecilomyces*, 73, 79.
- Paecilomyces fumosoroseus*, 70.
- Paecilomyces lilacinus*, 82
- Paenibacillus*, 60.
- papa, 59, 81, 86.
- Patogenicidad, 14, 17, 18, 62, 71, 74, 96.
- patología vegetal, 29
- Pectinophora gossypiella*, 58.
- Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovorum* =*Erwinia carotovora*, 109.
- Pentatomidae, 24, 73.
- peptona, 41
- peptinasas, 34
- pH, 12, 31, 42, 53, 55
- Phaseolus vulgaris*, 68, 81.



- Photorhabdus*, 60, 99
Photorhabdus luminescens, 60
Phthorimaea operculella, 59.
Phyllotreta cruciferae, 59.
Phycomyces blakesleeana, 33
Phyllophaga spp., 103, 107.
Phytophthora capsici, 36
Pieris sp., 71.
Piezodorus guildinii, 81.
Placentonema gigantisima, 86.
plagas, 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 11, 12, 22, 27, 50, 52, 66, 70, 71, 73, 80, 81, 82, 88, 94, 102, 103, 104, 109, 110.
plaguicida(s), 3, 11, 12, 18, 49, 84.
Plantae, 66.
plátanos, 72, 80, 82, 103.
Plutella xylostella, 58, 59.
Pochonia chlamydosporia, 93.
polifenoles, 39
Popillia japonica, 59, 60.
postcosecha, 29, 30.
Pratylenchus spp., 58, 59.
Pratylenchus, 89.
Pristionchus pacificus, 58.
procariota, 46.
promotores del crecimiento de plantas, 37, 45
proteasa, 77.
Protista, 66.
protozoos, 13, 26, 50
Pseudomonadaceae, 61
Pseudomonas, 60.
Pseudomonas aeruginosa, 61.
P. aeruginosa, 63.
P. chlororaphis, 63.
P. entomophila, 63.
Pseudomonas spp., 61, 63.
Pseudomonas protegens, 61
Pyrilidae, 104.
- Q
Quimiotrópica(o), respuesta, 33, 34.
quitinasas, 35, 43, 77.
quitobiasaslipasas, 77.
proteasa, 77.
- R
Radopholus, 89.
Radopholus similis, 82
raíces, 1, 13, 22, 31, 37, 39, 46, 47, 48, 55, 62, 82, 89, 91, 100, 107.
raiz, 48, 49, 57, 58, 61, 88.
remolacha azucarera, 86.
resistencia inducida, 37
resistencia sistémica adquirida, 37
resistencia sistémica inducida, 37
Rhabditida, 94.
Rhabditina, 94.
Rhabditoidea, 94.
Rhizoctonia solani, 35
Rhodospirillum, 47
Riptortus pedestris, 64.
rizobacterias
promotoras del crecimiento, 37
rizosfera, 16, 17, 43, 45.
rojo de metilo, 41
Rotylenchulus reniformis, 82.
- S
sales minerales, 45
salud humana, 3, 30, 96.
sangre, 41, 88, 96, 97, 102
Sanidad Vegetal, 3, 5, 6, 15, 49,
Scarabaeidae, 62, 95, 103.
Scyphophorus acupunctatus, 103, 109, 110.
senescencia, 36.
septicemia, 24, 53, 54, 55, 56, 62.
Serratia, 60.
Serratia entomophila, 62.
Serratia marcescens, 61, 62, 63.
Serratia proteamaculans, 62.
Serratia spp., 61.
sesquiterpenos, 32.
simbiosis, 46, 47, 99.
simbiosoma, 49.
Solanum lycopersicon, 110.
Solenopsis invicta, 58.
Spodoptera exigua, 58.
Spodoptera frugiperda, 71, 102.
Spodoptera spp., 58.
Steinernema, 24, 98, 99, 100, 101, 110.
S. carpocapsae, 98, 100, 110.
S. cubanum, 98.
S. feltiae, 98.
S. glaseri, 98.
S. longicurvicauda, 101.
S. poinarje, 98.
S. riobravis, 98.
S. scapterisci, 101.
Steinernematidae, 25, 94, 98.
Streptococcaceae, 61.
Streptococcus pluton, 61.
S. faecalis, 61.
Subtilisina, 41, 42.
suelo, 3, 12, 13, 37, 39, 40, 43, 45, 46, 47, 49, 50, 70, 74, 80, 82, 84, 85, 89, 90, 91, 92, 95, 97, 100, 101, 107, 110.
- Suzukalicina, 92.
- T
temperatura(s), 21, 31, 72, 74, 91, 95, 99.
Tenebrio molitor, 58.
Tenellina, 72.
Termitidae, 107.
Thrips palmi, 81.
Thysanoptera, 101.
Tinción de Gram, 41, 59.
Tolypocladium inflatum, 69.
toxemia, 53.
toxinas, 31, 32, 41, 52, 53, 55, 56, 57, 58, 59, 72, 76, 78, 79, 92, 93, 99.
Tribolium castaneum, 59.
Trichoderma asperellum, 38
Trichoderma hamatum, 33
Trichoderma harzianum, 36
Trichoderma sp., 35
Trichoderma viride, 39, 69, 92, 93.
Trichoderma, 32, 37, 38, 91, 92.
Trichodermin, 32, 92.
Trichodorus, 89.
Trichoplusia ni, 58.
Trichothecina, 32
Trichuris trichiura, 88.
Trophurus, 89.
tubo digestivo, 54, 88.
Tylenchida, 94.
Tylenchulus semipenetrans, 82.
- U
Urticaria dioica, 33
Ustilaginoidea virens, 69.
- V
vegetales, 28, 39, 41, 47.
Verticillium, 79.
Verticillium dahliae, 69.



Verticillium lecanii,
81.
virulencia, 14, 17, 18,
103.
virus
entomopatógenos,
25, 26, 103
virus, 16, 17, 25, 27.

Voges Proskauer , 41

X
Xenorhabdus, 60, 99.
X. bovienii, 60.
X. bedding, 60.
X. japonicus, 60.

Xenorhabdus
nematophilus, 60.
X. poinarje, 60.
Xiphinema, 89.

Y
Yersinia, 60.

Yersinia
entomophaga, 62.
yuca, 86.

Z
Zoophthora, 73.
Zwittermicina, 41.





Prólogo

En el contexto actual de complejos eventos sanitarios y hegemonías de grupos de países, empresas y personas, siguen presentes, y cada vez con mayor fuerza, las plagas y enfermedades en los cultivos. La lucha contra ellos generalmente está basada en productos plaguicidas químicos que, en el mejor de los casos, a veces se combinan con los biológicos.

El recorrido pasa por la mal llamada “revolución verde” que, a pesar de su color, no era nada amigable con la naturaleza ni con la salud. Surgen entonces ajustes a través del manejo integrado de plagas (MIP), el manejo integrado al cultivo (MIC), y el manejo ecológico de plagas (MEP). De esta forma se llega a un enfoque holístico y sistémico, sin abandonar la lucha contra opciones poco amigables con la naturaleza, referidas no solo al combate de plagas sino también a las fertilizaciones inorgánicas.

Afortunadamente el paradigma se ha desplazado y cada día se unen más personas o empresas con enfoques agroecológicos y holístico-sistémicos que remiten al fortalecimiento de los bioinsumos y las formas de aumentar la biodiversidad funcional, en aras de lograr un equilibrio donde las plagas dejan de ser plagas para convertirse en entes del agroecosistema.

En el texto se ofrece una compilación de resultados y técnicas utilizadas en el “combate” contra los organismos nocivos que afectan la producción agrícola. Resulta significativo que algunos métodos de reproducción de dichos agentes beneficiosos son de fácil ejecución y producción aun sin contar con muchos recursos.

El autor expone de manera sencilla las diferentes alternativas usadas en la lucha biológica y los resultados alcanzados, tanto propios como de otros autores reconocidos en el campo de la Sanidad Vegetal, en cuanto a la lucha biológica como medio e instrumento para la aplicación de un MIP eficiente.

Prevalece como principio el cuidado a los agroecosistemas y al hombre, de ahí su enfoque ecológico, y constituye una obra de consulta útil en la lucha y manejo de plagas agrícolas.

Dr. Sixto F. Monteagudo T.
Especialista en Sanidad Vegetal



Capítulo 1



“El único camino abierto a la prosperidad, constante y fácil, es el de conocer, cultivar y aprovechar los elementos inagotables de la naturaleza”.

JOSÉ MARTÍ¹

Los bioinsumos en la agricultura

En estos tiempos de desequilibrios mundiales y económicos, de poderes hegemónicos e imposiciones financieras, la agricultura ha estado desarrollándose a pasos acelerados. Las nuevas tecnologías en pos de incrementar los rendimientos pasan por alto la domesticación natural y no forzada de los elementos inagotables que se reúnen en la naturaleza.

Personas relacionadas con políticas y ambiente ven el respeto hacia la Pachamama como algo que decididamente es motivo de reflexión. Las tecnologías impuestas en pos de este desarrollo por políticas o por la propia ascendencia de la ciencia y algunos saberes, muchas veces han olvidado que en los recursos de la naturaleza es donde están todas las fuentes y el bienestar que buscamos en cada uno de nosotros.

En octubre de 2018 en las XVI Jornadas Fitosanitarias Argentinas, en la Universidad Nacional de Tucumán, un conferencista mencionaba que desde el año en que se fomentó el uso del glifosato inventado por John E. Franz en 1970 y comercializado por Mosanto en 1974 se auguraba que no existirían plantas resistentes. Sin embargo, este gentil conferencista señalaba más de 110 especies de plantas consideradas indeseables para los cultivos, como resistentes a este producto herbicida. Evidentemente, algo no salió bien.

Los insumos en la agricultura no solamente son capaces de controlar plagas,² sino también malas hierbas o “buenezas”, como decía Bustamante, el amigo y profesor hondureño. Además, tienen la capacidad de interactuar con las plantas, sobre todo

¹ José Julián Martí Pérez. (1953-1995), Poeta y Apóstol. Héroe Nacional de Cuba.

² El autor se referirá a plaga(s), cuando esté escrita sola, para denominar a cualquier organismo que interfiere con las actividades y propósitos de los humanos.



con raíces y hojas como parte aérea principal expuesta a los agentes microbianos o no que causan daños a las mismas.

Pensando con una mentalidad asociada a la Pachamama, *“todo está en la naturaleza, depende de cómo lo utilicemos”*. Esta máxima puede cumplimentarse a través de estudios, observación, aislamientos, ensayos e innovación, sobre todo esta última, ya que cada ecosistema o agroecosistema tiene sus propias cualidades, ambientes abióticos y los factores bióticos que en él se relacionan.

Las formas de aislar, las prospecciones y los cómo, qué tipo de colecta aplicar en el suelo, a qué profundidad y cómo definir los mismos y su conservación pasa por la propia evolución que se ha tenido en la agricultura.

Si lo manejamos sin este recordatorio es posible que no estemos conscientes de dónde estamos y hacia dónde queremos ir, de pasar por encima de etapas claves que propician los cambios en el desarrollo de un bioinsumo y de su utilización. (Figura 1.1)



Figura 1.1 *Todo está en la naturaleza, depende de cómo lo utilicemos.* Foto Germán Paredes Zuñiga

